

REVISIONES

Recomendaciones para el manejo del paciente pediátrico con insuficiencia respiratoria aguda en el contexto de sospecha de COVID-19

ANDREA CANEPARI,^{1,2,7} MATÍAS GAGGIOLI,^{3,7} MAITE OLGUÍN CIANCIO,⁴ ALEJANDRA RETTA,^{1,7} MAXIMILIANO SÁNCHEZ,^{2,7} NÉSTOR VICENTE,⁵ JULIA I. SIMONASSI^{6,7*}

¹ Hospital de niños "Ricardo Gutiérrez", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

² Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

³ Hospital Italiano de Buenos Aires, sede San Justo, Buenos Aires, Argentina

⁴ Clínica Zabala, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

⁵ Hospital "Francisco López Lima", General Roca, Río Negro, Argentina

⁶ Hospital Nacional de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

⁷ Miembro del Capítulo de Kinesiología Intensiva (CKI), Sociedad Argentina de Terapia Intensiva

* Correspondencia: jsimonassi@garrahan.gov.ar

Recibido: 3 junio 2020. Revisión: 7 junio 2020. Aceptado: 16 setiembre 2020.

Resumen

Los niños infectados por SARS-CoV-2 parecen sufrir formas leves de la enfermedad. Aun así, se ha observado que un porcentaje ingresa en las unidades de terapia intensiva y requiere asistencia ventilatoria mecánica y abordajes específicos para su edad. En el marco de esta pandemia, se creó un grupo de profesionales kinesiólogos especializados en la atención de pacientes pediátricos en cuidados críticos, con el objetivo generar recomendaciones para el manejo de niños con insuficiencia respiratoria aguda y sospecha o confirmación de COVID-19, y proporcionar una guía que permita al profesional prever, promover, identificar y generar medidas de tratamiento respiratorio para un seguimiento eficaz, pero a la vez, seguro de los pacientes pediátricos con sospecha o confirmación de SARS-CoV-2, sobre la base de publicaciones científicas nacionales e internacionales en el ámbito de los cuidados intensivos pediátricos, neonatales y de adultos.

Palabras clave: COVID-19; pediatría; insuficiencia respiratoria aguda; ventilación mecánica; oxigenoterapia.

Abstract

Children infected with SARS-CoV-2 appear to suffer mild forms of the disease. Even so it has been observed that a percentage is admitted to intensive care units and require mechanical ventilation and specific approaches for this age group. In the framework of this pandemic, a group of professional kinesiologists specialized in pediatric patients receiving critical care, was created with the aim of generating recommendations for the management of children with acute respiratory failure and suspected or confirmed COVID-19 and to provide guidance that allows the professional to anticipate, promote, identify and generate respiratory treatment measures for an effective, but at the same time, safe follow-up of pediatric patients with suspected or confirmed SARS-CoV-2, based on national and international scientific publications in the area of pediatric, neonatal and adult intensive care.

Key words: COVID-19; pediatrics; acute respiratory failure; mechanical ventilation; oxygen therapy.

Nuestro rol

El abordaje de las enfermedades respiratorias en pediatría representa aproximadamente el 60% de los tratamientos en nuestras instituciones sanitarias.¹ Los kinesiólogos que se desempeñan en esta área requieren de una formación específica que les permita alcanzar las competencias necesarias para brindar, con eficacia, una atención basada en la calidad y la seguridad del paciente.

En este momento, nuestro aporte consiste en establecer recomendaciones que permitan al profesional prever, promover, identificar y generar medidas de tratamiento respiratorio para un seguimiento eficaz, pero a la vez, seguro de los pacientes pediátricos con sospecha o confirmación de SARS-CoV-2, trabajando siempre, en forma mancomunada, con el resto del equipo.

Introducción

Desde diciembre de 2019, se han identificado miles de casos de insuficiencia respiratoria aguda a causa del SARS-CoV-2. Esta infección comienza en Wuhan, provincia de China y rápidamente se extiende a lo largo de ese país y, luego, al mundo.² El 11 de marzo, la Organización Mundial de la Salud define a esta infección como pandemia.³

El 20 de enero de 2020 se confirmó el primer caso de SARS-CoV-2 en pediatría, en Shenzhen (China); el 10 de febrero se confirmaron 398 casos.⁴ Las primeras publicaciones describen que el 4% de los casos confirmados virológicamente tenía infección asintomática. Entre los niños con síntomas, el 5% presentó disnea y el 0,6%, progresión a síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) o disfunción de múltiples órganos. Se concluyó que los niños eran susceptibles al COVID-19 como los adultos, pero las presentaciones clínicas y los resultados eran más favorables en los niños.^{2,5} Particularmente, hubo casos de infección simultánea por otros virus estacionales que afectan el tracto respiratorio bajo: *Mycoplasma pneumoniae*, virus sincicial respiratorio (VSR), influenza A y B.⁶

Las características clínicas son variadas, puede cursar sin síntomas,² como en la mayoría de los niños, pero también puede llegar a desencadenarse un SDRA, y algunos síntomas comunes son: fiebre, tos, odinofagia, fatiga, cefalea, mialgia, disnea y conjuntivitis.⁷

Esta guía tiene como objetivo generar recomendaciones para el manejo de pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda y sospecha o confirmación de COVID-19. Se redactó sobre la base de las publicaciones internacionales en el ámbito de los cuidados intensivos pediátricos, neonatales y de adultos.^{8,9}

Fisiopatología de la enfermedad por SARS-CoV-2

Varias sociedades, como la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva, la European Society of Intensive Care Medicine, la Sociedad Latino Americana de Cuidados Intensivos Pediátricos, la Sociedad Argentina de Pediatría, recomiendan tratar a los pacientes con COVID-19 en forma similar al SDRA. Esta enfermedad se caracteriza por una severa hipoxemia acompañada de distensibilidad (*compliance*) normal en los estadios iniciales y se describen dos fenotipos o estadios:⁸

Neumonía tipo L (low [baja])¹⁰

- Baja elastancia
 - Distensibilidad cercana a la normal, lo que indica un adecuado volumen pulmonar.
- Baja relación V/Q
 - Como el volumen de gas pulmonar es cercano al normal, la hipoxemia se explica por una alteración en la perfusión pulmonar.
- Bajo peso pulmonar
 - Inicialmente las condensaciones se ubican en las regiones subpleurales y son escasas.
- Bajo potencial de reclutamiento pulmonar
 - Inicialmente la cantidad de tejido no aireado es poca y el volumen pulmonar es normal.

Problema principal inicial: alteración de la perfusión pulmonar con ventilación conservada

Fisiopatología de la alteración de la perfusión pulmonar

El SARS-CoV-2 utiliza, para ingresar en la célula, el receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA) que se expresa predominantemente en células epiteliales de pulmón, intestino, riñón, corazón y vasos sanguíneos.

La ECA separa angiotensina I y angiotensina II que, a su vez, se une y activa el receptor tipo I de angiotensina II, y esta activación produce efectos vasoconstrictores, proinflamatorios y pro-oxidantes.

A su vez, la ECA-2 degrada la angiotensina I en angiotensina 1-7 y la angiotensina II, en angiotensina 1-9 que, cuando se une al receptor provoca efectos antiinflamatorios, antioxidantes y vasodilatadores. El SARS-CoV-2 anula la función de la ECA-2 e impide que se exprese en su función antiinflamatoria y vasodilatadora.

Existen dos formas de ECA-2: una proteína estructural transmembrana con dominio extracelular que sirve como receptor para la proteína espiculada del SARS-CoV-2 y una forma soluble que representa la ECA-2 circulante.¹⁰

Esta enzima contrarresta los efectos de la cascada renina-angiotensina-aldosterona y es, en el epitelio pulmonar, donde el SARS-CoV-2 compite por sus receptores reduciendo su expresión. La baja regulación de la ECA-2 en el pulmón facilita la infiltración inicial de neutrófilos, la acumulación de angiotensina II y la activación local de la cascada renina-angiotensina-aldosterona. La desregulación de la ECA-2 podría mediar en la lesión pulmonar aguda secundaria a la infección por influenza y VSR en modelos animales.¹¹

En esta etapa inicial, esta alteración de la perfusión pulmonar explica la gran hipoxemia por alteración de la relación V/Q.

La respuesta normal a la hipoxemia es el aumento del volumen minuto. Como la distensibilidad es normal, este aumento se produce a expensas de un volumen corriente alto. De ahí que los primeros síntomas de la enfermedad se acompañan de hipoxemia sin taquipnea marcada, pero con gran esfuerzo inspiratorio asociado a una mayor presión negativa intratorácica. El aumento del volumen minuto con altos volúmenes corriente puede llevar a hipocapnia en este estadio de la enfermedad.⁸

La combinación de grandes presiones negativas intratorácicas (estrés) y el aumento de la permeabilidad capilar debido a la inflamación llevan al desarrollo de edema intersticial pulmonar, dando paso al segundo estadio de la enfermedad.

Neumonía tipo H (high [alta])

- Alta elastancia
 - El volumen de gas disminuye por el aumento del edema (disminución de la distensibilidad pulmonar).
- Aumento del cortocircuito de derecha a izquierda
 - Una fracción del gasto cardíaco perfunde áreas del pulmón no aireadas, especialmente las áreas dependientes.
- Aumento del peso del pulmón
 - Incremento del agua pulmonar acorde a la gravedad del SDRA.
- Alto potencial de reclutamiento pulmonar
 - El aumento de las áreas no ventiladas permite su potencial reclutamiento.

En este momento, aumenta el volumen minuto a expensas del aumento de la frecuencia respiratoria, ya que su volumen corriente está disminuido por la caída de la distensibilidad, y el paciente presenta taquipnea secundaria a la hipoxemia persistente. Más del 50% de los pacientes tiene una fracción de *shunt* >40%.⁸

Tomando como base este modelo conceptual, Gattinoni et al⁸ proponen tratamientos diferentes para los dos estadios de la enfermedad:¹²

- Etapa inicial caracterizada por hipoxemia con leve aumento del trabajo respiratorio, revertir la hipoxemia con **elevadas fracciones de oxígeno**.

- Si aumenta o persiste el trabajo respiratorio, o empeora la hipoxemia, se sugiere el uso de **soporte ventilatorio no invasivo**, como cánula nasal de alto flujo o ventilación mecánica no invasiva (VMNI), para contrarrestar el aumento de la presión transpulmonar con una muy estrecha evaluación del esfuerzo inspiratorio.
- La persistencia del esfuerzo inspiratorio determina la necesidad de **ventilación invasiva**.

El COVID-19 en pediatría

Los niños infectados por SARS-CoV-2 parecen sufrir formas leves de la enfermedad.¹² Las razones del COVID-19 leve en niños siguen siendo difíciles de explicar y existen múltiples hipótesis. Una posible explicación es que los niños tienen una respuesta cualitativamente diferente frente al SARS-CoV-2 que los adultos. La composición y la capacidad de respuesta funcional de los sistemas inmunitarios de niños y adultos difieren. El niño nace con un sistema inmunitario inmaduro, innato y adaptativo, y a medida que crece, madura y adquiere memoria. Cada etapa de la vida implica una exposición a múltiples desafíos externos, incluido el embarazo, hasta el declive de la vejez.¹³

Otra posibilidad es que la presencia de otros virus simultáneos en la mucosa de los pulmones y las vías respiratorias, que son comunes en niños pequeños, podría limitar el crecimiento del SARS-CoV-2 como consecuencia de interacciones directas de virus a virus y las competencias que se generan entre ellos.¹⁴

Otra posible teoría gira en torno a las diferencias en la expresión del receptor de la ECA-2 necesaria para la unión del SARS-CoV-2 en la infección, dado que este receptor se expresa en las vías respiratorias, los pulmones y los intestinos, pero no en el sistema inmunitario.¹⁵

Definición de caso

La definición de caso por SARS-CoV-2 puede cambiar día a día, sugerimos mantener contacto permanente con el Ministerio de Salud de la Nación.⁷

Definición de caso hasta la confección del documento:

Criterio 1: Toda persona (de cualquier edad) que presente dos o más de los siguientes síntomas:

- Fiebre (37,5 °C o más), tos, odinofagia, dificultad respiratoria, pérdida repentina del gusto o del olfato, cefalea, diarrea o vómitos.

Este criterio incluye toda enfermedad respiratoria aguda severa, sin otra etiología que explique completamente la presentación clínica.

Criterio 2: Toda persona que:

- sea trabajador de la salud,

- resida o trabaje en instituciones cerradas o de internación prolongada,
- sea personal esencial,
- resida en barrios populares o pueblos originarios,
- sea contacto estrecho de un caso confirmado de COVID-19 que, dentro de los 14 días posteriores al contacto, presente uno o más de estos síntomas:
 - Fiebre ($37,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ o más), tos, odinofagia, dificultad respiratoria, pérdida repentina del gusto o del olfato

Criterio 3: Síndrome inflamatorio multisistémico* pos-COVID-19 en pediatría:

* Definición adaptada de la Organización Mundial de la Salud

Niños y adolescentes de 0 a 18 años con fiebre por >3 días y dos de los siguientes:

- a. Erupción cutánea o conjuntivitis bilateral no purulenta o signos de inflamación mucocutánea (oral, manos o pies).
- b. Hipotensión o shock.
- c. Características de disfunción miocárdica, pericarditis, valvulitis o anomalías coronarias (incluidos los hallazgos ecográficos o elevación de la troponina/NT-proBNP).
- d. Evidencia de coagulopatía (elevación del tiempo de protrombina, tiempo de tromboplastina, dímero D).
- e. Síntomas gastrointestinales agudos (diarrea, vómitos o dolor abdominal).

Y Marcadores elevados de inflamación, eritrosedimentación, proteína C reactiva o procalcitonina.

Y Ninguna otra causa evidente de inflamación (incluidos sepsis bacteriana, síndromes de shock estafilocócicos o estreptocócicos).

Signos clínicos

El período de incubación varía de 1 a 14 días, en la mayoría, es de 3 a 7 días. Según el reporte de casos pediátricos publicado hasta el momento, la edad de inicio de la enfermedad varió de 1.5 meses a 17 años, con una mediana de 2 años y 1.5 meses, la mayoría tuvo un contacto con casos infectados o casos intrafamiliares.^{16,17}

Tanto el caso confirmado como el sospechoso pueden tener la enfermedad con las siguientes presentaciones:

Cuadro clínico leve¹⁸

- Pacientes sin factores de riesgo (inmunodeficiencias primarias o secundarias, cardiopatías, enfermedad neuromuscular, enfermedad respiratoria crónica, prematuridad, enfermedad de células falciformes, diabetes).
- Sin requerimientos de oxígeno, soporte nutricional o hidratación parenteral.

- Signos vitales dentro de límites normales o levemente alterados.
- Otros síntomas inespecíficos (fiebre, tos, odinofagia, congestión nasal, vómitos, diarrea, cefalea, mialgias, inyección conjuntival).

Cuadro clínico moderado

- Tos, dificultad respiratoria más polipnea (en respiraciones/min):
 - <2 meses: ≥ 60
 - 2-11 meses: 50-59
 - 1-5 años: ≥ 40
- Saturación ambiental $>92\%$
- Con fiebre o sin ella
- Sin signos de neumonía severa
- Requiere tratamiento de sostén con oxígeno o apoyo nutricional o hidratación parenteral.
- Pacientes con cuadros leves pertenecientes a grupos de riesgo.

Cuadro clínico grave

- Tos o dificultad respiratoria y, al menos, uno de los siguientes signos:
 - Cianosis central
 - $\text{SatO}_2 <92\%$ ($<90\%$ en prematuros)
- Dificultad respiratoria severa (p. ej., quejido, retracción torácica muy severa).
- Incapacidad o dificultad para alimentarse, letargo o pérdida del conocimiento o convulsiones.
- Retracciones torácicas, polipnea (en respiraciones/min)
 - <1 año: ≥ 70
 - >1 año: ≥ 50
- Gasometría arterial: $\text{PaO}_2 <60\text{ mmHg}$, $\text{PaCO}_2 >50\text{ mmHg}$

Cuadro clínico crítico¹⁹

- Cuadro de claudicación respiratoria inminente aguda, shock descompensado, paro respiratorio o paro cardiorrespiratorio.
- Inicio: nuevo o empeoramiento del cuadro en los 10 días previos.
- Radiografía de tórax, tomografía computarizada o ecografía: infiltrados bilaterales, atelectasia lobar o pulmonar, o consolidaciones.
- Edema pulmonar: ausencia de otra etiología, como fallo cardíaco o sobrecarga de volumen.
- Oxigenación (OI = índice de oxigenación y OSI = índice de oxigenación usando SpO_2).
 - VMNI binivel o CPAP $\geq 5\text{ cmH}_2\text{O}$ a través de una máscara facial completa: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300\text{ mmHg}$ o $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 \leq 264$
 - SDRA leve (ventilación invasiva): $4 \leq \text{OI} < 8$ o $5 \leq \text{OSI} < 7,5$
 - SDRA moderado (ventilación invasiva): $8 \leq \text{OI} < 16$ o $7,5 \leq \text{OSI} < 12,3$
 - SDRA grave (ventilación invasiva): $\text{OI} \geq 16$ u $\text{OSI} \geq 12,3$

Bioseguridad

Transmisión del virus por gota

Las gotas producidas al respirar, hablar, estornudar o toser incluyen varios tipos de células y electrolitos contenidos en la mucosa y la saliva, y también varios agentes infecciosos (p. ej., bacterias, hongos y virus).²⁰

Es probable que tanto el tamaño como el contenido de estas gotas generadas de forma natural o artificial varíen. Las gotas $>5 \mu\text{m}$ tienden a permanecer atrapadas en el tracto respiratorio superior, mientras que las gotas $\leq 5 \mu\text{m}$ o *núcleo de gota* tienen el potencial de ser inhaladas en el tracto respiratorio inferior. Por esto, preocupa la transmisión intrahospitalaria, especialmente cuando se realizan procedimientos de generación de aerosoles, muchas veces, inevitables. Las gotas caen rápidamente al suelo por la acción de la gravedad y, por lo tanto, se transmiten solo a una distancia limitada ($\leq 1 \text{ m}$). Cuando la gota es de aproximadamente la mitad de la inicial, la parte líquida se evapora y queda el núcleo de gota con el componente patógeno,²¹ estos *núcleos de gotas* pueden transmitirse a distancias $>1 \text{ m}$.

En una habitación ocupada por un paciente con una infección transmisible, los patógenos están en las superficies textiles y no textiles. Esto genera fuentes de exposición para el profesional.²² En la población adulta, aparentemente las partículas eliminadas con la tos se extienden, en forma cónica, sobre un ángulo de 60° (medido en un plano sagital), a medida que se mueven lejos del paciente, de modo que, en la posición del trabajador de pie, una partícula dada puede estar en cualquier parte de un círculo con un diámetro de 0,70 m y un área de superficie de $0,38 \text{ m}^2$. Suponiendo

que todas las partículas en esta área rápidamente se distribuyan, de manera uniforme, dentro de un cono circular conceptual entre el trabajador y el paciente, alrededor del 50% de las partículas en este rango de un volumen inspirado podría ingresar en la región de las vías aéreas principales.²³

Procedimientos/Situaciones de aerosolización^{24,25}

- Intubación y extubación programada o no programada
- Toma de muestras
- Uso de terapia de alto flujo
- Uso de VMNI
- Aspiración abierta de secreciones
- Asistencia kinésica respiratoria, como maniobras de vibromovilización, etc.²⁶
- Movilización temprana²⁶
- Paro cardiorrespiratorio
- Recambio de filtros: intercambiador de calor y humedad (*heat and moisture exchanger*, HME), filtro intercambiador de calor y humedad (*heat and moisture exchanging filter*, HMEF) y filtros virales/bacterianos

Equipo de protección personal (EPP) para COVID-19²⁷⁻²⁹

Los EPP se utilizarán sobre la base del riesgo de exposición (tipo de actividad) y la dinámica de transmisión del patógeno (contacto, gotas, aerosoles). El tipo de EPP con el que se entrará a revisar al paciente dependerá del procedimiento por realizar (Figura 1). El EPP nivel 1 se utiliza cuando no hay contacto con pacientes ni riesgo de exposición a fluidos corporales. El EPP nivel 2 se usa cuando hay contacto con pacien-

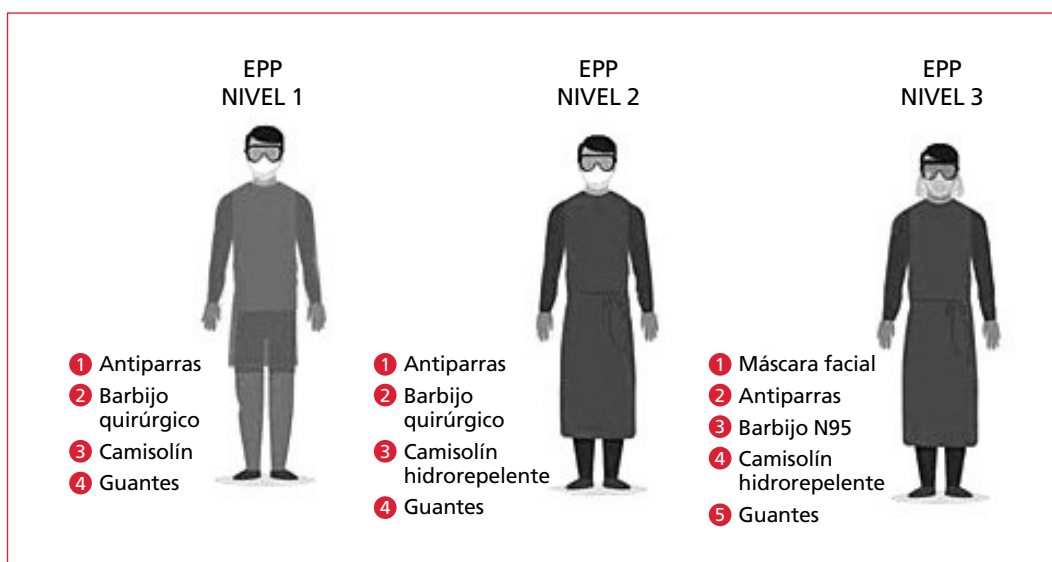


Figura 1. Diferentes niveles de equipo de protección personal (EPP).

tes o riesgo de exposición a fluidos corporales. El EPP nivel 3 se usa cuando se realizan procedimientos que generan aerosoles.

Secuencia de colocación del EPP nivel 3²⁹

1. Lavarse las manos o usar desinfectante a base de alcohol.
2. Ponerse el camisolín hemorrepelente sujeto en la parte posterior del cuello y en la cintura.
3. Colocarse el barbijo N95.
4. Realizar prueba de ajuste del barbijo N95.
5. Colocarse las gafas.
6. Colocarse la máscara facial.
7. Colocarse los guantes cubriendo el puño del camisolín (Figura 2).

Secuencia de retiro del EPP²⁹

1. Alejar el camisolín del torso para romper las tiras de sujeción de la cintura y luego de los hombros, enrollar el camisolín hacia afuera, en forma envolvente y sacarse los guantes junto al camisolín.
2. Lavarse las manos o usar desinfectante a base de alcohol.
3. Quitarse la máscara facial por la parte trasera y colocarla en un recipiente para lavado.
4. Lavarse las manos o usar desinfectante a base de alcohol.
5. Quitarse las gafas desde las patillas y colocarlas en un recipiente para lavado.
6. Lavarse las manos o usar desinfectante a base de alcohol.
7. Quitarse el barbijo N95 trayendo primero hacia adelante el elástico inferior y luego el superior.

8. Lavarse las manos o usar desinfectante a base de alcohol (Figura 3).

Recomendaciones

Recomendamos que todo el personal de cuidados intensivos, sala general y guardias (profesionales de la salud, personal de limpieza, etc.) reciba capacitación en el control de infecciones y en los distintos EPP.

Puntos clave para el uso del EPP:

- colocación correcta del barbijo N95 respecto a la prueba de ajuste,
- supervisión y seguimiento de la colocación y el retiro del EPP por parte de otro miembro del personal debidamente capacitado, con ayuda de una guía o una lista de procedimiento,
- identificar y respetar las áreas delimitadas como antesala o área de cambiado o de limpieza.

Infraestructura edilicia³⁰

La pandemia por SARS-CoV-2 es la tercera infección en dos décadas luego del SARS (2003) y el MERS (2012). Estas situaciones sanitarias generaron mejoras en unidades de cuidados críticos; en muchas instituciones, se agregaron habitaciones de aislamiento con presión negativa después de la epidemia.³¹⁻³³ La unidad de aislamiento con presión negativa es definida como una habitación de atención de pacientes de ocupación única, que debe ser utilizada para aislar a personas con una enfermedad infecciosa transmitida por el aire presunta o confirmada; debe proporcionar una presión negativa en la habitación para que el aire fluya debajo del espacio de la puerta hacia la habitación, con un

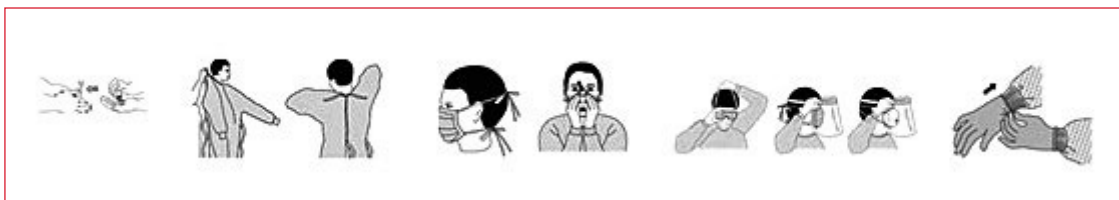


Figura 2. Colocación del equipo de protección personal nivel 3.

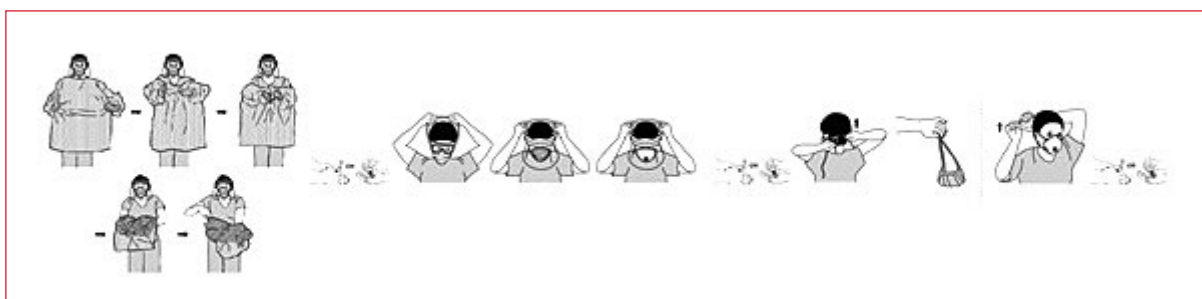


Figura 3. Retiro del equipo de protección personal nivel 3.

flujo de aire de 6-12 recambios de aire por hora, con extracción directa de aire desde la habitación hacia el exterior del edificio o recirculación de aire a través de un filtro HEPA (del inglés *High Efficiency Particulate Air*) antes de volver a la circulación.³⁴

Para mejorar la ventilación, pueden agregarse filtros de aire portátiles que garantizan la eliminación de partículas cuando el recambio es deficiente, aunque depende de la configuración de la habitación, del contenido (es decir, los muebles) y de su diseño.³⁵ Si se utilizan unidades portátiles de grado industrial, estas deben ser capaces de recircular todo o casi todo el aire de la habitación a través del filtro HEPA.³⁶

Se estima que, en situaciones de alta producción viral, por ejemplo, los procedimientos generados por situaciones de aerosolización, la probabilidad de infección con 15 min de exposición en una habitación con ≥ 12 recambios de aire por hora podría ser $< 5\%$ en una unidad de $4 \times 2 \times 3 \text{ m}^3$ donde la dirección del flujo de aire está controlada para contener las infecciones de transmisión aérea y con cierre hermético de puerta. Se pueden colocar accesorios, como UVGI (luz ultravioleta germicida) en los conductos como medida complementaria a la filtración HEPA, pero no reemplazan el filtro HEPA.³⁷

La tasa de ventilación natural inducida por el viento a través de una habitación con dos aberturas opuestas (p. ej., una ventana y una puerta) permite renovar el aire y reducir el porcentaje de virus aerosolizado, puede llegar a tasas de ventilación $> 150 \text{ l/s}$, lo cual puede lograrse con puerta cerrada y ventana abierta. La ventilación natural, en general, puede proporcionar una tasa de ventilación elevada a un costo menor, gracias al uso de las fuerzas naturales y de aberturas grandes, como una ventana. Esto puede calcularse mediante la fórmula de tasa de ventilación y recambio de aire por hora.³⁷ La fórmula de la tasa de ventilación es:

$$\text{tasa de ventilación} = 0,65 \times \text{velocidad del viento (m/s)} \times \text{área más pequeña (m}^2\text{)} \times 1000 \text{ (l/m}^3\text{)}$$

Para una habitación de $3 \times 3 \times 4 \text{ m}^3$, con una puerta de $2,11 \times 0,725 \text{ m}$, la tasa de recambio de aire por hora es de 99 recambios, en tanto que la tasa de ventilación asciende a 988 l/m^3 .

Toma de muestras para el diagnóstico de COVID-19

La definición de caso sospechoso depende de la actualización por parte de los Ministerios de Salud para toda la población.¹ En la situación epidemiológica actual, está indicado que a todos los casos sospechosos de COVID-19, se les realice una toma de muestra para detectar SARS-CoV-2, por reacción en cadena de la polimerasa. Esta es la prueba más utilizada y confiable para el diagnóstico de COVID-19. Proporciona un medio rápido y preciso para amplificar el ADN, es decir, que logra detectar un fragmento del material

genético de un patógeno.³⁸ Permite copiar una pequeña cantidad de ADN millones de veces, suficiente para detectar y confirmar la infección.⁷

Las muestras deben ser recolectadas por personal capacitado y entrenado, bajo estrictas normas de bioseguridad, con EPP de tipo respiratorio (EPP nivel 3) apropiado para realizar las maniobras generadoras de aerosoles. (Véase *Equipo de protección personal (EPP) en COVID-19*).

Las recomendaciones para el diagnóstico de COVID-19 de la Infectious Diseases Society of America sugieren los hisopados nasofaríngeos o de turbina media o nasal en lugar de los hisopados orofaríngeos o de saliva sola para la prueba de ARN del SARS-CoV-2.³⁹ En pediatría, las tomas de muestras pueden ser diferenciadas en:

- Niños de hasta 6 años: aspirado nasofaríngeo
- Niños > 6 años hasta la adolescencia: hisopado nasofaríngeo combinado con orofaríngeo.
- Niños < 5 años: se podrán tomar hisopados del tracto respiratorio superior, según los protocolos de cada institución.

Hisopado nasofaríngeo

Antes de realizar el procedimiento, se debe contar con:

Materiales

- Depresor lingual de madera (bajalengua).
- Hisopo de dacrón flexible de cabeza pequeña para el hisopado nasal de niños < 12 años, inmunosuprimidos y pacientes con riesgo de sangrado.
- Hisopo de dacrón común para el hisopado de fauces en niños > 12 años.
- Tubo de plástico estéril, con tapa a rosca con 2 cm de solución fisiológica.
- Segundo par de guantes.

Etiqueta de identificación del paciente

- Nombre y apellido
- DNI
- Fecha

Recipiente de transporte (triple envase)

- Colocar el tubo que contiene el hisopo en un frasco con tapa a rosca.
- Colocar este frasco dentro de una caja de cartón.

Técnica de hisopado⁷

Posición del niño para la toma de la muestra

Solicitar la colaboración del niño, si es factible, o del familiar a cargo. El niño deberá estar sentado con la cabeza inclinada ligeramente hacia atrás y el mentón sujeto para la toma de ambos hisopados.

Procedimiento

Hisopado nasal⁴⁰

- Tomar el hisopo con la mano hábil (técnica de toma de lápiz).

- Introducirlo en la nariz rotando suavemente para escobillar la superficie de la mucosa nasal.
- Con el mismo hisopo repetir el procedimiento en la otra nariz.
- Colocar el hisopo en el tubo estéril y quebrarle la parte posterior.
- Instilar 2 ml de solución fisiológica en el tubo.
- Cerrar el tubo, introducir en el sistema de triple envase.
- Entregar al personal seleccionado para su posterior estudio.
- Descartar el material utilizado y quitarse el EPP según las normas institucionales.

Recordar: el operador debe colocarse lateral al paciente. Este tipo de procedimiento puede generar estornudos o tos.

Hisopado faríngeo

Abrir la boca del niño, sostener la lengua con el depresor lingual e introducir el hisopo de dacrón, frotar vigorosamente ambas amígdalas y la faringe posterior. Colocar el hisopo en el tubo donde se colocó previamente el hisopado nasofaríngeo (Figura 4).

Aspirado nasofaríngeo

- Paciente acostado.
- Medir con una sonda nasogástrica tipo K33 la distancia entre la nariz y la base del oído; esa porción de la sonda será la que se deberá introducir.
- Conectar la sonda al sistema de aspiración según las normas de la institución.
- Introducir suavemente la sonda hasta la pared posterior de la faringe.
- Realizar la maniobra de aspiración con el sistema de succión.
- Retirar suavemente con movimiento rotatorio.
- Descargar el contenido de la sonda en un tubo de plástico estéril y completar el procedimiento tal como en el apartado anterior.

Transporte de la muestra

Colocar el tubo de plástico con la muestra en la bolsa limpia que se encuentra dentro del termo de plástico, el cual deberá estar previamente abierto. Sacarse el primer par de guantes sucio y anudar la bolsa con guantes limpios. Cerrar el termo con la tapa roja a presión y luego la tapa a rosca para finalmente colocarlo dentro de la bolsa de cartón o de transporte y cerrarla para el correcto traslado de la muestra.

Enviar la ficha epidemiológica aparte de la muestra.

Traslados y circulación hospitalaria

El traslado de pacientes con COVID-19 genera un riesgo tanto para el paciente como para el personal que lo acompaña. Es por ello que se realizará solo cuando sea estrictamente necesario y con la menor cantidad de personal posible. Recordar que este tipo de procedimientos se efectúa para evitar la contaminación de objetos y la generación de fómites.

- Recordar programar, junto al equipo de trabajo, en la medida de lo posible, el traslado teniendo en cuenta:
 - el estado vital del paciente,
 - el reaseguro de los accesos vasculares y de la vía aérea,
 - el funcionamiento y el estado de las baterías de las bombas de infusión,
 - una lista de cotejo de materiales, que siempre reduce el tiempo de preparación del paciente,⁴¹
 - respetar las consideraciones y delimitaciones de pasillos o zonas COVID-19 institucionales.

Paciente con vía aérea natural

- Aislamiento de contacto y de gota.

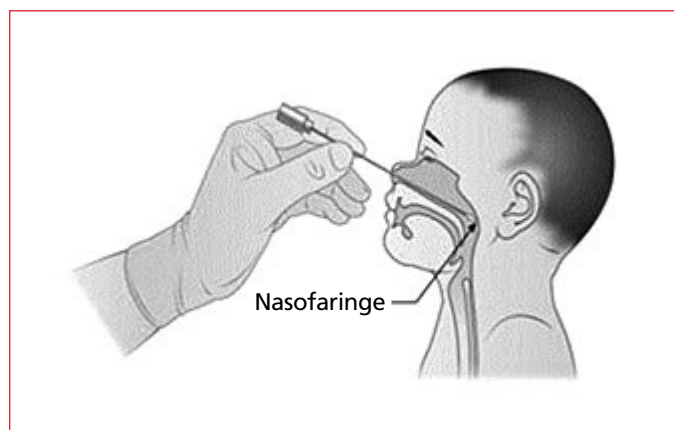


Figura 4. Toma de muestra por hisopado faríngeo.

- Colocarle un barbijo quirúrgico al paciente. Recordar que, por recomendación de la Sociedad Argentina de Pediatría, el uso de barbijo o tapaboca está contraindicado en niños <3 años.⁴²
- Personal de traslado con EPP nivel 2.
- Sábana de plástico transparente por encima de la cúpula o aro. (Se sugiere monitoreo cercano en el caso de implementarse en niños <3 años.)
- Los elementos personales deben ser guardados en una bolsa de plástico.

Paciente con vía aérea artificial

- Aislamiento de contacto, gota y respiratorio.
- Asistencia con bolsa de reanimación tipo Ambú con HMEF conectada a tubo de oxígeno y con válvula de PEEP.
- Personal de traslado con EPP nivel 3.
- Sábana de plástico transparente por encima del paciente.
- Los elementos personales deben ser guardados en una bolsa de plástico.

Se recomienda consultar la Guía de manejo de pacientes adultos críticos para kinesiología intensivista en COVID-19.⁴³

Propuesta de triage

Valoración inicial

Según uno de los primeros informes del Centro de Control y Prevención de Enfermedades de China, se confirmaron 965 pacientes <19 años (2,16%, 965/44.672). Dado el desconocimiento de la infección por SARS-CoV-2, la gravedad de la enfermedad pare-

ce estar estrechamente relacionada con el pronóstico, por lo cual la detección temprana de pacientes críticos y de alto riesgo es primordial.⁴⁴

El Ministerio de Salud de la Nación Argentina establece dentro de sus normas:⁴⁵

- Implementar sectores de *pre-triage* para organizar la atención según la presencia o no de fiebre, de síntomas respiratorios y de contacto con casos de COVID-19.^{2,40,46}
- Implementar el *triage* para clasificar la gravedad del paciente que arriba al hospital y definir la sospecha de COVID-19, así como su rápida asistencia.
- La evaluación inicial del niño deberá realizarse en consultorios destinados para tal fin, con ventilación adecuada y puertas cerradas.
- El abordaje para el manejo clínico de la insuficiencia respiratoria aguda debe realizarse según la clasificación en cuadros clínicos leves, moderados, graves y críticos, en el contexto de la pandemia.

El reconocimiento temprano y la derivación de pacientes son importantes para garantizar una escalada oportuna y segura del soporte respiratorio. El metabolismo basal de los pacientes pediátricos genera un consumo de oxígeno de 6-8 ml/kg/min, el doble que en el adulto (2-3 ml/kg/min). El niño enfermo adapta esta demanda metabólica aumentando su ventilación minuto a partir de una mayor frecuencia respiratoria con un volumen corriente constante de 5 a 7 ml/kg/min, originado por la interacción de mediadores tisulares y del endotelio vascular, células inflamatorias y el sistema neuroendocrino, para hacer frente a la inflamación y la reparación tisular (Figura 5).

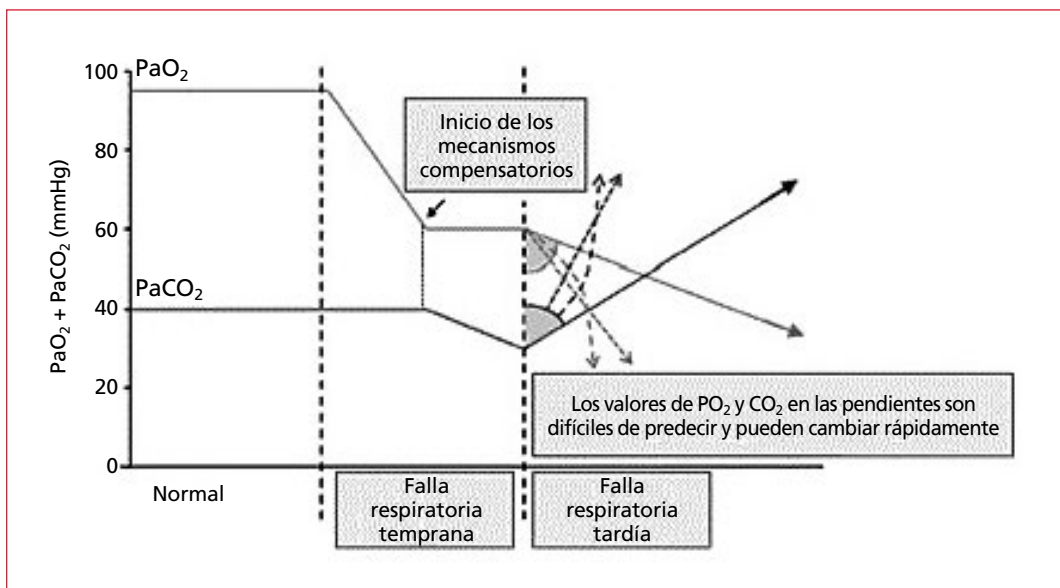


Figura 5. Mecanismos compensatorios en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.

Los puntajes en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda garantizan el uso de datos objetivos que pueden contribuir a ofrecer los cuidados necesarios en el momento y su evolución en el tiempo. Esto incluye la toma de decisiones diagnósticas o terapéuticas, la derivación a los distintos niveles de atención, la elección de diferentes tratamientos, una estrecha relación con la necesidad de una adecuada organización del movimiento del paciente dentro del hospital.

Oxigenoterapia

Iniciar la oxigenoterapia de bajo flujo (cánulas nasales convencionales) para corregir la hipoxemia. Aumentar el aporte de oxígeno según la respuesta clínica (máscara con reservorio). Evitar la humidificación del oxígeno.

Recordar que la dosis de suministro de oxígeno vía cánula nasal es:

- Neonatos: 0,5-1 l/min⁴⁷
- Lactantes: 1-2 l/min
- Niños mayores: 1-4 l/min⁴⁸

Valores de FiO₂ según el tipo de aporte, teniendo en cuenta la dilución producida por la mezcla con el aire ambiente, la ventilación minuto y siempre por debajo de la demanda de flujo inspiratorio del paciente.⁴⁹

- Cánula nasal entre 1 y 6 l/min: FiO₂ aproximada del 28-45%

- Máscara simple con flujos de O₂ entre 6 y 10 l/min: 35-50%
- Máscara con Venturi: FiO₂ entregada desde 24% y 60%.
- Máscara con reservorio con un flujo >10 l/min, una FiO₂ del 80-90% según la presencia de válvulas de no reinhalación en la máscara.

Escalas de valoración clínica

Existen numerosas escalas clínicas que combinan los distintos signos clínicos para valorar la insuficiencia respiratoria aguda y ubicar al paciente según la necesidad de tratamiento.⁵⁰ Entre las más utilizadas, se pueden mencionar la Escala de Tal con una subdivisión entre paciente >6 meses o <6 meses (Tabla 1) y la Escala de Wood-Downes-Ferrés (Tabla 2), aportan un puntaje inicial del cuadro respiratorio con posibilidad de seguimiento y podrían ser utilizadas en el contexto de esta pandemia.

La Escala de Tal distingue tres niveles:

- Leve ≤4 puntos
- Moderada 5-8 puntos
- Grave ≥9 hasta 12 puntos

La Escala de Wood-Downes-Ferrés distingue tres niveles:

- Leve 1-3 puntos
- Moderada 4-7 puntos
- Severa 8-14 puntos

TABLA 1
Escala de Tal

Puntaje	Frecuencia respiratoria		Sibilancias	Cianosis	Retracción
	>6 meses	<6 meses			
0	≤40	≥30	No	No	No
1	41-55	31-45	Fin de espiración con estetoscopio	Perioral al llorar	Subcostal (+)
2	56-70	46-60	Inspiración y espiración con estetoscopio	Perioral en reposo	Intercostal (++)
3	>70	>60	Audibles a distancia	Generalizada en reposo	Supraclavicular (+++)

TABLA 2
Escala de Wood-Downes-Ferrés

Puntos	Sibilancias	Tiraje	Frecuencia respiratoria	Frecuencia cardíaca	Ventilación	Cianosis
0	No	No	<30	<120	Buena y simétrica	No
1	Final de espiración	Subcostal	31-45	>120	Regular y simétrica	Sí
2	Toda inspiración	+ Intercostal	46-60		Muy disminuida	
3	Inspiración y espiración	+ Aleteo nasal			Tórax silente	

Se considera bronquiolitis leve 1-3 puntos, moderada 4-7 y grave 8-14.

Saturación de O₂/Fracción inspirada de O₂ (SpO₂/FiO₂)

Una forma de conocer y controlar la oxigenación es utilizar el índice de saturación SpO₂/FiO₂ para monitorizar, de forma no invasiva, al paciente. Cuando la SpO₂ está por encima del 97%, la curva de disociación de la hemoglobina se encuentra en su meseta, por lo que las variaciones de la oxigenación pasan inadvertidas. Por lo tanto, una SpO₂ de entre 92% y 97% garantiza una lectura más real. Este tipo de control es ideal para los pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria que recién ingresan en el área de emergencia.^{51,52}

Correlación SpO₂/FiO₂ - PaO₂/FiO₂

- Para una PaO₂/FiO₂ de 200 mmHg corresponde una SpO₂/FiO₂ de 201 (sensibilidad 84%, especificidad 78%).
- Para una PaO₂/FiO₂ de 300 mmHg corresponde una SpO₂/FiO₂ de 263 (sensibilidad 84%, especificidad 78%).

Según estudios recientes en niños con COVID-19, solo el 5,2% de 2143 (n = 113) tuvo problemas respiratorios con hipoxemia y el 0,6% (n = 13) progresó a SDRA o disfunción de múltiples órganos.⁵³

Modelo de triage y escalada del tratamiento (Figura 6)

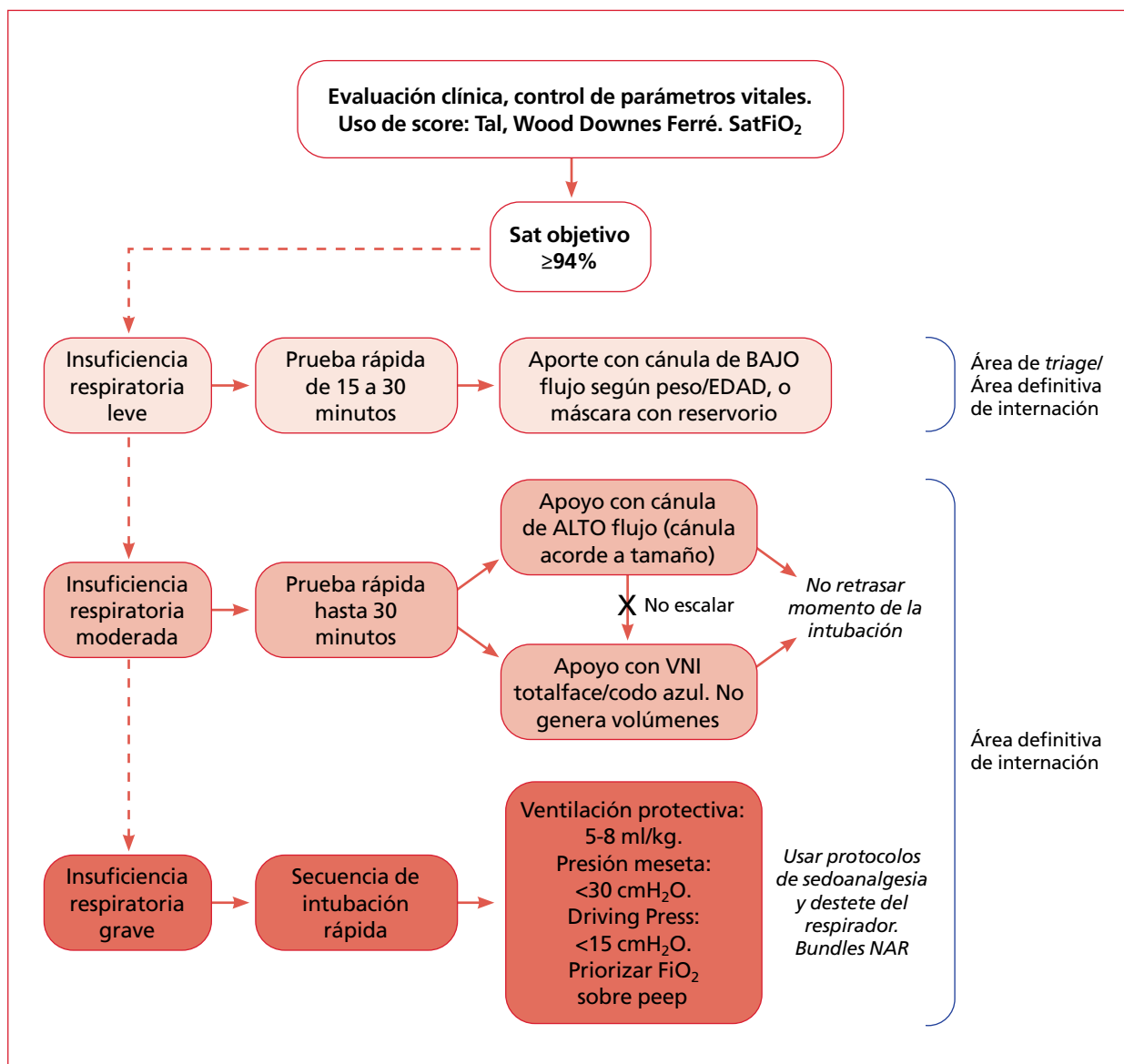


Figura 6. Modelo de triage y escalada en el tratamiento.

Manejo ventilatorio del paciente pediátrico con COVID-19

Las recomendaciones en este apartado sobre la implementación de terapia de alto flujo y ventilación no invasiva están orientadas exclusivamente a la población pediátrica y de acuerdo con lo publicado por el Comité Pediátrico de Neumonología Crítica de la SATI y otras sociedades internacionales. Cabe destacar que el uso de estos tratamientos debe realizarse bajo medidas de máxima bioseguridad tanto para el personal, como para el paciente y su familia.

Terapia de alto flujo

La terapia de alto flujo se encuentra dentro de las situaciones de aerosolización o generadores de aerosoles.⁴⁶ Se recomienda su uso siguiendo estrictos protocolos institucionales de criterios de selección de pacientes y de fracaso del tratamiento con la finalidad de no retrasar la escalada de soporte ventilatorio en aquellos pacientes con enfermedad progresiva, ya que el retraso en la intubación orotraqueal en pacientes pediátricos con SDRA se asocia a una tasa de mortalidad más alta.

El objetivo de la terapia de alto flujo es proveer un flujo calentado y humidificado que supere la demanda inspiratoria del paciente con una FiO_2 conocida a través de una cánula nasal sin superar una oclusión del 50% de la nariz. Al ser un sistema abierto, entre alguno de sus mecanismos de acción, permite el lavado de espacio muerto y genera una leve presión positiva del sistema cuando el flujo que ingresa toma contacto con el flujo espiratorio del paciente. Se trata de una primera línea de tratamiento en cuadros, como bronquiolitis, fuera del área de terapia intensiva.⁵⁴

Los estudios recientes en la población pediátrica sobre la infección por SARS-CoV-2 muestran una clínica asintomática o de formas leves y moderadas. La tasa de mortalidad parece inferior a la de los adultos (<1% de toda la población infectada).⁷ La terapia de alto flujo podría ser un enfoque racional para el apoyo no invasivo en pacientes con presentaciones leves de infección por SARS-CoV-2 (Véase *Signos clínicos*).

La terapia de alto flujo se emplea mucho en diversos escenarios (guardias externas, salas y unidades de terapia intensiva) tanto para neonatos como lactantes y niños. Aunque no se ha podido demostrar su superioridad frente a otros modos de oxigenoterapia (cánula nasal), una amplia línea de investigación con estudios comparativos, observacionales y experimentales muestra una reducción del ingreso en la unidad de cuidados intensivos y a asistencia mecánica respiratoria en pacientes con infección respiratoria aguda baja.^{55,56} Su implementación en pacientes con bajos puntajes definidos por las escalas de Tal y de

Wood-Downes-Ferrés o disnea leve, puede vigilarse con objetivos específicos, ya sea mejoría de los signos vitales o del trabajo respiratorio, según los protocolos de implementación de cada institución. Su correlación con el índice de saturación/ FiO_2 (Sat/FiO_2) permite monitorizar la oxigenación para no retrasar la intubación en esta población.⁵⁷ En este caso, se pueden utilizar tiempos más cortos de evaluación de alrededor de 30-60 minutos.^{58,59}

Dispersión

Estudios experimentales han demostrado que, en los adultos, la dispersión de gota del sistema de alto flujo alcanza aproximadamente una distancia de 60 cm cuando se utiliza con flujo de 60 l/minuto.^{60,61} Si bien no hay estudios de dispersión de los sistemas de alto flujo en pediatría y, si esta es la opción elegida de tratamiento, las medidas de protección del personal de la salud interviniente deben ser de nivel 3 o respiratorio.

Se han llevado a cabo estudios sobre la dispersión de agentes biológicos durante la tos, en la población pediátrica. En un estudio de pacientes con fibrosis quística, se midieron los aerosoles generados durante 5 min de tos voluntaria y durante un procedimiento de esputo inducido, con el objetivo de observar la viabilidad de transmisión por el aire de *Pseudomonas aeruginosa* y otras bacterias gramnegativas con rango de tamaño gota respirable, es decir, $\leq 5 \mu\text{m}$. Se obtuvieron dos muestras, una durante la espirometría y otra durante el estudio de aerosol para la tos. Las muestras de aire tuvieron una alta cantidad de aerosoles en la tos ($p = 0,003$). La magnitud de la tos estuvo asociada con el mayor VEF_1 ($r = 0,45$, $p = 0,02$), el pico flujo espiratorio ($r = 0,36$, $p = 0,079$) y el índice de masa corporal ($r = 0,37$, $p = 0,058$). Las muestras de aire fueron desarrolladas durante 12 min para cada ocasión y, en ese período, se completaron entre 2 y 4 recambios de aire en la habitación, lo cual pudo anticipar que la densidad y la elevada tasa de muestras positivas pueden presentarse en habitaciones menos ventiladas. La conclusión del estudio fue que, durante la tos, los pacientes con fibrosis quística producen aerosoles viables de *P. aeruginosa* y otras bacterias gramnegativas, de tamaño respirable, lo que sugiere una potencial transmisión aérea.⁶²

En otro estudio, se recolectaron muestras de aire de los filtros de habitaciones de 12 niños con *Bordetella pertussis* y 27 niños con VSR en habitaciones individuales o simples. El método utilizado fue la reacción en cadena de la polimerasa. Se detectó *B. pertussis* a 4 m de la cama de los pacientes y ARN del VSR, a 7 metros. La conclusión del estudio fue que este tipo de método puede utilizarse para futuros estudios de control de medidas tendientes a contener infecciones hospitalarias por *B. pertussis* y VSR.⁶³

Implementación

Medidas de seguridad

- EPP nivel 3.
- Habitación individual, con presión negativa con antesala.
- Habitación estándar con áreas despejadas demarcadas para ponerse y quitarse el EPP, con ventilación y filtrado (filtro HEPA).
- Sala o situación de pacientes por cohorte cuando se agoten los aislamientos.³⁰
- Se sugiere iniciar tratamiento con oxígeno nasal de alto flujo en el lugar definitivo de internación del paciente, y evitar traslados intrahospitalarios una vez iniciada la administración.

Colocación de la cánula

- Selección del tamaño adecuado de las cánulas en relación con las narinas (50%).
- Fijación lateral adecuada.
- Considerar el peso de las tubuladuras que no promuevan el movimiento de la cánula fuera de las narinas.
- Si la cánula nasal está mal posicionada, las pérdidas laterales pueden generar una mayor distancia de dispersión. Se debe asegurar el elástico en torno a la cabeza en los niños grandes y ajustar adecuadamente la cánula en los pequeños.

- Se recomienda colocar encima de la cánula un barbijo quirúrgico a los niños >3 años o una carpa de plástico transparente sobre el paciente (Figura 7).

Inicio de la terapia de alto flujo

- Montar el sistema con el flujo APAGADO.
- Fijar la cánula al paciente y conectar la tubuladura con el flujo APAGADO.
- Una vez colocada la cánula y montado el sistema, seleccionar el flujo y la FiO₂ según el algoritmo institucional.
- Si se utiliza un generador de flujo, encenderlo una vez que el paciente esté conectado al sistema.

Recomendaciones

- Su combinación con la posición prona parece obtener buenos resultados, mejora la oxigenación en adultos con COVID-19.^{33,64}
- Recordar extremar el tiempo del tratamiento a fin de no retrasar la intubación.⁵⁷
- Disponibilidad de ventilación mecánica invasiva.

Ventilación mecánica no invasiva

La VMNI mejora el intercambio gaseoso, disminuye el trabajo de los músculos inspiratorios, con una mejoría de la ventilación alveolar en ausencia de un tubo endotraqueal (TET). Este tratamiento ha



Figura 7. Carpa de plástico en terapia de alto flujo.

permitido disminuir una proporción de pacientes que requirieron intubación orotraqueal e ingreso en ventilación mecánica invasiva. Esto hace posible reducir el uso de sedantes y las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica invasiva.⁶⁵

Elección del equipo y armado

Respiradores microprocesados con programa de ventilación no invasiva

Estos equipos serán la primera elección cuando se decide realizar soporte no invasivo en pacientes con COVID-19, ya que aseguran una menor dispersión, porque es un sistema cerrado de ventilación con doble rama.

El armado y el control inicial del equipo no difieren del habitual, **se debe colocar un filtro viral/bacteriano (HEPA) en la rama espiratoria**. Puede utilizarse humidificación activa o pasiva, esta última no tiene altos niveles de recomendación en pediatría y su uso en VMNI no está ampliamente estudiado. Si se opta por esta última HMEF, se debe colocar entre el codo azul de la interfaz y el conector en Y en la siguiente secuencia:

Interfaz no ventilada → codo azul → filtro humidificador antibacteriano/viral en la entrada espiratoria del ventilador (Figura 8).

Si se opta por la humidificación activa, no es necesario colocar un HMEF entre el codo azul y la conexión en Y (Figura 9).

Recordar que la sujeción de la VMNI es fundamental para reducir las posibles fugas de la interfaz.

Equipos de ventilación no invasiva con flujo continuo

Los ventiladores específicos de VMNI podrían tener algunas ventajas sobre los equipos de ventilación convencional con módulo de VMNI.

Al contar con una rama o tubuladura y un puerto exhalatorio, se debe adecuar para pacientes con COVID-19 presunto o confirmado, respecto al armado:

- Interfaz no ventilada → codo azul → humidificador pasivo/ filtro antibacteriano/viral → puerto exhalatorio → rama del ventilador (Figura 10).
- Interfaz no ventilada → codo azul → puerto exhalatorio y, en su salida, filtro antibacteriano/viral → rama del ventilador (Figura 11).

Interfaz

El uso de interfaz facial puede disminuir el riesgo de aerosolización:

- si no se cuenta con ella, se podrá utilizar la interfaz oronasal sin orificio de fuga,
- en ambos casos, el puerto exhalatorio no debe estar incorporado en la interfaz.

En cualquier escenario posible, la VMNI debe estar humidificada. En pacientes pediátricos, no es común el uso de humidificadores pasivos por la resistencia que estos generan en el sistema. Si hay dificultad en el gatillado inspiratorio, se elegirá la humidificación activa, utilizando filtro viral/bacteriano en la rama espiratoria y supervisando las conexiones.

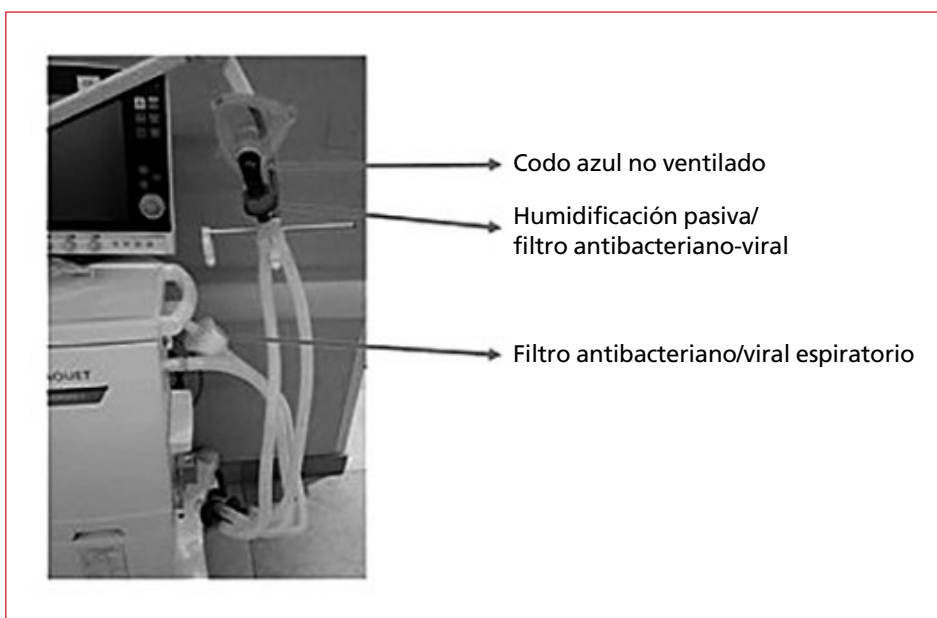


Figura 8. Circuito ventilatorio para ventilación mecánica no invasiva con respirador microprocesado y HMEF.

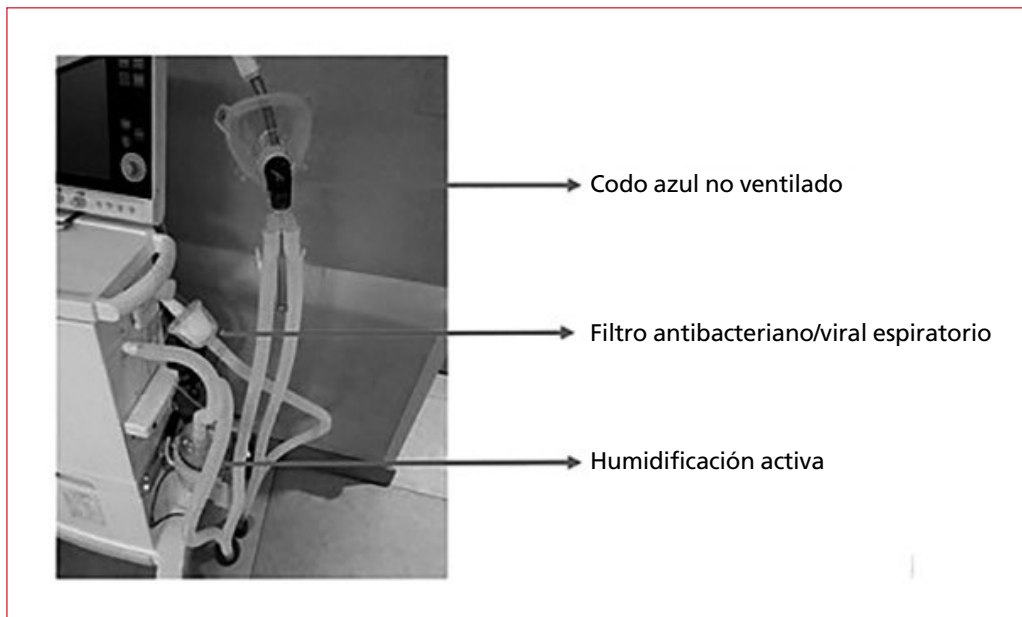


Figura 9. Circuito ventilatorio para ventilación mecánica no invasiva con respirador microprocesado y humidificación activa.



Figura 10. Circuito ventilatorio para ventilación mecánica no invasiva con equipo de flujo continuo con HMEF.

Bioseguridad en la VMNI

EPP

- EPP nivel 3 (Véase *Equipo de protección personal para COVID-19*)
- Proteger los equipos para evitar la aerosolización.
- Controlar las fugas que se pueden ocasionar alrededor de la interfaz.
- Realizar el tratamiento con VMNI en el lugar definitivo de internación.

Retiro de la interfaz

El retiro de la interfaz solo debe efectuarse para:

- controlar la presión generada en la cara,
- reducir las fugas alrededor de la interfaz,
- mejorar la sujeción del arnés.

SECUENCIA PARA EL RETIRO DE LA INTERFAZ

- Colocar el equipo en modo en espera (*standby*).
- Retirar la interfaz

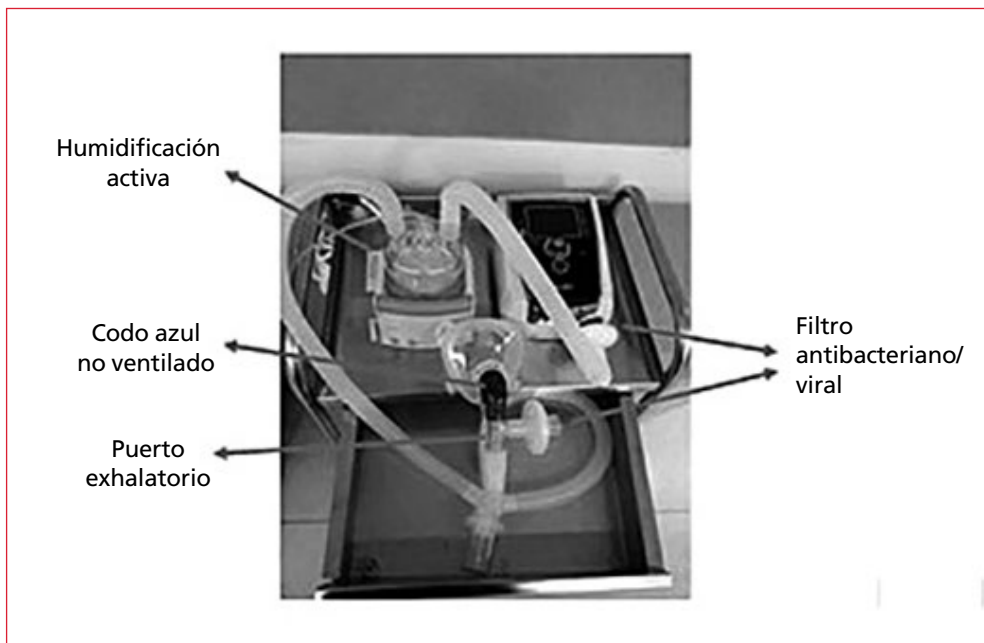


Figura 11. Circuito ventilatorio para ventilación mecánica no invasiva con equipo de flujo continuo con humidificación activa.

- Administrar el oxígeno suplementario a través de una cánula nasal de bajo flujo hasta 4 l/min o una máscara con reservorio y cubrir por encima con un barbijo quirúrgico en pacientes >3 años.

SECUENCIA PARA REINICIAR LA VENTILACIÓN NO INVASIVA

- Colocar la máscara con el equipo en modo en espera (*standby*).
- Asegurar adecuadamente la interfaz evitando el riesgo de fugas.
- Finalmente iniciar la ventilación.

Intubación y ventilación mecánica invasiva

El abordaje desde la instrumentación de la vía aérea hasta la ventilación requiere el uso de EPP nivel 3. Esto puede suceder fuera del área de cuidados intensivos para todas las posibles estrategias ventilatorias, el traslado del paciente con soporte ventilatorio y el destete del respirador en un paciente con insuficiencia respiratoria aguda y COVID-19 presunto o confirmado.

Bioseguridad

El kinesiólogo participa en los procedimientos relacionados con la manipulación de la vía aérea y riesgo de contacto con secreciones, aerosolización, apertura del circuito ventilatorio para cambio del HMEF, entre otras; por lo tanto, la recomendación es usar **EPP nivel 3** (Véase *Equipo de protección personal para COVID-19*).

Intubación

Las guías del Ministerio de Salud de la Nación⁶⁷ recomiendan y describen la secuencia de intubación rápida como la mejor estrategia para proceder en un paciente con sospecha o confirmación de COVID-19. El objetivo de la secuencia de intubación rápida en estos pacientes es reducir la dispersión por gota del virus dado que el procedimiento es generador de aerosoles.

- Requiere del mínimo necesario de personal presente en el procedimiento dentro de la habitación:
 - El médico más idóneo para realizar la intubación a fin de reducir, al mínimo, los intentos.
 - Un enfermero para la preparación y la administración de drogas, y el monitoreo de parámetros vitales.
 - Un kinesiólogo para asistencia y sostén de la vía aérea, ajuste del ventilador mecánico y conexión a este.
- Se debe preoxigenar con FiO₂ al 100% con máscara con reservorio, evitando la ventilación manual con bolsa autoinflable. De requerirse, utilizar la técnica de dos operadores para optimizar el sellado y colocar el filtro entre la bolsa y la máscara.
- Insuflar el balón antes de la conexión al respirador.
- Comprobar la colocación del filtro espiratorio en el respirador.
- Realizar el descarte del material utilizado en la zona específica dentro de la habitación.

- Desinfectar adecuadamente el material usado (p. ej., laringoscopia) con EPP.
- Retiro del EEP en forma guiada.

Circuitos de ventilación

En pediatría, se deben hacer ciertas consideraciones respecto a la incorporación de filtros y distintos sistemas de humidificación al circuito ventilatorio, ya que estos impactan y modifican el volumen compresible, el espacio muerto y la resistencia.

Selección de las ramas del respirador

- Neonatal (10 mm) hasta 10 kg
- Pediátrico (15 mm) hasta 20 kg
- Adulto (22 mm) a partir de 20 kg

Humidificación

Humidificación activa

Se recomienda ampliamente la humidificación pasiva durante esta pandemia.⁴³ Si bien el sistema ideal es la humidificación pasiva por generar menos aerosolización y contaminación por el SARS-CoV-2, su uso en pediatría no está ampliamente recomendado.

La humidificación activa en pediatría es considerada, en términos de calor y humedad, el método óptimo de acondicionamiento del gas, pero depende, en gran medida, de la temperatura ambiental, por lo que su tendencia es la de generar condensación y acumulación de material húmedo en el circuito. Para realizar la ventilación mecánica en pacientes infectados por un virus de alta carga viral con transmisión por gota y aerosoles, se deben reducir los riesgos de exposición, por lo que se debe evitar la apertura del circuito ventilatorio para el vaciado de las trampas de agua, entre alguna de las causas de apertura del circuito. Recordar que los excesos de humedad en el circuito les restan eficiencia a los filtros.⁶⁸ En caso de optar por la humidificación activa, se recomienda el uso de circuitos calentados y calefaccionados, preferentemente de ambas ramas. De esta manera, se evitan la condensación y los problemas que acarrea el manejo del material contaminado.

Si se cuenta con circuito con cable calentador solo en una rama, estos, por lo general, poseen una trampa de agua en el lado espiratorio. Recordar dejar en posición dependiente para favorecer el drenaje sin redirigir el material hacia la carcasa del sistema.

Se debe utilizar filtro bacteriano/viral en la rama espiratoria del respirador.

Humidificación pasiva

En sujetos con respiración espontánea, los gases inspiratorios son calentados y humidificados en la cavidad nasal y en la faringe; alcanzan una temperatura de 37 °C y una humedad absoluta de 44 mg/l en la segunda bifurcación bronquial. En pacientes con ventilación mecánica, los gases requieren calentamiento y humidificación, dado que su inadecuado tratamiento

induce la sequedad de la vía aérea con destrucción del epitelio local e hipotermia. La American Association of Respiratory Care recomienda que los gases inspiratorios deben alcanzar una temperatura >30 °C y una humedad absoluta >30 mg/l.⁶⁹

Los HME se utilizan comúnmente para calentar y humedecer los gases medicinales durante la ventilación mecánica; estos retienen el calor y la humedad exhalada, lo que permite el acondicionamiento del gas durante la inspiración.⁷⁰

El rendimiento varía según el modelo y se ve afectado por la ubicación, el volumen corriente y el volumen minuto. En los niños, el agregado de un HME puede sumar espacio muerto y resistencia en el sistema respiratorio, con tendencia a la humidificación inadecuada si el uso es a largo plazo.⁷¹ Deben ser incluidos en el procedimiento de calibración del respirador. Su uso, en este contexto, queda a criterio de cada institución.

FILTROS VIRALES/BACTERIANOS

Los circuitos de ventilación mecánica utilizados en la unidad de terapia intensiva son abiertos dado que liberan el aire exhalado a la atmósfera.⁶⁸ El aerosol diseminado puede crear una vía potencial de infecciones intrahospitalarias entre los pacientes, con riesgo de exposición para todo el personal.

Existen dos tipos de filtros virales/bacterianos: los mecánicos y los electrostáticos.

Los filtros mecánicos son los más grandes y de mayor resistencia. Dentro de ellos se observa una lámina plegada sobre sí misma que ocupa gran parte del espacio con el objetivo de reducir el espacio muerto y la resistencia, otra de sus características es que son hidrófobos.

Los filtros electrostáticos son más pequeños, solo se observa una lámina de fibra de vidrio, motivo por el cual ofrecen menor resistencia y espacio muerto. Estas son características por considerar al evaluar su uso un paciente pediátrico.

El filtro electrostático se mide en porcentaje de eficiencia, es decir, el porcentaje de atrapamiento de partículas que quedan en el filtro una vez que es atravesado por el flujo.

Las empresas que los comercializan declaran una capacidad de filtrado viral para los "filtros electrostáticos" del 99,99% (equivalente a un HEPA entre 12-14). El diámetro de las partículas habitualmente utilizadas para testear estos filtros es de 0,3 micras, con flujos de 15 a 30 l/min tanto para niños como para adultos, de acuerdo con los estándares de los entes mundiales de regulación de productos sanitarios.

El tamaño de la partícula de COVID-19 que transporta el virus es de 5-10 micras y puede alcanzar un tamaño <5 micras aerosolizado (manejo de la vía aérea, VMNI, succión abierta, etc.). En este escenario de partículas más pequeñas, se recomienda un nivel de protección N95 (equivalente a HEPA 11) o supe-

rior, nivel en el cual también se encuentran los filtros electrostáticos.^{1,43}

FILTROS INTERCAMBIADORES DE CALOR Y HUMEDAD (HMEF)

Los HMEF son la combinación de un sistema de humidificación pasiva con un filtro electrostático.

CONSIDERACIONES PARA LA HUMIDIFICACIÓN PASIVA EN PEDIATRÍA

El rango de peso y edad de los pacientes pediátricos es muy amplio, lo que hace imposible adaptar un único tamaño del HMEF para este grupo (3-70 kg). El criterio para seleccionar el tamaño adecuado del HMEF es el volumen corriente con el que se ventilará a ese paciente. En el mercado, existen varias marcas que ofrecen el rango neonatal, neo/pediátrico y pediátrico, pero este aspecto no está estandarizado, por lo cual recomendamos leer atentamente las especificaciones antes de utilizarlo para no cometer errores y perjudicar al paciente.⁷¹

El uso de HMEF aumenta el espacio muerto, lo que puede provocar un impacto en la ventilación de los pacientes pediátricos, sobre todo de quienes pesan <20 kg y en condiciones de ventilación protectora con el uso de volúmenes bajos.^{72,73}

Características por tener en cuenta al incorporar este material:

- Capacidad de suministrar una humedad absoluta >30 mg/l
- Liviano
- De baja resistencia (<5 cm H₂O/l/segundos)
- Bajo espacio muerto (<30 ml)
- Higroscópico con capacidad de filtrado (en lo posible)
- Rango pediátrico. Considerar que se necesita más de un tamaño para cubrir todo el rango.

COLOCACIÓN Y USO

El HMEF se debería colocar entre el sistema de aspiración cerrada y la "Y" del circuito. En pediatría, hay que tener ciertas consideraciones para la selección adecuada del HMEF y es en relación con el volumen corriente con el que será ventilado el paciente, ya que la eficiencia del dispositivo en términos de humedad depende estrechamente de la cantidad de gas por acondicionar.

- Recambio programado: los fabricantes de HMEF recomiendan su recambio cada 24 h. Quedaría a criterio de cada institución si se decide prolongar su uso hasta 48 h o más.⁷⁴
- Recambio no programado: realizarlo si hay impacción de secreciones, exceso de humedad (lo que podría aumentar la resistencia), humidificación ineficiente, ruptura.

RECAMBIO DEL HME/HMEF/FILTRO

Procedimiento sugerido con dos operadores y **EPP nivel 3**

- Preparación del material.

- Preoxigenar.
- Aspiración de secreciones con el sistema de aspiración cerrada.
- Poner en modo en espera (*standby*) el respirador.
- Clampear el TET si el paciente no tiene respiración espontánea.
- Reemplazar el HMEF.
- Cerrar el circuito ventilatorio.
- Desclampear el TET.
- Dar inicio nuevamente al respirador.

Aclaración: los HME/HMEF se adquieren por tamaño en relación con el volumen corriente de los pacientes, los filtros son universales.

Estrategia ventilatoria en pacientes con COVID-19

Frente a pacientes con COVID-19 presunto o confirmado, se recomienda:

- Ventilación protectora^{46,51,75}
 - Volumen corriente ≤8 ml/kg
 - Presión meseta ≤28-32 cmH₂O
 - Presión de distensión ≤15 cmH₂O

PEEP óptima para una adecuada oxigenación

- Tener en cuenta las terapias coadyuvantes, como el decúbito prono y el óxido nítrico.^{46,59}
- Bloqueo neuromuscular según el requerimiento clínico.
- Se debe considerar con precaución el uso de ventilación de alta frecuencia, ya que hay poca o ninguna experiencia con esta modalidad.⁴⁶

Manejo de la vía aérea artificial

Sistema de aspiración cerrado

Se recomienda el uso de sistemas de aspiración cerrada de secreciones con el fin de mantener cerrado el circuito ventilatorio y evitar la dispersión de aerosoles al aire ambiental.

CAMBIO DEL SISTEMA CERRADO DE ASPIRACIÓN

Realizar el cambio del sistema de aspiración cerrada según las normas de cada institución, o por daño del material u obstrucción con la siguiente secuencia:

- Dos operadores con EPP nivel 3.
- Preparación del material necesario para el recambio.
- Uso de doble guante, el externo estéril.
- Clampear el TET con pinza Kocher, asegurarse antes de que el paciente esté sedado (RASS -3).
- Colocar en modo en espera (*standby*), a fin de detener el flujo de aire del respirador.
- Conectar el nuevo sistema al circuito y, por último, reiniciar la ventilación.
- Controlar los parámetros vitales y el monitoreo ventilatorio.

Aspiración con sistema de aspiración abierto

- Dos operadores con EPP nivel 3.
- Uso de doble guante, el externo estéril.

- Preparación del material (sonda de aspiración conectada al sistema central).
- Utilizar carpas plásticas transparentes sobre el área facial del paciente para reducir la dispersión.
- Preoxigenar al paciente con FiO_2 al 100% para mejorar la caída de oxígeno.
- Trabajar con un colaborador desde fuera de la habitación, planear con el equipo cómo será la comunicación.
- Observar siempre los parámetros vitales.
- Colocar en modo en espera (*standby*) el respirador, a fin de detener el flujo de aire.
- Desconectar al paciente y realizar la aspiración de la vía aérea (10-15 segundos).
- Reconectar y reiniciar la ventilación.

Repetir el procedimiento solo cuando sea necesario y en el menor tiempo posible. Evitar instilar. Asegurar una adecuada humidificación.

Reubicación y refijación del TET

No se recomienda el cambio de fijación del TET rutinario en pacientes con COVID-19, pero si es necesario realizar la maniobra para la reubicación del TET, implementar la siguiente secuencia:

- Dos operadores con EPP nivel 3.
- Preparar el material necesario.
- Asegurarse antes de que el paciente esté sedado (RASS -3).
- Un operador retira la fijación mientras que el segundo sostiene el TET.
- Colocar el equipo en modo en espera (*standby*).
- Aspirar las secreciones orofaríngeas.
- Desinflar el balón.
- Retirar o introducir el TET.
- Inflar el balón.
- Iniciar la ventilación.
- Refijar el TET.

Utilización de bolsa autoinflable

Si es necesario realizar procedimientos vinculados a la vía aérea artificial del paciente, se coloca un filtro HMEF.

RETIRO DEL RESPIRADOR E INICIO DE LA VENTILACIÓN MANUAL

- EPP nivel 3.
- Asegurar un nivel de sedación profunda (RASS -3).
- Interponer un HMEF entre el conector de la bolsa autoinflable y el conector del TET.
- Asegurarse de que el balón esté adecuadamente inflado para evitar la pérdida alrededor del tubo.
- Colocar gasas en la boca del paciente para evitar la dispersión.
- Colocar el equipo en modo en espera (*standby*).
- Clampar el TET con pinza Kocher.
- Conectar la bolsa autoinflable al TET.
- Abrir el flujo de oxígeno.
- Desclampar el TET.
- Iniciar la ventilación manual.

FIN DE LA ASISTENCIA MANUAL Y REINICIO DE LA VENTILACIÓN

- EPP nivel 3.
- Cerrar el flujo de oxígeno.
- Desconectar la bolsa con el HMEF del TET.
- Conectar el TET al circuito del equipo de asistencia ventilatoria mecánica.
- Iniciar la ventilación.
- Guardar la bolsa autoinflable con el HMEF en una bolsa plástica cerrada.

PRUEBA DE VENTILACIÓN ESPONTÁNEA Y EXTUBACIÓN

PROGRAMADA

Realizar la prueba de ventilación espontánea según el algoritmo de la institución. Se recomienda utilizar una prueba con modo presión soporte de 5 cmH_2O y PEEP de 5 cmH_2O , o CPAP. El test de fuga no está recomendado, y su uso debe estar circunscrito a pacientes con antecedentes de vía aérea dificultosa.⁴⁶

- EPP nivel 3 para dos operadores.
- Aspirado de fauces con sonda de aspiración. Evitar generar reflejo nauseoso.
- Despegar las cintas de fijación del TET.
- Colocar una jeringa en el puerto del balón testigo del TET.
- Aspirar el TET con sistema cerrado.
- Colocar en modo en espera (*standby*) el ventilador antes de la extubación.
- Desinflar el balón testigo del TET.
- Retirar el TET.
- Descartar los elementos en el campo o la bandeja destinados para tal fin.
- Aspirar fauces con una sonda de aspiración (tipo K30).
- Apagar el ventilador.
- Colocar el sistema de oxigenoterapia (de preferencia máscara con reservorio) preseleccionado y colocar un barbijo al paciente.

Manejo del paciente traqueostomizado con COVID-19

La cánula de traqueostomía es una vía aérea artificial, de diferentes tamaños, según la contextura y la edad del paciente. La cánula de traqueotomía posee varias funciones:⁷⁶

- administrar ventilación con presión positiva,
- proporcionar una vía aérea permeable,
- proteger contra la aspiración,
- proporcionar acceso a las vías respiratorias inferiores para su higiene.

Recomendaciones

- Colocar al paciente debajo de una carpa de plástico transparente para evitar la dispersión de gotas y aerosol, difícil de controlar, sean traqueales o bucales.
- Si hay una cánula de traqueostomía sin balón, cambiar a cánula con balón para evitar fugas. Consensuar con el equipo de salud la consideración de sedación para disminuir el reflejo de la tos.

- Conexión al respirador (Véase *Intubación y Ventilación mecánica invasiva*).
- Utilizar circuito cerrado de aspiración y HMEF según el peso y la edad.
- Se debe suspender el entrenamiento ventilatorio, como el tapón de traqueostomía, válvulas fonatorias o ventilación a fuga.

Movilización temprana

La debilidad de los pacientes críticos adquirida en la unidad de cuidados intensivos es una entidad que surge de las múltiples afecciones por las que atraviesan, como sepsis grave y falla de múltiples órganos, así como las relacionadas con agentes farmacológicos, como corticoides y relajantes musculares. Esto contribuye a retrasar la recuperación del paciente, generando morbilidad, secuelas físicas a corto y largo plazo, con alto riesgo de muerte.⁷⁷ Por definición, la debilidad adquirida en la unidad de cuidados intensivos es una tetraparesia o tetraplejía frecuentemente simétrica, con hiporreflexia o arreflexia, pérdida de masa muscular y dificultad para el destete de la ventilación mecánica; puede afectar los nervios (polineuropatía del paciente crítico), los músculos (miopatía del paciente crítico) o ambos.⁷⁸

La evidencia actual y las guías clínicas mencionan que la kinesioterapia respiratoria y motora son beneficiosas en pacientes con COVID-19.⁷⁹ Esto implica que la movilización temprana o precoz como estándar de cuidado puede disminuir o atenuar las complicaciones asociadas a la estancia en la unidad de cuidados intensivos, con lo que, a su vez, se pueden reducir los costos hospitalarios.⁸⁰

La incidencia de debilidad adquirida en la unidad de cuidados intensivos entre pacientes pediátricos críticos es del 30-50%. Varias razones explican su incidencia variable en los artículos publicados; hay poco reconocimiento del síndrome clínico en esta cohorte de pacientes.⁸¹

Estudios recientes en la población pediátrica han mostrado que la implementación de un plan de movilización temprana es segura y viable. Se puede realizar dentro de las 18 h del ingreso para pacientes no ventilados y las 48 h para pacientes con ventilación mecánica.⁸²

Los kinesiólogos desempeñan un papel fundamental en el armado, la ejecución y el seguimiento de los planes de movilización temprana y son los que acompañarán en el proceso de rehabilitación a través de movilizaciones pasivas, activo-asistidas, activas o resistidas para mantener o mejorar la integridad articular, el rango de movimiento y la fuerza muscular.²⁶

Plan y ejecución de la movilización temprana

- En el paciente con estabilidad respiratoria y hemodinámica, se debería implementar un protocolo

de movilización a partir de las primeras 48 horas. El método más apropiado es adecuar el nivel de movilidad que le corresponda según su estado de conciencia y colaboración.⁸³

- Tomar las precauciones para la transmisión por gota y por contacto con el paciente con EPP nivel 3 o respiratorio. Su trabajo implica una cercanía inferior al metro distancia respecto del paciente.

Secuencia segura para la movilización temprana

- Utilizar EPP nivel 3.
- Realizar el control y monitoreo de la vía aérea artificial y del balón para reducir las fugas alrededor del TET.
- Observar los lugares donde se hallan los accesos vasculares y evaluar si es factible realizar la movilización del segmento involucrado y si los prolongadores de las vías permiten la libertad de movimiento sin poner en riesgo el acceso vascular.
- En pacientes >3 años con ventilación espontánea, se recomienda el uso de mascarilla quirúrgica durante la intervención, para reducir la exposición del profesional a la propia aerosolización del niño y prevenir posibles episodios de tos y expectoración que pueden provocar la movilización y el ejercicio.⁴²
- Realizar actividad según el protocolo de movilización temprana de la institución, adecuándolo al nivel de sedoanalgesia del paciente.

Distanciamiento social en el lugar de trabajo

Es de vital importancia respetar las medidas de protección personal no solo frente al paciente con COVID-19, sino también en el lugar de trabajo, a fin de reducir la transmisión del virus.

- Utilizar un barbijo quirúrgico dentro de la institución.
- En las reuniones de trabajo, permanecer con barbijo, se puede establecer un circuito de descanso con los compañeros en forma consensuada. (Por ejemplo, en una reunión de tres personas, rotar el retiro uno por vez) por un corto tiempo.
- Promover el desarrollo de las comunicaciones virtuales.
- Diseñar, para los momentos de ingesta (almuerzo, merienda, cena), reuniones de personal con distanciamiento de 1 m frente a la mesa con el sistema de rotación de descanso de barbijo.
- Tener como hábito la higiene de las manos y los utensilios antes de utilizarlos y después (incluye mesa, mesadas y cocina).
- Compartir dudas frente a situaciones no definidas de transmisión, su resolución puede facilitar el desenvolvimiento de una tarea de manera más segura.

Riesgo para los profesionales de la salud

En el momento de redactar esta recomendación, no había estudios publicados sobre la prevalencia e incidencia del COVID-19 entre los profesionales de la salud. Se estima que el 40-70% del personal puede dejar de trabajar durante una pandemia de gripe.⁸⁴

Conclusiones

La escasa información sobre la presentación y el curso clínico de la infección por SARS-CoV-2 en pediatría no permite efectuar recomendaciones específicas para este rango etario.

Dado el desconocimiento de nuestro sistema inmunitario, en particular la respuesta pediátrica y la falta de vacunas contra este virus, la mejor manera de reducir, al mínimo, la pérdida de vidas y los casos graves que requieren cuidados intensivos es intentar proteger a grupos de individuos vulnerables y ralentizar la propagación del virus. Es necesario identificar rápidamente a los pacientes que sufren las formas leves de la enfermedad, a fin de poder reducir el uso de respiradores y de no generar desborde de las terapias intensivas.

Es de vital importancia entrenar a los trabajadores de la salud en la implementación de medidas de control de infecciones, reconocimiento y manejo del equipamiento de protección personal frente al paciente y sostener las medidas dentro del ámbito hospitalario donde se trabaja. Del mismo modo, si su actividad se realiza en la unidad de terapia intensiva pediátrica, el profesional debería contemplar la variabilidad de esta población en términos de edad, tamaño y desarrollo, y tener en cuenta estos aspectos a la hora de tomar decisiones para la optimización de la aerosolterapia, el soporte ventilatorio, la humidificación, la oxigenoterapia, los sistemas de filtración y la movilización temprana.

Agradecimientos

A Noelia Abete, Mariana Aquim, Alfredo Cordido, Patricia González, Marisel Mimisa, Alcira Molina, Mariela Ricciardelli, Natalia Schwab por la colaboración en el armado, la lectura y la revisión de este documento.

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Ministerio de Salud de la República Argentina. Vigilancia, diagnóstico y manejo institucional de casos de pediatría. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/salud/coro->

- navirus-COVID-19/casos-pediatria. (Consulta: 12 de abril, 2020)
- Zheng F, Liao C, Fan QH. Clinical characteristics of children with coronavirus disease 2019 in Hubei, China. *Curr Med Sci* 2020; 40(2): 275-280. <https://doi.org/10.1007/s11596-020-2172-6>
 - World Health Organization. WHO announces COVID-19 outbreak a pandemic. Disponible en: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/3/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic>. (Consulta: 12 de marzo, 2020)
 - Yan-Rong Guo, Qing-Dong Cao, Zhong-Si Hong, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Mil Med Res* 2020; 7(11): 11. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0>
 - Cruz AT, Zeichner SL. COVID-19 in children: initial characterization of the pediatric disease. *Pediatrics* 2020; 145(6): e20200834. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-0834>
 - Singhal T. A review of coronavirus disease-2019 (COVID-19). *Indian J Pediatr* 2020; 87(4): 281-286. <https://doi.org/10.1007/s12098-020-03263-6>
 - Ministerio de Salud de la República Argentina. Nuevo coronavirus COVID-19. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19>. (Consulta: 26 de marzo, 2020)
 - Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Med* 2020; 46(6): 1099-1102. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06033-2>
 - Sociedad Latinoamericana de Cuidados Intensivos Pediátricos. Recomendaciones del Comité Respiratorio en el contexto de infección por SARS-CoV-2 (COVID-19). Disponible en: <http://www.slacip.org>. (Consulta: 22 de junio, 2020)
 - Sociedad Argentina de Cardiología. Coronavirus. Todo lo que tenés que saber de la pandemia COVID-19. Disponible en: <https://www.sac.org.ar/coronavirus>. (Consulta: 18 de abril, 2020)
 - Vaduganathan M, Vardeny O, Michel T, et al. Renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors in patients with Covid-19. *N Engl J Med* 2020; 382(17): 1653-1659. <https://doi.org/10.1056/NEJMsr2005760>
 - Weiyong Liu, Qi Zhang, Junbo Chen, et al. Detection of Covid-19 in children in early January 2020 in Wuhan, China. *N Engl J Med* 2020; 382(14): 1370-1371. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2003717>
 - Simon K, Hollander G, McMichael A. Evolution of the immune system in humans from infancy to old age. *Proc Biol Sci* 2015; 282(1821): 20143085. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.3085>
 - Nickbakhsh S, Mair C, Matthews L, et al. Virus-virus interactions impact the population dynamics of influenza and the common cold. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2019; 116(52): 27142-27150. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911083116>
 - Brodin P. Why is COVID-19 so mild in children? *Acta Paediatr* 2020; 109(6): 1082-1083. <https://doi.org/10.1111/apa.15271>
 - Sociedad Argentina de Pediatría. Reuniones y documentos con actualización permanente sobre coronavirus- Covid-19. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/publicaciones/contenidos-extras/23/reuniones-y-documentos-con-actualizacion-permanente-sobre-coronavirus-covid-19.html>. (Consulta: 12 de abril, 2020)
 - Sociedad Argentina de Pediatría. Reuniones y documentos con actualización permanente sobre coronavirus- Covid-19. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/publicaciones/contenidos-extras/23/reuniones-y-documentos-con-actualizacion-permanente-sobre-coronavirus-covid-19.html>. (Consulta: 22 de abril, 2020)

18. Ministerio de Salud de la República Argentina. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001962cnt-covid-19-estrategias-abordaje-infeccion-resp-aguda-pediatrica-2y3-nivel-pandemia.pdf>. (Consulta: 23 de junio, 2020)
19. Davis A, Carcillo J, Aneja R, Deymann A, Lin J. American College of Critical Care Medicine Clinical Practice Parameters for Hemodynamic Support of Pediatric and Neonatal Septic Shock. *Crit Care Med* 2017; 45(6): 1061-1093. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002425>
20. Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, et al. Natural ventilation for infection control in health-care settings. Geneva: World Health Organization; 2009.
21. Wells WF. Sanitary ventilation. *Am J Public Health Nations Health* 1948; 38(6): 775-780. <https://doi.org/10.2105/ajph.38.6.775>
22. Nicas M. An integrated model of infection risk in a health-care environment. *Risk Anal* 2006; 26(4): 1085-1096. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2006.00802.x>
23. Hualing Z, Dan L, Ling X, Yimin X. Documentary research of human respiratory droplet characteristics. *Procedia Eng* 2015; 121: 1365-1374. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.09.023>
24. Sociedad Argentina de Pediatría. Disponible en: http://www.sap.org.ar/uploads/archivos/general/files_recomendaciones-covid-03-20_1585217805.pdf. (Consulta: 18 de abril, 2020)
25. Ríos F, Risso-Vásquez A, Diaz Ballve L. Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19). Aspectos de interés para cuidados críticos. Revisión narrativa. *RATI* 2020; (Supl. 1): 1-12. <http://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/view/698/802>
26. Thomas P, Baldwin C, Bissett B, et al. Physiotherapy management for COVID-19 in the acute hospital setting: clinical practice recommendations. *J Physiother* 2020; 66(2): 73-82. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2020.03.011>
27. Ministerio de Salud de la República Argentina. Recomendaciones para el uso de los EPP. Disponible en: www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/recomendaciones-uso-epp. (Consulta: 18 de abril, 2020)
28. Centers for Disease Control and Prevention. Using Personal Protective Equipment (PPE). Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/using-ppe.html>. (Consulta: 12 de abril, 2020)
29. Ministerio de Salud de la Ciudad de Buenos Aires. Recomendaciones para el uso de los Equipos de Protección Personal (EPP) en el manejo del paciente sospechoso de infección por COVID-19. Disponible en: https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/protocolo_equipos_de_proteccion_personalv5.pdf. (Consulta: 28 de junio, 2020)
30. Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Recomendaciones para la preparación de las Unidades de Cuidados Intensivos ante la pandemia de COVID-19. Disponible en: https://www.sati.org.ar/images/2020-03-26-Planificacion_UTIs_Pandemia_COVID-19_COMITE_GESTION_.pdf. (Consulta: 18 de abril, 2020)
31. Arabi Y, Phua J, Koh Y, et al. Structure, organization, and delivery of critical care in Asian ICUs. *Crit Care Med* 2016; 44(10): e940-e948. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001854>
32. Gomersall CD, Tai DYH, Loo S, et al. Expanding ICU facilities in an epidemic: recommendations based on experience from the SARS epidemic in Hong Kong and Singapore. *Intensive Care Med* 2006; 32(7): 1004-1013. <https://doi.org/10.1007/s00134-006-0134-5>
33. Phua J, Weng L, Ling L, et al. Intensive care management of coronavirus disease 2019 (COVID-19): challenges and recommendations. *Lancet Respir Med* 2020; 8(5): 506-517. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30161-2](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30161-2)
34. Centers for Disease Control and Prevention. Glossary. Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings (2007). Disponible en: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/isolation/glossary.html>. (Consulta: 13 de abril, 2020)
35. Hospital Italiano de Buenos Aires. Comité de Control de infecciones. Instructivo de utilización de aparatos purificadores de aire. Disponible en: https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_archivos/74/documentos/74_INSTRUCTIVOPURIFICADORESDEAIRE.pdf. (Consulta: 20 de abril, 2020)
36. Centers for Disease Control and Prevention. Background C. Air. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Disponible en: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/background/air.html#c3bi>. (Consulta: 12 de abril, 2020)
37. Organización Panamericana de la Salud. Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud. Disponible en: https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natural_spa_25mar11.pdf. (Consulta: 13 de abril, 2020)
38. Ishmael F, Stellato C. Principles and applications of polymerase chain reaction: basic science for the practicing physician. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2008; 101(4): 437-443. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)60323-7](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)60323-7)
39. Infectious Diseases Society of America. Guidelines on the diagnosis of COVID-19. Disponible en: <https://www.idsociety.org/practice-guideline/covid-19-guideline-diagnostics/>. (Consulta: 23 de junio, 2020)
40. Centers for Disease Control and Prevention. Interim Guidelines for Collecting, Handling, and Testing Clinical Specimens from Persons for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/lab/guidelines-clinical-specimens.html>. (Consulta: 28 de junio, 2020)
41. Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Traslado intrahospitalario de pacientes con COVID-19. Disponible en: https://www.sati.org.ar/images/2020-03-22_Traslado_Pacientes_con_COVID_19_.pdf. (Consulta: 1 de abril, 2020)
42. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité de Prevención de Lesiones. COVID-19. Barbijos y tapabocas en niños. Disponible en: https://www.sap.org.ar/comunidad_novedad.php?codigo=234. (Consulta: 24 de junio, 2020)
43. Bezzi M, Fredes S, Tiribelli N, et al. Guía de manejo de pacientes adultos críticos para kinesiología intensivista en COVID-19. *RATI* 2020; (Supl. 1): 27-38. <http://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/view/692/801>
44. Qin Sun, Haiibo Qiu, Mao Huang, Yi Yang. Lower mortality of COVID-19 by early recognition and intervention: experience from Jiangsu Province. *Ann Intensive Care* 2020; 10(1):33. <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00650-2>
45. Ministerio de Salud de la República Argentina. COVID-19 Estrategias de abordaje para la atención de la infección respiratoria aguda (IRA) pediátrica en el II y III nivel de atención en contexto de pandemia. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001962cnt-covid-19-estrategias-abordaje-infeccion-resp-aguda-pediatrica-2y3-nivel-pandemia.pdf>. (Consulta: 23 de junio, 2020)
46. Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Recomendaciones de Soporte Ventilatorio en Pacientes Pediátricos en el Contexto de SARS-CoV-2 (COVID19). Disponible en: <https://www.sati.org.ar/index.php/novedades-coronavirus>. (Consulta: 24 de junio, 2020)
47. Kuluz J, McLaughlin G, Gelman B, et al. The fraction of inspired oxygen in infants receiving oxygen via nasal cannula often exceeds safe levels. *Respir Care* 2001; 46(9): 897-901. PMID: 11513761
48. World Health Organization. Oxygen therapy for children. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204584/9789241549554_eng.pdf;jsessionid=11D

- B6C217983BE45474261EADAD5F054?sequence=1. (Consulta: 20 de junio, 2020)
49. Respiratory Care Clinical Practice Guideline Steering Committee. AARC Clinical Practice Guideline Selection of an Oxygen Delivery Device for Neonatal and Pediatric Patients. Disponible en: <http://www.rcjournal.com/cpgs/soddnppcpg-update.html>. (Consulta: 23 de junio, 2020)
 50. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Neumología, Comité Nacional de Infectología y Comité de Medicina Interna. Recomendaciones para el manejo de las infecciones respiratorias agudas bajas en menores de 2 años. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/docs/profesionales/consensos/Subcom.Abram.pdf>. (Consulta: 13 de abril, 2020)
 51. Khemani RG, Rubin S, Belani S, et al. Pulse oximetry vs. PaO₂ metrics in mechanically ventilated children: Berlin definition of ARDS and mortality risk. *Intensive Care Med* 2015; 41(1): 94-102. <https://doi.org/10.1007/s00134-014-3486-2>
 52. Khemani RG, Patel NR, Bart RD 3rd, Newth CJ. Comparison of the pulse oximetric saturation/fraction of inspired oxygen ratio and the PaO₂/fraction of inspired oxygen ratio in children. *Chest* 2009; 135(3): 662-668. <https://doi.org/10.1378/chest.08-2239>
 53. Dong Y, Mo X, Hu Y, et al. Epidemiological characteristics of 2143 pediatric patients with 2019 coronavirus disease in China. *Pediatrics* 2020; <https://doi.org/10.1542/peds.2020-0702>
 54. Monteverde E, Fernández A, Ferrero F, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy in infants with acute lower respiratory tract infection. An experience in hospitals of the city of Buenos Aires. *Arch Argent Pediatr* 2019; 117(5): 286-293. <https://doi.org/10.5546/aap.2019.eng.286>
 55. Franklin D, Babl FE, Schlapbach LJ, et al. A randomized trial of high-flow oxygen therapy in infants with bronchiolitis. *N Engl J Med* 2018; 378(12): 1121-1131. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1714855>
 56. Sinha I, McBride A, Smith R, Fernandes R. CPAP and high-flow nasal cannula oxygen in bronchiolitis. *Chest* 2015; 148(3): 810-823. <https://doi.org/10.1378/chest.14-1589>
 57. Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. Pediatric acute lung injury consensus recommendations from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med* 2015; 16(5): 428-439. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000350>
 58. New South Wales Australia Health Department. Humidified High Flow Nasal Cannula Oxygen Guideline for Metropolitan Paediatric Wards and EDs. Disponible en: https://www1.health.nsw.gov.au/pds/ActivePDSDocuments/GL2016_004.pdf. (Consulta: 24 de junio, 2020)
 59. European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). Disponible en: <http://admin.espnice-online.org/content/download/3951/20876/file/2020%20ESPNICE%20PEMVECC%20COVID-19%20practice%20recommendations.pdf>. (Consulta: 24 de junio, 2020)
 60. 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): 1802339. <https://doi.org/10.1183/13993003.02339-2018>
 61. Agarwal A, Basmaji J, Muttalib F, et al. High-flow nasal cannula for acute hypoxemic respiratory failure in patients with COVID-19: systematic reviews of effectiveness and its risks of aerosolization, dispersion, and infection transmission. *Can J Anesth* 2020; 67(9): 1217-1248. <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01740-2>
 62. Wainwright C, France M, O'Rourke P, et al. Cough-generated aerosols of *Pseudomonas aeruginosa* and other Gram-negative bacteria from patients with cystic fibrosis. *Thorax* 2009; 64(11): 926-931. <https://doi.org/10.1136/thx.2008.112466>
 63. Aintablian N, Walpita P, Sawyer M. Detection of Bordetella pertussis and respiratory syncytial virus in air samples from hospital rooms. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998; 19(12): 918-923. <https://doi.org/10.1086/647764>
 64. Gattinoni M. Preliminary observations on the ventilatory management of ICU COVID-19 patients. Disponible en: https://www.pedsanesthesia.org/wp-content/uploads/2020/03/Ventilator-Management_Covid-19-ICU-EXPERT-OPINION-Gattinoni.pdf
 65. Medina Villanueva A, Pons Odena M, Martinon-Torres F. Non-invasive ventilation in pediatrics. 3ª ed. Barcelona: Ergón; 2015.
 66. Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, et al. Predictive factors of non invasive ventilation failure in critically ill children: a prospective epidemiological study. *Intensive Care Med* 2009; 35(3): 527-536. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1346-7>
 67. Ministerio de Salud de la República Argentina. Recomendaciones para equipos de salud. Tratamiento de sostén. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/tratamiento-sosten>. (Consulta: 23 de junio, 2020)
 68. Fredes S, Gogniat E, Plotnikow G, Rodriguez La Mogle R. Utilización de filtros bacterianos/virales durante la ventilación mecánica invasiva. *RATI* 2013; 30(1). <http://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/view/340/286>
 69. Chikata Y, Oto J, Onodera M, Nishimura M. Humidification performance of humidifying devices for tracheostomized patients with spontaneous breathing. *Respir Care* 2013; 58(9): 1442-1448. <https://doi.org/10.4187/respcare.02093>
 70. Cerpa F, Cáceres D, Romero-Dapueto C, et al. Humidification on ventilated patients: heated humidifications or heat and moisture exchangers? *Open Respir Med J* 2015; 9: 104-111. <https://doi.org/10.2174/1874306401509010104>
 71. Chikata Y, Sumida C, Oto J, Imanaka H, Nishimura M. Humidification performance of heat and moisture exchangers for pediatric use. *Crit Care Res Pract* 2012; 2012: 439267. <https://doi.org/10.1155/2012/439267>
 72. Fassassi M, Michel F, Thomachot L, et al. Airway humidification with a heat and moisture exchanger in mechanically ventilated neonates: a preliminary evaluation. *Intensive Care Med* 2007; 33(2): 336-343. <https://doi.org/10.1007/s00134-006-0466-1>
 73. Wilkes A. Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care. Part 2 – practical use, including problems, and their use with paediatric patients. *Anaesthesia* 2011; 66(1): 40-51. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2010.06564.x>
 74. Gillies D, Todd D, Foster J, Batuwitige B. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 9(9): CD004711. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004711.pub3>
 75. Kneyber MC, de Luca D, Calderini E, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). *Intensive Care Med* 2017; 43(12): 1764-1780. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4920-z>
 76. Hospital Italiano de Buenos Aires. Guía para los cuidados del paciente con traqueotomía. Disponible en: https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_archivos/74/documentos/74_traqueostomiaFinal1.pdf. (Consulta: 20 de abril, 2020)
 77. Lee CM, Fan E. ICU-acquired weakness: what is preventing its rehabilitation in critically ill patients? *BMC Med* 2012; 10: 115. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-115>
 78. Godoy DA, Mello VD, Masotti L, Di Napoli M. Intensive Care Unit acquired weakness (ICU-AW): a brief and practical

- review. *Reviews in Health Care* 2015; 6(1): 9-35. <https://doi.org/10.7175/rhc.v6i1.1037>
79. Australian and New Zealand Intensive Care Society. COVID-19 Guidelines. Disponible en: https://www.anzics.com.au/wp-content/uploads/2020/04/ANZI_3367_Guidelines_V2.pdf. (Consulta: 26 de abril, 2020)
80. Hunter A, Johnson L, Coustasse A. Reduction of intensive care unit length of stay: the case of early mobilization. *Health Care Manag* 2014; 33(2): 128-135. <https://doi.org/10.1097/HCM.0000000000000006>
81. Field-Ridley A, Dharmar M, Steinhorn D, McDonald C, Marcin JP. ICU-acquired weakness is associated with differences in clinical outcomes in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2016; 17(1): 53-57. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000538>
82. Wiecezorek B, Ascenzi J, Kim Y, et al. PICU Up!: Impact of a quality improvement intervention to promote early mobilization in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2016; 17(12): e559-e566. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000983>
83. Wiecezorek B, Burke C, Al-Harbi A, Kudchadkar S. Early mobilization in the pediatric Intensive Care Unit: a systematic review. *J Pediatr Intensive Care* 2015; 2015(4): 129-170. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1563386>
84. Anderson TA, Hart GK, Kainer MA, Committee ADM. Pandemic Influenza-implications for critical care resources in Australia and New Zealand. *J Crit Care* 2003; 18(3): 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2003.08.008>

Cómo citar este artículo: Canepari A, Gaggioli M, Olgúin Ciancio M, et al. **Recomendaciones para el manejo del paciente pediátrico con insuficiencia respiratoria aguda en el contexto de sospecha de COVID-19.** RATI. 2020;37(3)19-42.

