



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.

DOCUMENTO DE CONSENSO

Recomendaciones para el uso de oxígeno y sus dispositivos básicos y avanzados: racionalidad y seguridad en tiempos de pandemia por SARS-CoV-2 en Colombia



Nancy Yomayusa^{a,*}, José Accini^b, Viviana Cubillos^c, Guillermo Ortiz^b, Camilo Pizarro^b, José Rojas^d, Carmelo Dueñas^b, Manuel Garay^b, Marco González^b, Leopoldo Ferrer^b, Fabio Varón-Vega^b, Johanna Hurtado^e, Bibiana Escobar^f, Ricardo Navarro^g, Rubén Contreras^h, Alfredo Saavedraⁱ, Eduardo La Rotta^j, Oscar Sáenz^h, Jorge Ordoñez^h, Andrés Caballero^h, Tatiana Espinosa^k, Otto Hamann^l, Laura Horlandy^m, Fabián Rosas^m, Nancy Molinaⁿ, Imma Caicedo^o, Marcela Roa^p, Guiomar Rubio^q, Diego Pinto^r, Kelly Chacón^c, Juan Ramón Acevedo^c, Olga Gómez^c, Claudia Guevara^c, Ana María Castillo^s, Liliana Barrero^c, Albert Valencia^e, Iván Alarcón^e, Liliana Correa^e, Diana Alba^e, Natalia Mejía^t, Patricia Reyes^u, José Oñate^v, Fredy Guevara^u, Adulkarin Patiño^e, Claudia Ruiz^e, Carlos Rebolledo^b, Carlos Ocampo^e, Mauricio Herrera^w y Carlos Álvarez^u

^a Instituto Global de Excelencia Clínica. Grupo de Investigación Traslacional Unisanitas Keralty, Bogotá, Colombia

^b Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo, Bogotá, Colombia

^c Instituto Global de Excelencia Clínica, Bogotá, Colombia

^d Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo. Clínica Colsanitas, Bogotá, Colombia

^e Clínica Colsanitas, Bogotá, Colombia

^f Universidad Nacional de Colombia/Hospital Universitario Nacional, Bogotá, Colombia

^g Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^h Asociación Colombiana de Neumología y Cirugía de Tórax, Bogotá, Colombia

ⁱ Hospital Universitario Nacional, Asociación Colombiana de Neumología y Cirugía de Tórax, Bogotá, Colombia

^j Clínica Colsanitas. Asociación Colombiana de Neumología y Cirugía de Tórax, Bogotá, Colombia

^k Asociación Colombiana de Medicina Interna, Bogotá, Colombia

^l Sociedad Colombiana de Medicina Familiar, Bogotá, Colombia

^m Asociación Colombiana de Especialistas en Urgencias y Emergencias, Bogotá, Colombia

ⁿ Asociación Colombiana de Fisioterapia, Bogotá, Colombia

^o Colegio Colombiano de Fisioterapia, Bogotá, Colombia

^p Asociación Colombiana de Terapia Respiratoria, Bogotá, Colombia

^q Colegio Colombiano de Terapia Respiratoria, Bogotá, Colombia

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: nyomayusa@colsanitas.com (N. Yomayusa).

^r Fundación Universitaria Sanitas, Bogotá, Colombia

^s Sociedad Colombiana de Medicina Familiar, Instituto Global de Excelencia Clínica, Bogotá, Colombia

^t Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

^u Asociación Colombiana de Infectología/Clinica Colsanitas, Bogotá, Colombia

^v Asociación Colombiana de Infectología, Bogotá, Colombia

^w Instituto Global de Excelencia Clínica. Fundación Internacional de Medicina Materno Fetal, Bogotá, Colombia

Recibido el 15 de septiembre de 2021; aceptado el 16 de noviembre de 2021

Disponible en Internet el 23 de diciembre de 2021

PALABRAS CLAVE

COVID-19;
Hipoxia;
Manejo de la vía
aérea;
Terapia por
inhalación de oxígeno

Resumen: En medio de la pandemia de COVID-19, y ante la inminencia de desabastecimiento de oxígeno en Colombia, la red de Gestión y Transferencia de Conocimiento, integrada por 19 sociedades científicas, instituciones de salud y universidades, genera una actualización al documento liderado por la Asociación Colombiana de Medicina Crítica e incluye nuevos lineamientos informados en evidencia para el manejo racional de la oxigenoterapia, así como los dispositivos básicos y avanzados para la oxigenoterapia. Las recomendaciones se refieren a: uso racional de oxígeno orientado por metas, estandarización del seguimiento y ajuste de dosis, uso adecuado de los dispositivos de oxigenoterapia, uso racional de ventilación mecánica invasiva y uso racional de la terapia con membrana de oxigenación extracorpórea. Al ejercer su juicio, se espera que los profesionales y equipos de atención tengan en cuenta estos lineamientos, con el fin de hacer un uso racional y seguro de la oxigenoterapia y sus dispositivos básicos y avanzados, junto con las necesidades individuales y preferencias de las personas que están bajo su cuidado.

© 2021 Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

COVID-19;
Hypoxia;
Airway management;
Oxygen inhalation
therapy

Recommendations for the use of oxygen and its basic and advanced supply devices: Rationality and safety in times of SARS-CoV-2 pandemic in Colombia

Abstract In the midst the COVID-19 pandemic, and given the imminence of oxygen shortages in Colombia, the Knowledge Management and Transfer Network, made up of 19 scientific societies, health institutions, and universities, generates an update to the document led by the Colombian Association of Critical Medicine and includes new evidence-informed guidelines for the rational management of oxygen therapy, as well as basic and advanced devices for oxygen therapy. The recommendations refer to five topics: goal-oriented rational use of oxygen, standardization of follow-up and dose adjustment, effective use of oxygen therapy devices, rational use of invasive mechanical ventilation, and rational use of extracorporeal oxygenation membrane therapy. When exercising their judgment, it is expected that professionals and care teams will take into account these guidelines to make rational and safe use of oxygen therapy and its basic and advanced devices, together with the individual needs and preferences of the people who are under their care.

© 2021 Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La mayoría de las personas (80%) con COVID-19 tienen una enfermedad leve o moderada, alrededor del 15% de ellas tienen una enfermedad grave que requiere oxigenoterapia, y el 5% estará en estado crítico y necesitará tratamiento en la Unidad de Cuidados Intensivos. Además, la mayoría

de los pacientes con COVID-19 en estado crítico requerirán ventilación mecánica.

La oxigenoterapia siempre está indicada cuando exista una deficiencia en el aporte de oxígeno tisular. Esta debe ser diagnosticada de forma objetiva, mediante determinaciones analíticas como la gasometría arterial y la pulsioximetría (SatO₂), además de la evaluación clínica integral, incluyendo

Tabla 1 Valores normales de PaO₂, SaO₂ de acuerdo a la altura

Altura sobre el nivel del mar	Valores normales de PaO ₂	Valores normales de SaO ₂	Indicaciones para iniciar O ₂	Objetivo SaO ₂	Iniciar retiro de O ₂
< 2.000 metros	80 mmHg	92-96%	SaO ₂ < 90%	> 90-96%	> 96%
> 2.000 metros	60 mmHg	90-94%	SaO ₂ < 88%	> 88-93%	> 93%

la presencia de los signos y síntomas de dificultad respiratoria (disnea, cianosis, taquipnea, disminución del murmullo vesicular, etc.) (tabla 1 y Anexo 1, Figura 1).

Durante la pandemia es perentorio que las instituciones de salud atiendan a personas con condiciones asociadas a la infección por SARS-CoV-2/COVID-19, pero también se incrementa la demanda de atención para personas con otras condiciones pulmonares o cardiovasculares crónicas no controladas, por lo cual, y ante la inminencia de desabastecimiento de oxígeno en Colombia, la Red de Gestión y Transferencia de Conocimiento, integrada por las sociedades científicas abajo designadas, genera una actualización al documento liderado por la Asociación Colombiana de Medicina Crítica e incluye nuevos lineamientos informados en evidencia para el manejo racional de este elemento vital, así como los dispositivos de oxigenoterapia básicos y avanzados.

Metodología

En respuesta a la situación de desabastecimiento de oxígeno en Colombia y su impacto en la salud pública y en la calidad del cuidado en los ámbitos de atención en el contexto de la pandemia por COVID-19, la Red de Gestión y Transferencia de Conocimiento integrada con el soporte metodológico del Instituto Global de Excelencia Clínica, desarrolló la siguiente estrategia en respuesta a la emergencia sanitaria:

1. Conformación de un equipo desarrollador clínico y metodológico, con la participación de miembros de la Red de Gestión y Transferencia de Conocimiento, integrado por:
 - a. Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo
 - b. Instituto Global de Excelencia Clínica
 - c. Asociación Colombiana de Medicina Interna
 - d. Sociedad Colombiana de Medicina Familiar
 - e. Asociación Colombiana de Especialistas en Medicina de Urgencias y Emergencias
 - f. Asociación Colombiana de Neumología y Cirugía de Tórax
 - g. Asociación Colombiana de Fisioterapia
 - h. Colegio Colombiano de Fisioterapia
 - i. Asociación Colombiana de Terapia Respiratoria
 - j. Colegio Colombiano de Terapia Respiratoria
 - k. Fundación Mundial de Medicina Materno Fetal
 - l. Universidad Nacional de Colombia
 - m. Fundación Universitaria Sanitas
 - n. Hospital Universitario Nacional
 - o. Clínica Colsanitas
 - p. Universidad de los Andes
 - q. Asociación Colombiana de Infectología
2. Se desarrollaron recomendaciones basadas en evidencia, siguiendo el Manual para el desarrollo de guías de práctica clínica y la metodología propuesta por el

National Institute for Health and Care Excellence (NICE) para generar directrices en respuesta a emergencias sanitarias y de atención social, consensuadas con expertos clínicos^{1,2}. Para este fin, se realizaron búsquedas de literatura específicas para identificar guías publicadas y preimpresas y evidencia relevante utilizando las siguientes fuentes: base de datos de Medline, Embase y Cochrane, preprints de medRxiv y bioRxiv, *Center for Evidence-based Medicine (CEBM)*, Organización Mundial de la Salud (OMS), NICE, recomendaciones publicadas por sociedades científicas internacionales, iniciativas o redes nacionales o internacionales establecidas en respuesta a una emergencia sanitaria y de atención social específica (por ejemplo, COVID-END y ECC-19 para la pandemia por COVID-19)³⁻⁵, también se incluyó evidencia indirecta sobre otras situaciones relacionadas o similares en condiciones no COVID-19 con el asesoramiento del grupo de expertos clínicos.

3. Una vez generados las pautas o lineamientos, el grupo de expertos clínicos realizaron revisión documental y se aprobaron bajo metodología de un consenso informal informado por su conocimiento y experiencia de expertos.
4. Una emergencia nacional de salud y atención social se refiere a un evento o circunstancia que exige una acción inmediata a nivel nacional para preservar o proteger la capacidad del sector de la salud y para responder de manera adecuada frente a los imperativos de atención y cuidado de la población.
5. Se aclara que la metodología para la generación de orientaciones o lineamientos rápidos en situaciones de emergencia supone periodos cortos de respuesta, manteniendo la rigurosidad y la transparencia del proceso. Se considera un documento vivo que irá evolucionando en la medida que se publique nueva evidencia,
6. Al ejercer su juicio, se espera que los profesionales y equipos de atención en Colombia tengan en cuenta estos lineamientos con el fin de hacer un uso racional y seguro de la oxigenoterapia y sus dispositivos básicos y avanzados, junto con las necesidades individuales, preferencias de las personas que están bajo su cuidado.

Recomendaciones

A continuación, se presentan las recomendaciones avaladas por el grupo desarrollador, categorizadas por uso racional de oxígeno orientado por metas, estandarización del seguimiento y ajuste de dosis, uso adecuado de los dispositivos de oxigenoterapia, uso racional de la ventilación mecánica invasiva y uso racional de la terapia con membrana de oxigenación extracorpórea (ECMO).

Uso racional de oxígeno orientado por metas

- a) El oxígeno es un medicamento con un perfil de beneficio/riesgo. Como tal, debe usarse únicamente cuando está indicado, con la menor dosis (fracción inspirada de oxígeno [FiO₂]), mediante el dispositivo más sencillo y siempre bajo monitoreo⁶.
- b) Los niveles reducidos de oxígeno en sangre se asocian con aumento de mortalidad y, por tanto, deben corregirse⁷.
- c) El uso de oxígeno, cuando no está indicado, puede generar aumento de mortalidad. Por tanto, es fundamental su manejo racional⁸⁻¹¹.
- d) En el paciente que no está en ventilación mecánica recomendamos^{9,10} (tabla 1):
 - En ciudades con altitud menor a 2.000 m
 - i. No iniciar oxígeno si la saturación arterial es mayor a 90%.
 - ii. Disminuir y/o retirar oxígeno si la Saturación arterial es mayor a 96%
 - En ciudades con altitud mayor a 2.000 m:
 - iii. No iniciar oxígeno si la saturación arterial es mayor a 88%.
 - iv. Disminuir y/o retirar oxígeno si la saturación arterial es mayor a 93%
- e) En pacientes en ventilación mecánica.
 - En ciudades con altitud menor a 2.000 metros recomendamos no incrementar la fracción inspirada de oxígeno si la saturación arterial es mayor a 93%.
 - En ciudades con altitud mayor a 2.000 metros recomendamos no incrementar la fracción inspirada de oxígeno si la saturación arterial es mayor a 88%¹¹.
- f) Para mujeres en embarazo se recomienda como objetivo saturación arterial de 94% y mantener la normocapnia.

Estandarización del seguimiento y ajuste de dosis

- a) La titulación de oxígeno debe estar enmarcada en la selección del dispositivo para la administración de oxígeno y la dosis (litraje-FiO₂). (Anexo 1, Figura 1 a 4)¹²⁻²⁰.
 - b) El manejo de la oxigenoterapia debe ser dinámico, sistemático y estricto para evitar los periodos de hipoxemia no tratada o estados de hiperoxemia y toxicidad de oxígeno y debe monitorizarse de acuerdo con las herramientas disponibles, principalmente la pulsioximetría (Anexo 1, Figura 5)¹³.
1. Uso adecuado de los dispositivos de oxigenoterapia

La oxigenoterapia se aplica mediante numerosos dispositivos, los cuales se dividen en sistemas de bajo flujo y de alto flujo. La selección del sistema a utilizar depende de las condiciones clínicas del paciente con el objetivo de aumentar la concentración de oxígeno inspirado o fracción

de O₂ (FiO₂)¹⁴. Para su óptimo funcionamiento se requieren los siguientes elementos:

- Dispositivo de administración de oxígeno.
- Fuente de oxígeno: de pared, bala, tanque líquido o concentrador.
- Medidor de flujo de oxígeno o flujómetro.
- Tubuladuras de conexión.
- Humidificador con agua destilada (durante la pandemia de la COVID-19 no se recomienda el uso de humidificadores, pues si bien estos dispositivos no aerolizan, pueden ser un factor por el riesgo de contagio).
- Pulsioxímetro¹⁵.

Los determinantes del consumo de oxígeno de los dispositivos pueden ser evaluados a partir de:

La capacidad de suministro de la red de oxígeno (botella, termo, pulmón), la cual debe ser informada por el proveedor, quien podrá informarle la capacidad definida para consumo, según los puntos de utilización definidos para la institución¹⁶

La selección del dispositivo de oxigenoterapia, los litrajes seleccionados y la interfase a emplear.

Utilice la siguiente estrategia para calcular el consumo de oxígeno:

Tenga presente la capacidad y duración del oxígeno de reserva y coordine con su proveedor los tiempos de abastecimiento.

El cálculo de consumo de oxígeno depende del dispositivo de oxigenoterapia seleccionado, cada punto de oxígeno se conecta a un flujómetro, con un consumo de 10-15 L/min, podrá estimar la duración del tanque de oxígeno basado en el cálculo de litros de oxígeno gaseoso. Para el cálculo de consumo de oxígeno líquido, utilice el siguiente procedimiento: calcular primero los litros por minuto a utilizar por cada toma de oxígeno (15 lpm para el ejemplo) x 60 min para hallar el consumo hora. Multiplicar por 24 para el consumo/día. Si quiere el valor mensual multiplicar por 30. Ejemplo: 15 x 60 = 900 L/h 900 x 24 = 21.600 L/días por cada punto.

Tenga presente la capacidad y duración del oxígeno de reserva y coordine con su proveedor los tiempos de abastecimiento. Tenga en cuenta para ello, puntos de oxígeno, tipo de flujómetros, dispositivos usados, regularidad y dosis promedio. (Anexo 1, Figura 6 y 7). En la figura, encontrará la tabla de la relación de flujo programado vs. FiO₂ programada, estableciendo la cantidad de flujo de oxígeno consumido, para los diferentes dispositivos, según los litrajes determinados.

Ejemplo: Si el sistema se programa con soporte respiratorio de cánula nasal de alto flujo a 60 lpm al 100% de FiO₂, el consumo de oxígeno en litros será de 60 lpm. Ahora bien, si el paciente está a 50 lpm de flujo, con 50% de FiO₂, el consumo de oxígeno solo será de 23 L/min.

En el escenario del destete del alto flujo, si a un flujo programado de 30 lpm al 35% de FiO₂, el consumo de oxígeno en litros sólo será de 5 lpm.

Los dispositivos de oxigenoterapia se pueden clasificar en dos tipos de sistemas:

Sistemas de bajo flujo

Cánula nasal: la base de la pirámide sería el flujo de O₂ a través de cánula nasal convencional, administrada de forma segura con una mascarilla quirúrgica por encima del dispositivo; debe ser utilizada en pacientes eupneicos, FR < 20 por min con leve hipoxemia sin esfuerzo inspiratorio (sin uso de músculos accesorios). Siempre titular la menor FiO₂ para SpO₂ 92-95%, o 88-92% en pacientes con patología pulmonar. Este sistema puede suministrar una FiO₂ en un rango entre 0.24 (24%) a 0.40 (40%). Si con el sistema de bajo flujo el paciente sigue con trastorno de oxigenación (SpO₂ menor de 90%, PaO₂ menor de 60 mmg, dependiendo de la ciudad) debe utilizarse el sistema máscara con reservorio que aporta entre 80%-95% de oxígeno con flujo que no exceda los 15 L/min. (Anexo 1, Figura 2)^{17,20}.

Máscara simple: permite obtener concentraciones mayores (hasta de un 50%-60%), manteniendo un flujo bajo (6-10 lpm). Ejerce presión sobre la nariz para evitar la pérdida de oxígeno y se ajusta alrededor de la cabeza del paciente.

Máscara de reinhalación parcial (máscara con reservorio): pertenece a un sistema de bajo flujo que suministra el flujo necesario para mantener la bolsa inflada. A un flujo de 6-10 lpm puede aportar una FiO₂ de 40-60%.

Máscara de no reinhalación: Las máscaras de no reinhalación son un sistema de bajo flujo similar a las anteriores, excepto por la presencia de una válvula unidireccional entre la bolsa y la máscara que evita que el aire espirado retorne a la bolsa. Deben tener un flujo mínimo de 10 lpm y aportan una FiO₂ 60-80%. La concentración de oxígeno suministrado es variable dependerá del ajuste de la mascarilla y del patrón de respiración del paciente. Estas máscaras son las más adecuadas para traumatismos y emergencias en pacientes en los que la retención de dióxido de carbono es poco probable. Se sugiere iniciar con máscara de no reinhalación en pacientes con FR > 25/min, hipoxemia moderada y/o uso de músculos accesorios, que no estén en inminencia de falla respiratoria (Anexo 1, Figura 3).

Lineamientos para el uso de oxígeno con sistemas de bajo flujo:

1. Utilice protocolos de manejo e inicio de la oxigenoterapia.
2. Utilice siempre un oxímetro de pulso y busque mantener metas de saturación entre 92 y 95%. Monitorice metas de saturación de oxígeno claras e individualizadas para el desmonte del soporte de oxígeno.
3. Realice lista de chequeo y verificación control de oxígeno y fugas.
4. Administre oxigenoterapia sin humidificador para minimizar escapes, pérdidas y aerolización.
5. Disminuya el uso de extensiones de oxígeno durante el baño.
6. Desconecte los flujómetros mientras no estén en uso.
7. Asegure favorecer posición de Fowler con el fin de facilitar la respiración y la ventaja mecánica.
8. Fortalezca la educación al personal de enfermería y paciente.

Sistemas de alto flujo

Equipo de Venturi: Dentro de los sistemas de alto flujo el más importante es la mascarilla con efecto Venturi

(principio Bernoulli), que tiene las mismas características que la máscara simple, pero con la diferencia de que tiene un dispositivo que permite regular la concentración de oxígeno que se está administrando. Esto se logra mediante un orificio o ventana regulable que posee este dispositivo en su parte inferior.

Cánulas de alto flujo: la terapia de alto flujo es un tipo de soporte respiratorio no invasivo, que permite administrar flujos continuos, desde 30 hasta de 60 lpm (caudal de entrega) y titulación independiente de la FiO₂ (21-100%), dependiendo del flujo de oxígeno programado sobre el flujo terapéutico programado. Es un sistema semiabierto y ha sido una alternativa eficaz para tratar tempranamente pacientes que cursen con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica de compromiso leve a moderado, que no han sido respondedores con oxigenoterapia convencional y/o adicional al estado hipoxémico, requieran algún grado de soporte para el mantenimiento del patrón respiratorio adecuado^{21,22}.

Debe estar orientado por profesionales competentes, que establezcan dosis (flujo/FiO₂), monitoreo y objetivos (límites) de la intervención. Para la implementación de esta terapia, la determinación de indicación, titulación, evaluación de resultado y retiro, debe tener un protocolo estricto con una definición de criterios que permitan la toma de decisiones oportuna y adecuada (Anexo 1, Figuras 6 y 7)^{18,20,23}.

Lineamientos de seguridad para el manejo del oxígeno con sistemas de dispositivos no invasivos

1. Recuerde que el oxígeno es un medicamento, por lo cual, independientemente del sistema empleado, la titulación del mismo debe estar establecida por objetivo terapéutico.
2. Se recomienda en el escenario de uso racional del oxígeno y riesgo de desabastecimiento utilizar flujómetros de 15 lpm como fuente principal para la entrega de oxígeno al sistema de alto flujo, y solo intercambiar a flujómetros de alto caudal (>15 lpm) en el escenario de requerimientos de FiO₂ superiores a 50% y 50 lpm o más de caudal programado total, previa estricta evaluación médica.
3. Realizar pruebas incrementales valorando la tolerancia y clínica del paciente, la recomendación es administrar con flujómetros de 15 lpm, para asegurar FiO₂ menor de 60%. Si requiere flujómetro de mayor litraje realice una evaluación clínica y determine toma de decisiones en intubación orotraqueal (IOT).
4. Establezca relación de la dosificación de flujo y FiO₂, de acuerdo a necesidades clínicas.
5. Seleccione *score* de seguimiento y variables de seguridad en el monitoreo dinámico de los dispositivos de alto flujo y ventilación no invasiva (índice Rox-índice Hacor).
6. No prolongue el uso sin un seguimiento estricto en la titulación y desescalamiento de parámetros (establezca límite de tiempo/respuesta, según escalas de 6 a 12 h).
7. Evalúe la selección de las interfases, con el fin de minimizar fugas y escapes.
8. La utilización de terapias no invasivas no debe retrasar la IOT y ventilación mecánica invasiva (VMI), puesto

que existe evidencia que apunta a una mayor mortalidad entre los pacientes en los que se retrasa su instauración^{19,24}.

9. En el contexto de la infección por SARS-CoV-2/COVID-19 sospechoso o confirmado, se recomienda elegir el dispositivo teniendo en cuenta la capacidad de dispersión de aerosoles, enfatizando el cumplimiento estricto de los estándares de bioseguridad, uso correcto de elementos de protección personal y disponibilidad de sistemas de ventilación y circulación de aire adecuados²⁵. Enfatizando que la dispersión de aerosoles es notoria para cánula nasal, Venturi y máscara simple, oscilando entre 35 a 50 cm.

Uso racional de la ventilación mecánica invasiva

- a) Si bien la ventilación mecánica es una intervención que puede salvar vidas, puede empeorar la lesión pulmonar a través de la lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI) y contribuir a la falla multiorgánica en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA)^{26,27}.
- b) La ventilación mecánica está indicada en pacientes con falla respiratoria hipoxémica secundaria a la neumonía viral, falla que podría resultar después de haber fracasado otras medidas de soporte descritas anteriormente como oxigenoterapia convencional, ventilación mecánica no invasiva (VMNI) o la cánula nasal de alto flujo (CNAF).
- c) Se debe considerar la ventilación invasiva cuando el paciente presenta:
 - Deterioro en la oxigenación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$.
 - Deterioro neurológico.
 - Acidosis $\text{PH} < 7,35$.
 - Aumento del trabajo respiratorio con signos de dificultad respiratoria que no mejoran al tratamiento instaurado.
 - Manejo inadecuado de la vía aérea (no protege vía aérea o secreciones copiosas).
- d) Una de las principales estrategias de ventilación mecánica para prevenir complicaciones pulmonares como la lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI) y lesiones autoinflingidas (P-SILI); para minimizar el VILI y lesiones autoinflingidas (P-SILI) es la ventilación pulmonar protectora, de acuerdo con la estrategia ARDS-Network. Estas pautas deben ser individualizadas de acuerdo al contexto clínico y fisiopatológico, entendiendo que la lesión se relaciona con el efecto mecánico de una serie de traumas que afectan el pulmón al estar sometido a ventilación (Ver Anexo 2)²⁸⁻³⁰. Las recomendaciones para garantizar la ventilación de protección pulmonar son:
 - Volumen corriente 6-7 mL/kg peso predicho.
 - Presión meseta (plateau) $< 30 \text{ cm H}_2\text{O}$.
 - PEEP $> 8 \text{ mm H}_2\text{O}$.
 - Hipercapnia permisiva.
 - Delta de presión o presión de conducción (*driving pressure*) menor de $15 \text{ cm H}_2\text{O}$.

Lineamientos para el ahorro de oxígeno en ventilación mecánica

1. Utilice protocolos de manejo de inicio de la ventilación mecánica invasiva.
2. Realice pruebas de comprobación rápida en los ventiladores mecánicos, que aseguren confiabilidad de las funciones neumáticas, eléctricas, de suministro de gases (como la mayoría de computadoras, el mismo dispositivo ajusta sus sistemas iniciales *-default-*, en este caso calibrará los sensores de flujo, volumen, presión, concentración de oxígeno, fugas internas).
3. Los usos racionales de estrategias van encaminados en realizar seguimiento de monitoreo de variables mecánicas, garantizando rangos de seguridad en el nivel de FiO_2 , presiones de la vía aérea, medición de la presión transpulmonar, a través de la mecánica ventilatoria, presión del neumotaponador.
4. Revisión y/o mantenimiento correctivo de redes de conexión de gases medicinales.
5. Evite las desconexiones del circuito de gas y tubuladuras.
6. Mantenga cerrado los puertos de los sistemas de succión.

Uso racional de la terapia con ECMO

La oxigenación con membrana extracorpórea (ECMO), definida como el soporte temporal de la función pulmonar o cardíaca es utilizada en el tratamiento de la falla cardiopulmonar refractaria. La ECMO es una técnica de soporte vital por medio de un sistema de asistencia mecánica circulatoria, el que ofrece soporte cardíaco y pulmonar durante un período de días o meses para la insuficiencia cardíaca o respiratoria refractaria después del tratamiento convencional por medio de ventilación mecánica o soportes hemodinámicos. Durante la ECMO V-V (veno-venoso), la configuración del ventilador puede reducirse y proveer un descanso pulmonar, el cual permite que los pulmones se recuperen.

La terapia ECMO no es la primera línea de tratamiento, se debe utilizar de acuerdo a disponibilidad en centros con estándares de calidad y experiencia, por lo cual se recomienda tener en cuenta los siguientes lineamientos para garantizar la calidad, seguridad y racionalidad, (basado en *Extracorporeal Life Support Organization COVID-19 Interim Guidelines*, Consenso ECMO colombiano para paciente con falla respiratoria grave asociada a COVID-19).

- a) Conforme una Junta Multidisciplinaria de Expertos para la evaluación integral: Se sugiere que la consideración de la atención prioritaria para pacientes con SDRA grave refractario con sospecha o confirmación de COVID-19 sea establecida en junta multidisciplinaria, evaluando la condición clínica integral, con base en la posibilidad de beneficio con dicha intervención, dada por la probabilidad de supervivencia *a priori* calculada con la escala RESP score, además de tener en cuenta el índice de fragilidad del paciente y la disponibilidad del recurso de acuerdo con el porcentaje de ocupación de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).
- b) Se recomienda que los pacientes con SDRA moderado a grave, con sospecha o confirmación de COVID-19, reciban ventilación pulmonar protectora, de acuerdo con la estrategia ARDS-Network, sedación profunda y relajación

- muscular^{31,32}, ventilación prona además de prevención y manejo de la hipovolemia. Se recomienda el uso de ECMO en pacientes con hipoxemia que no respondieron al manejo convencional con ventilación protectora de acuerdo a la recomendación³³.
- c) Evalúe si existen contraindicaciones absolutas: Se sugiere que pacientes con SDRA grave refractario con sospecha o confirmación de COVID-19 deben excluirse de la terapia ECMO, de acuerdo con la muy baja probabilidad de beneficio con dicha intervención. Estos criterios incluyen contraindicaciones absolutas como son:
- Índice Frágil-VIG mayor de 0,4³⁴.
 - Falla orgánica múltiple con *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA) mayor de 12.
 - Enfermedad neurológica y pobre pronóstico neurológico.
 - Enfermedad cardiovascular, pulmonar, hepática o renal avanzada y la imposibilidad de implementar la terapia como es la contraindicación para transfusión y la anticoagulación.
 - Además, contraindicaciones relativas como son la edad, el índice de masa corporal mayor de 40, inmunocomprometidos, dificultades de acceso vascular.
- d) Se sugiere que la consideración de la atención prioritaria para pacientes con SDRA grave refractario con sospecha o confirmación de COVID-19 sea establecida evaluando de manera integral y holística el balance riesgo/beneficio, utilizando las siguientes herramientas, además del juicio y el análisis clínico:
- Evaluar la probabilidad de supervivencia a priori calculada con la escala RESP (<http://www.respscore.com/>).
 - Tener en cuenta el índice de fragilidad del paciente, utilizando el Índice Frágil-VIG <https://es.c3rg.com/index-fragil-vig>. Considerando potenciales candidatos con índices menores a 0.4, en el contexto de evaluación clínica integral.
 - La disponibilidad del recurso de acuerdo con el porcentaje de ocupación de UCI, teniendo en cuenta la evolución de las camas de UCI y disponibilidad para la prestación de ECMO en Colombia:
 - Criterios frente a ocupación inferior al 50%
 - Edad menor de 65 años.
 - Menos de 7-10 días de ventilación mecánica.
 - Supervivencia esperada mayor o igual al 55%.
 - Criterios frente a ocupación entre el 50 y 70%
 - Edad menor de 60 años
 - Menos de 7 días de ventilación mecánica
 - Supervivencia esperada mayor o igual al 65%
 - Criterios frente a ocupación superior al 70%
 - Edad menor de 50 años
 - Menos de 5 días de ventilación mecánica
 - Presión meseta inferior a 30 cmH₂O
 - Supervivencia esperada mayor o igual 80%
- e) Utilice los siguientes criterios para definir los potenciales candidatos para inicio de terapia ECMO^{35,36}:
- Hipoxemia severa: PaFiO₂ < 50 con FiO₂ > 0,9 durante 3 h o, PaFiO₂ < 80 con FiO₂ > 0,9 durante 6 h.
 - Hipercapnia severa: PaCO₂ > 80 mmHg o, pH < 7,25 y PaCO₂ > 60 mmHg durante > 6 h.
- f) En los pacientes con SDRA en quienes se decidió su uso, se recomienda emplear ECMO veno-venoso temprana en centros especializados. ECMO veno-venoso es el soporte extracorpóreo para elegir en estos pacientes, sin embargo, dado que la miocarditis está documentada como una de las complicaciones de las infecciones virales por virus influenza o MERS-CoV, se debe considerar un modo asistido tipo ECMO veno-arterial (VA-ECMO) como última línea en este grupo de pacientes.
- g) El ECMO veno-venoso se indica en pacientes con falla respiratoria aguda severa que no mejora a pesar del uso de ventilación de protección pulmonar, en posición decúbito prono y relajación muscular. Los pacientes que más se benefician son los que tienen disfunción de menos de dos órganos y que no han sido expuestos a ventilación mecánica más de 10 días³⁷⁻³⁹.
- En pacientes que son ventilados con presión meseta menor de 30 cm de H₂O, presión de conducción menor de 15 cm de H₂O y frecuencia respiratoria menor de 25 respiraciones por minuto, posición de cúbito prono, relajación muscular y que además no presentan disfunción de ningún otro órgano, se indica ECMO si la PaFiO₂ es menor de 100 por más de seis horas^{40,41}.
 - En pacientes que son ventilados con presión meseta menor de 30 cm de H₂O, presión de conducción menor de 15 cm de H₂O y frecuencia respiratoria menor de 25 rpm, posición decúbito prono, relajación muscular y que además no presentan disfunción de ningún otro órgano se indica ECMO si presentan acidosis respiratoria con pH menor de 7,25 por más de seis horas, independientemente de la PaFiO₂.
 - En pacientes que son ventilados con presión meseta mayor de 30 cm de H₂O, presión de conducción mayor de 15 cm de H₂O y frecuencia respiratoria mayor de 25 rpm, posición de cúbito prono y relajación muscular, que presentan disfunción de un segundo órgano se indica ECMO si presentan PaFi menor de 150.
- h) Se sugiere que los pacientes con SDRA grave refractario con sospecha o confirmación de COVID-19, a los cuales se les inició terapia con ECMO, sean reevaluados en forma periódica. Este soporte debe ofrecerse como una prueba limitada en el tiempo y ser explicada como tal a todas las partes implicadas desde el principio. Las decisiones de futilidad de la terapia deben ser individualizadas, basadas en una valoración multidisciplinaria que evalúe el contexto clínico, la evolución del paciente y las posibilidades objetivas de recuperación pulmonar y/o cardíaca. Otro punto para tener en cuenta es determinar la disponibilidad de los recursos por regiones, considerando situaciones de alta demanda; se sugiere una reevaluación a los 14-21 días para definir la prolongación de la terapia

ECMO. Además, en casos complejos las decisiones pueden ser consultadas con el Comité de Ética Institucional.

Financiación

Este trabajo fue posible gracias al trabajo de los autores. No se recibió financiación en dinero de ningún otro agente externo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.acci.2021.11.001](https://doi.org/10.1016/j.acci.2021.11.001).

Bibliografía

- National Institute for Health and Care Excellence. Interim process and methods for guidelines developed in response to health and social care emergencies. 2020 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/process/pmg20/resources/appendix-l-interim-process-and-methods-for-guidelines-developed-in-response-to-health-and-social-care-emergencies-8779776589/chapter/introduction-and-overview>.
- Manual metodológico para el diseño de guías de práctica clínica. Instituto Global de Excelencia Clínica. Feb 2019.
- WHO Alliance for Health Policy and Systems Research. Bringing together evidence to tackle COVID-19 [Internet]. 2020 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/alliance-hpsr/news/2020/bringing-evidence-together-for-covid-19/en/>.
- McMaster Health Forum. COVID-END. COVID-19 Evidence Network to support Decision-making [Internet]. 2021 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://www.mcmasterforum.org/networks/covid-end>.
- Cochrane. Cochrane's work on COVID-19 Related Reviews [Internet]. 2021 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://www.cochrane.org/cochrane-work-rapid-reviews-response-covid-19>.
- O'Driscoll BR, Smith R. Oxygen Use in Critical Illness. *Respir Care*. 2019;64:1293-307, <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.07044>.
- Banerjee J, Canamar CP, Voyageur C, Tangraphaphorn S, Lemus A, Coffey C Jr, et al. Mortality and Readmission Rates Among Patients With COVID-19 After Discharge From Acute Care Setting With Supplemental Oxygen. *JAMA Netw Open*. 2021;4:e213990, <http://dx.doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.3990>.
- Damiani E, Adrario E, Girardis M, Romano R, Pelaia P, Singer M, et al. Arterial hyperoxia and mortality in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2014;18:711, <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-014-0711-x>.
- Panwar R, Hardie M, Bellomo R, Barrot L, Eastwood GM, Young PJ, et al. Conservative versus Liberal Oxygenation Targets for Mechanically Ventilated Patients. A Pilot Multicenter Randomized Controlled Trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;193:43-51, <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201505-1019OC>.
- Page D, Ablordeppey E, Wessman BT, Mohr NM, Trzeciak S, Kollef MH, et al. Emergency department hyperoxia is associated with increased mortality in mechanically ventilated patients: a cohort study. *Crit Care*. 2018;22:9, <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-017-1926-4>.
- Ni YN, Wang YM, Liang BM, Liang ZA. The effect of hyperoxia on mortality in critically ill patients: a systematic review and meta analysis. *BMC Pulm Med*. 2019;19:53, <http://dx.doi.org/10.1186/s12890-019-0810-1>.
- Young P, Mackle D, Bellomo R, Bailey M, Beasley R, Deane A, et al. Conservative oxygen therapy for mechanically ventilated adults with sepsis: a post hoc analysis of data from the intensive care unit randomized trial comparing two approaches to oxygen therapy (ICU-ROX). *Intensive Care Med*. 2020;46:17-26, <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-019-05857-x>.
- Siemieniuk RAC, Chu DK, Kim LH, Güell-Rous MR, Alhazzani W, Soccia PM, et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline. *BMJ*. 2018;363:k4169, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.k4169>.
- World Health Organization? Oxygen sources and distribution for COVID-19 treatment centres: interim guidance, 4 April 2020 [Internet]. 2020 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331746?locale-attribute=en&>.
- World Health Organization. Clinical management of COVID-19 patients: living guidance, 25 January 2021 [Internet]. 2021 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://app.magicapp.org/#/guideline/j1WBvYn>.
- Graham HR, Bagayana SM, Bakare AA, Olayo BO, Peterson SS, Duke T, et al. Improving Hospital Oxygen Systems for COVID-19 in Low-Resource Settings: Lessons From the Field. *Glob Health Sci Pract*. 2020;8:858-62, <http://dx.doi.org/10.9745/GHSP-D-20-00224>.
- O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline Group; BTS Emergency Oxygen Guideline Development Group BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. 2017;72 Suppl 1:i1-90, <http://dx.doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-209729>.
- Roca O, Hernández G, Díaz-Lobato S, Carratalá J, Gutiérrez R, Masclans J, et al. Current evidence for the effectiveness of heated and humidified high flow nasal cannula supportive therapy in adult patients with respiratory failure. *Critical Care*. 2016;20:109, <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-016-1263-z>.
- National Institute for Health and Care Excellence. COVID-19 rapid guideline: critical care in adults. NICE guideline [NG159] [Internet]. 2020 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng159>.
- Guía rápida para el diagnóstico y manejo de personas con infección por SARS-CoV-2 en Urgencias, Hospitalización y Cuidado Crítico. Instituto Global de Excelencia Clínica. abril 2021.
- Lee MK, Choi J, Park B, Kim B, Lee SJ, Kim SH, et al. High flow nasal cannulae oxygen therapy in acute-moderate hypercapnic respiratory failure. *Clin Respir J*. 2018;12:2046-56.
- Luo Y, Ou R, Ling Y, Qin T. [The therapeutic effect of high flow nasal cannula oxygen therapy for the first imported case of Middle East respiratory syndrome to China]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2015;27:841-4.
- Rochwerg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017;50:1602426, <http://dx.doi.org/10.1183/13993003.02426-2016>.
- Ischaki E, Pantazopoulos I, Zakyntinos S. Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device. *Eur Respir Rev*. 2017;26:170028, <http://dx.doi.org/10.1183/16000617.0028-2017>.

25. American Association for Respiratory Care. COVID-19: Joint Statement & Guidance Document on Multiple Patients Per Ventilator [Internet]. 26 mar 2020 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://www.aarc.org/joint-statement-guidance-document-on-multiple-patients-per-ventilator/>.
26. Slushy AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med*. 2013;369:2126–36.
27. Walkey A, Goligher E, Del Sorbo L, Hodgson C, Adhikari N, Wunsch H. Low tidal volume versus non-volume-limited strategies for patients with acute respiratory distress syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14 Suppl. 4:S271–9.
28. Brower R, Matthay M, Morris A, Schoenfeld D, Thompson B, et al., Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000;342:1301–8.
29. Amato M, Meade M, Slutsky A, Brochard L, Costa E, Schoenfeld D, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372:747–55.
30. Alhazzani W, Alshahrani M, Jaeschke R, Forel J, Papazian L, Sevransky J, et al. Neuromuscular blocking agents in acute respiratory distress syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 2013;17:R43, <http://dx.doi.org/10.1186/cc12557>.
31. Moss M, Huang D, Brower R, Ferguson N, Ginde A, et al., National Heart, Lung, and Blood Institute PETAL Clinical Trials Network. Early neuromuscular blockade in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2019;380:1997–2008.
32. Rojas J, Urriago J, Montaña Y, Moreno L, Ahumada E, Chavarro G, et al. Enfoque y manejo clínico de pacientes con enfermedad por SARS COV2 (COVID-19) en unidad de cuidado intensivo. *Rev Med Sanitas*. 2020;23:14–33, <http://dx.doi.org/10.26852/01234250.52>.
33. O'Driscoll B, Howard L, Earis J, Mak V. British Thoracic Society Guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *BMJ Open Respir Res*. 2017;4:e000170, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjresp-2016-000170>.
34. Juma S, Taabazuig M, Montero-Odasso M. Clinical frailty scale in an acute medicine unit: A simple tool that predicts length of stay. *Can Geriatr J*. 2016;19:34–9.
35. Shekar K, Badulak J, Peek G, Boeken U, Dalton H, Arora L, et al. Extracorporeal Life Support Organization Coronavirus Disease 19 Interim Guidelines: A Consensus Document from an International Group of Interdisciplinary Extracorporeal Membrane Oxygenation Providers. *ASAIO J*. 2020;66:707–21, <http://dx.doi.org/10.1097/MAT.0000000000001193>.
36. Hospital Italiano de Buenos Aires. Fundación Cuidados Críticos. Guía de cuidados respiratorios (COVID-19) [Internet] Versión 1.2. marzo 22 de 2020 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: <https://www.fcchi.org.ar/guia-de-cuidados-respiratorios-covid-19/>.
37. Salazar L, Uribe J, Poveda C, Santacruz C, Giraldo E, Bautista D, et al. Consenso ECMO colombiano para paciente con falla respiratoria grave asocia da a COVID-19. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2021;21:272–82, <http://dx.doi.org/10.1016/j.acci.2020.09.001>.
38. Grupo ACIN- IETS de Consenso Colombiano para recomendaciones de atención COVID19. Consenso colombiano de atención, diagnóstico y manejo de la infección por SARS-COV-2/COVID-19 en establecimientos de atención de la salud. Recomendaciones basadas en consenso de expertos e informadas en la evidencia. *Infectio*. 2020;46:1099–102.
39. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Med*. 2020;46:1099–102, <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-020-06033-2>.
40. Nanchal R, Truwit J. Recent advances in understanding and treating acute respiratory distress syndrome. *F1000Res*. 2018;7, <http://dx.doi.org/10.12688/f1000research.15493.1>. F1000 Faculty Rev-1322.
41. Ministerio de Salud de Chile. Recomendaciones para indicación de ECMO durante pandemia [Internet]. 2020:1–8 [consultado 20 May 2021]. Disponible en: https://gravita.cl/clc/subirpdf/uploads/Recomendaciones_ECMO_pandemia_MINSAL.pdf.