



<https://doi.org/10.24245/mim.v40iSeptiembre.9727>

Terapia de alto flujo: usos actuales, ¿qué dice la evidencia?

High flow nasal cannula: current uses, what does the evidence say?

Ana Alicia Velarde Pineda,¹ Luis Alberto Bernal Tejeda,² Víctor Hugo Nubert Castillo,³ Nayeli Rocío Cañas Padilla,³ José Antonio Herrera Ibarra,⁴ Miriam Rivera Aguirre³

Resumen

OBJETIVO: Revisar la bibliografía respecto de las diferentes indicaciones y recomendaciones de la terapia de alto flujo en el hospital y domicilio del paciente.

MATERIALES Y MÉTODOS: Estudio retrospectivo basado en la revisión de artículos publicados en inglés o español e indexados en las bases de datos de PubMed, SciELO y Medline, con los MeSH: oxígeno; high flow; respiratory failure; nasal cannula; hipoxemia y ROX index.

RESULTADOS: Se seleccionaron 78 artículos. La principal indicación de la terapia de alto flujo se encontró en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica, principalmente con PaO₂/FiO₂ menor de 200 mmHg, donde demostró disminuir el riesgo de intubación, los días con ventilación mecánica y el riesgo de complicaciones infecciosas asociadas. En la actualidad tiene otras indicaciones de importancia clínica.

CONCLUSIONES: La terapia de alto flujo ha demostrado efectividad en el tratamiento de pacientes hospitalizados y ambulatorios con insuficiencia respiratoria hipoxémica e hipercapnía. Puesto que es una estrategia que evita el escalamiento de tratamientos con oxígeno, entre más temprana sea su indicación mayores ventajas aportará a la evolución clínica del paciente.

PALABRAS CLAVE: Oxígeno; alto flujo; insuficiencia respiratoria; cánula nasal; hipoxemia; índice de ROX.

Abstract

OBJECTIVE: To review the literature on the different indications and recommendations for high-flow therapy in the hospital and at home.

MATERIALS AND METHODS: Retrospective study based on a review of articles published in English or Spanish and indexed in the published in English or Spanish and indexed in PubMed, SciELO and Medline databases, with MeSH: oxygen; high flow; respiratory failure; nasal cannula; hypoxaemia and ROX index.

RESULTS: Seventy-eight articles were identified. The main indication for high flow therapy was found in patients with hypoxemic respiratory failure, mainly with PaO₂/FiO₂ less than 200 mmHg, where it was shown to reduce the risk of intubation, days on mechanical ventilation and the risk of associated infectious complications. It currently has other indications of clinical importance.

CONCLUSIONS: High flow therapy has been shown to be effective in the treatment of inpatients and outpatients with hypoxemic and hypercapnic respiratory failure. Since it is a strategy that avoids escalation of oxygen treatments, the earlier it is indicated, the greater the benefits it will bring to the clinical evolution of the patient.

KEYWORDS: Oxygen; High Flow; Respiratory Failure; Nasal Cannula; Hypoxemia; ROX index.

¹ Médico intensivista, jefa de terapia intensiva.

² Residente de medicina del enfermo en estado crítico.

³ Médico intensivista.

⁴ Médico internista e intensivista. Hospital General Regional 180, Guadaluajara, Jalisco.

Recibido: 17 de abril 2024

Aceptado: 20 de abril 2024

Correspondencia

Ana Alicia Velarde Pineda
anavelarde2011@hotmail.com

Este artículo debe citarse como:

Velarde-Pineda AA, Bernal-Tejeda LA, Nubert-Castillo VH, Cañas-Padilla NR, Herrera-Ibarra JA, Rivera-Aguirre M. Terapia de alto flujo: usos actuales, ¿qué dice la evidencia? Med Int Méx 2024; 40 (8): 488-515.



ANTECEDENTES

La mayoría de pacientes que se hospitalizan requiere la administración suplementaria de oxígeno como medida de tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda.¹ La administración suplementaria de oxígeno es un tratamiento de soporte para cualquier paciente en estado crítico, con el propósito de asegurar que los tejidos reciban el oxígeno necesario.²

La administración tradicional de oxígeno es mediante dispositivos de bajo flujo, con puntas nasales y mascarillas con y sin reservorio que pueden alcanzar flujos desde 1 hasta 15 litros por minuto (L/min). Estos flujos son limitados debido a que el gas no se administra calentado ni humidificado, lo que hace que no sean los necesarios en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda que requieren flujos de, al menos, 20 a 30 litros por minuto. Además, la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) que se administra no es constante porque durante el ciclo respiratorio se diluye con el aire del ambiente, lo que resulta en un descenso de la FiO_2 que llega a los alvéolos.³

La terapia de alto flujo consta de un dispositivo que consta de una tríada: administración a una FiO_2 constante que no se ve afectada por la FiO_2 ambiental, humedad alta (5 a 100%; 44 mg/L H_2O) o flujos elevados (hasta 60 o 70 L/min) lo que permite una mejoría clínica en el paciente con insuficiencia respiratoria.³ El objetivo de la terapia de alto flujo es aportar oxígeno a un flujo que supere el pico del flujo inspiratorio del paciente.⁴

En la actualidad se comercializan diversos dispositivos dedicados, específicamente, a este tratamiento, como la torre de alto flujo Airvo2 y diversos ventiladores, como los de marca Draeger, Mindray o Maquet.⁵ La terapia de alto flujo puede indicarse dentro y fuera del hospital, sobre todo a pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica,² la mayoría tratados en unidades de cuidados intensivos.

Debido a que la terapia convencional de oxígeno puede ocasionar lesiones en la piel por el uso de mascarillas faciales ajustadas, hemorragias nasales, resecaedad de la vía aérea e, incluso, aumentar la incidencia de complicaciones por neumonía (en el caso de la ventilación no invasiva), está la posibilidad de recurrir a la terapia de alto flujo en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda. La técnica de alto flujo se basa en un adecuado sistema de humidificación activa que ha demostrado adecuada tolerancia por los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, sobre todo en comparación con el resto de las terapias con oxígeno.⁶

La terapia de alto flujo ha llenado un vacío entre los dispositivos de bajo flujo (como la mascarilla con reservorio) y la ventilación mecánica no invasiva e invasiva.⁶

El objetivo de la revisión es mostrar la evidencia más reciente acerca de las ventajas de la terapia de oxígeno de alto flujo en los ámbitos hospitalario y domiciliario, y aportar un panorama de sus ventajas fisiológicas y las circunstancias en las que puede resultar de mayor utilidad clínica para el paciente.

METODOLOGÍA

Revisión bibliográfica efectuada en las bases de datos de Pubmed, SciELO y Medline mediante la búsqueda de artículos publicados entre 2010 y 2022 con los MeSH: *oxigen, high flow, respiratory failure, nasal cannula, hypoxemia, ROX index*. La búsqueda inicial arrojó un total de 1132 artículos. *Criterios de selección:* estudios en inglés o español de casos y controles, ensayos controlados aleatorizados, revisiones sistemáticas y metanálisis, y otras revisiones narrativas. *Criterios de exclusión:* cartas al editor, estudios preclínicos o efectuados en población pediátrica. Después de eliminar los artículos duplicados, los autores decidieron, por consenso, los estudios que se incluirían para la revisión, con prioridad

de los que hacían referencia expresa o definieran la terapia de oxígeno de alto flujo. *Parámetros de análisis:* antecedentes históricos, clasificación, estrategias de prescripción, contraindicaciones, monitoreo, respuesta al tratamiento, fisiología y ventajas de la terapia. Finalmente, se seleccionaron 76 artículos para la revisión narrativa. Además de una página web y un libro, por su contenido relevante en el tema.

Fisiología del alto flujo en la ventilación mecánica

El tratamiento con oxígeno es el principal para pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica, tradicionalmente administrado mediante máscaras o cánulas nasales con caudales máximos limitados debido al calor y a la humedad insuficientes. Con los dispositivos convencionales pueden administrarse flujos de hasta 15 L/min, mucho menores que el flujo inspiratorio requerido en un paciente con insuficiencia respiratoria aguda.³ La terapia de alto flujo permite administrar, de forma cómoda y no invasiva, un flujo de 20 a 70 L/min, calentado y humidificado (37 °C con 100% de humedad relativa) y con una FiO_2 deseada que puede establecerse entre 21 y 100%.^{7,8}

La terapia de alto flujo se ajusta a las demandas inspiratorias de los pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda y disnea, manteniendo de forma confiable la FiO_2 y proporcionando, simultáneamente, un bajo nivel de presión positiva al final de la espiración en las vías aéreas superiores y facilitando el reclutamiento alveolar.^{4,8} Un ejemplo de esto sucede durante el ejercicio físico, donde el flujo de oxígeno necesario puede ser de 60 hasta 110 L/min, situación es similar a la de los pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica.⁹

Para indicar la terapia de alto flujo se necesitan cuatro componentes: 1) interfase con el paciente mediante cánulas de silicona (o adaptadores para

traqueostomía); 2) sistema de administración de alto flujo con control de flujo y FiO_2 (mediante dos tomas de gas mural y un caudalímetro mezclador o turbina independiente del gas de pared); 3) humidificador-calefactor; y 4) tubuladuras no condensantes que conectan el humidificador con la interfaz del paciente.^{8,10} **Figura 1**

Las ventajas potenciales de la terapia de alto flujo en relación con la terapia convencional de oxígeno (**Cuadro 1**) favorecen un menor riesgo de lesión pulmonar autoinducida por el paciente al evitar cambios en la presión transpulmonar.^{10,11}

Con el fin de establecer el flujo ideal en el paciente con terapia de alto flujo, Li J y su grupo⁴ llevaron a cabo un ensayo clínico prospectivo en pacientes con hipoxemia en quienes midieron el pico de flujo inspiratorio para establecer el flujo inicial de la terapia, que se iniciaba con el pico de flujo inspiratorio del paciente y, posteriormente, se hacían incrementos de 10 L/min

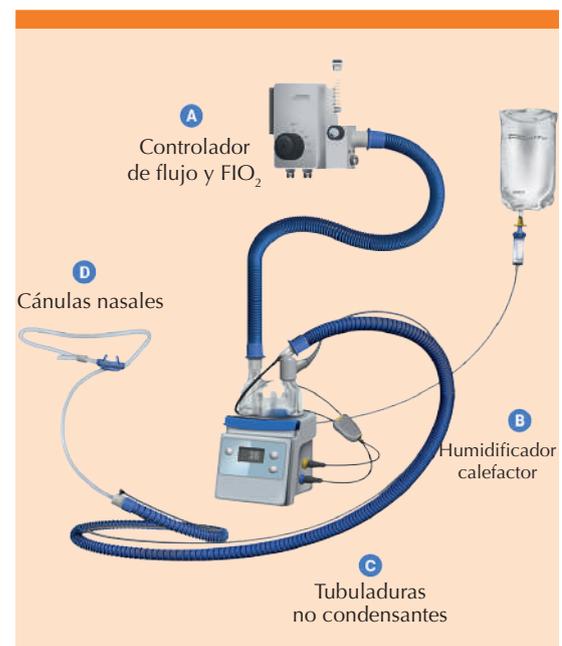


Figura 1. Esquema del sistema de terapia de alto flujo (modificado de Masclans et. al., 2015).¹⁰



Cuadro 1. Ventajas potenciales de la terapia de alto flujo sobre la terapia convencional de oxígeno^{10,11}

Administración de una FiO ₂ confiable y estable
La combinación de un flujo constante de al menos 30 L/min con un FiO ₂ programada: ↓ Dilución del O ₂ a nivel ambiental → asegura una FiO ₂ constante y cercana a la programada
Lavado de CO ₂ de las vías respiratorias superiores
El flujo suministrado directamente a la nasofaringe lava el CO ₂ del receptáculo anatómico, lo que evita la reinhalación y proporciona un reservorio de gas fresco: ↓ Espacio muerto anatómico, ↑ ventilación alveolar → ↑ tolerancia al esfuerzo, ↓ trabajo respiratorio ↓ disnea. El aumento del flujo para alcanzar o rebasar el pico flujo inspiratorio: ↓ FR ↓ Ventilación minuto, sin hipercapnia resultante.
Mejoría de la ventilación
Mediante el reclutamiento alveolar: ↑ 1L flujo en la región nasal → ↑ 0.7% volumen pulmonar al final de la espiración
Mejoría en la eliminación de secreciones
Mediante la provisión de humidificación activa, mejora la función mucociliar lo que favorece la expulsión de secreciones y adicionalmente: ↓ Formación de atelectasias (mejorando V/Q) ↓ Resistencia de VAS ↓ Trabajo respiratorio ↑ Volumen pulmonar al final de la espiración, ↓ FR.
Mayor comodidad del paciente
↑ Tasas de flujo (a 60 L/min) → ↓ esfuerzo inspiratorio → ↑ comodidad del paciente ↓ disnea. ^{7,10} ↓ FR → ↑ Tiempo espiratorio 4.9 ± 1.5 segundos con 30 L/min (p < 0.01) y 6.0 ± 2.3 s. con 45 L/min (p < 0.001) ^{12,14}

CO₂: dióxido de carbono, FR: frecuencia respiratoria, FiO₂: Fracción inspirada de oxígeno, V/Q: relación ventilación-perfusión, VAS: vía aérea superior.

cada 5 a 10 minutos hasta alcanzar un flujo de 60 L/min. En ese lapso se hacían mediciones de frecuencia respiratoria, relación PaO₂/FiO₂, bienestar del paciente e índice de ROX con cada flujo establecido. La FiO₂ se titulaba para lograr saturaciones de 90 a 97%. La media del pico flujo inspiratorio fue de 34 L/min, y el incremento del flujo de la terapia de alto flujo mejoraba la oxigenación al programarlo con hasta dos veces el pico del flujo inspiratorio del paciente, pero no así el índice de ROX, que entraba en una meseta al alcanzar picos de flujos de 1.34 a 1.67 veces el pico de flujo inspiratorio del paciente. Fue así que concluyeron que la mayor parte de los picos de flujo inspiratorio en los pacientes con hipoxemia se encuentra entre 30 y 40 L/min, por lo que la programación mínima inicial del alto flujo no debe ser menor a 40 L/min para permitir una mejoría en la oxigenación del paciente.⁴

Los efectos fisiológicos de la terapia de alto flujo se resumen en la **Figura 2.**^{7,12}

El alto flujo para evitar la intubación en el paciente con insuficiencia respiratoria hipoxémica

La insuficiencia respiratoria hipoxémica (relación PaO₂:FiO₂ menor de 300 mmHg) puede originarse por distintas situaciones clínicas: cuadros de neumonía, síndrome de insuficiencia respiratoria aguda y exacerbaciones de enfermedades pulmonares o cardíacas crónicas.

El inicio oportuno de la terapia de alto flujo es decisivo en el tratamiento de un paciente con hipoxemia, en quien debe prevenirse el mayor deterioro respiratorio. Si el paciente tiene indicación expedita de intubación endotraqueal

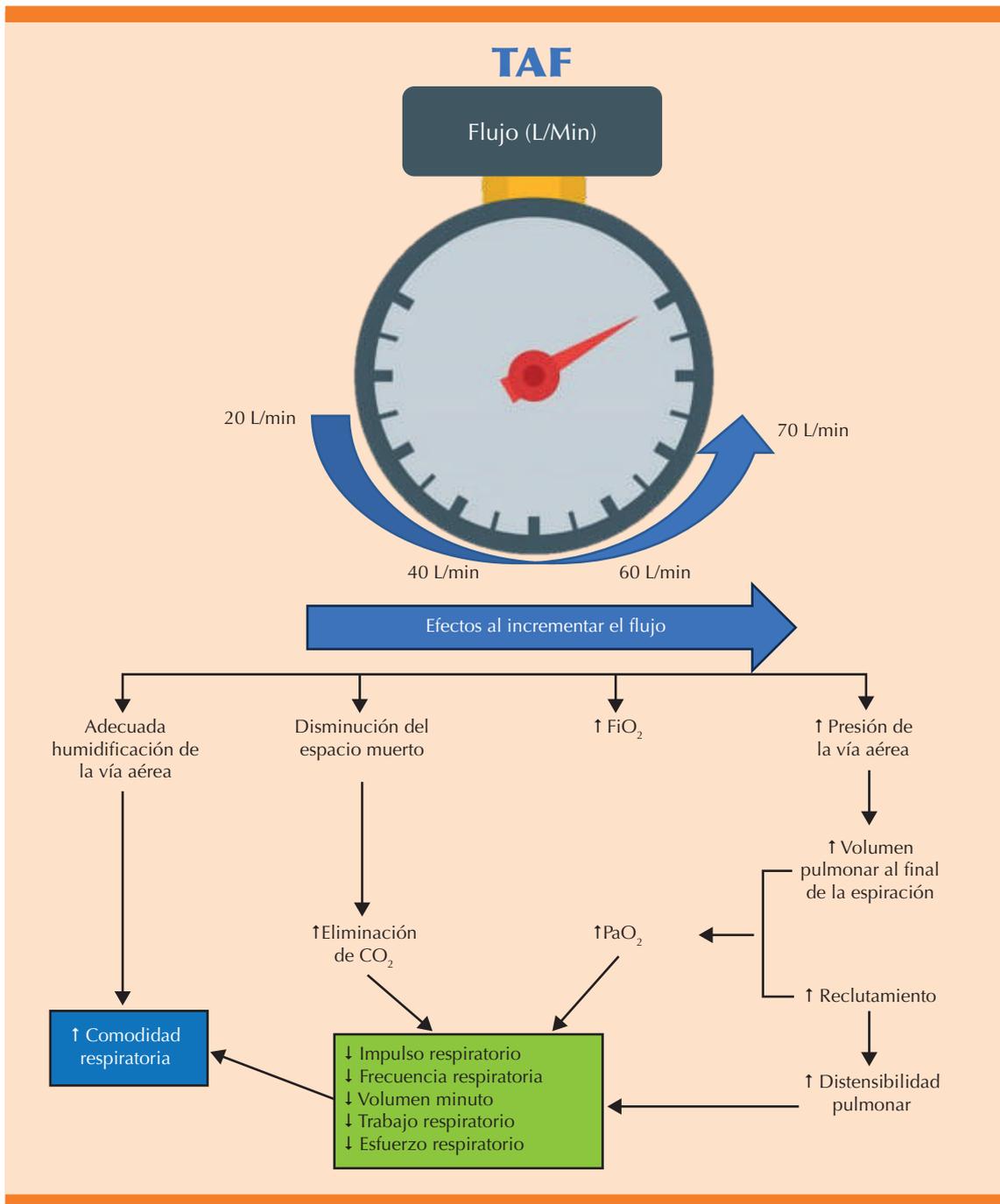


Figura 2. Efectos fisiológicos de la terapia de alto flujo. Modificado de: Ricard J-D, et al. Use of nasal high flow oxygen during acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 2020; 46 (12): 2238-47. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-020-06228-7>

TAF: terapia de alto flujo, FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; L: litros; CO₂: dióxido de carbono; PaO₂: presión parcial de oxígeno.



e inicio de ventilación mecánica invasiva, no debe posponerse esta decisión. Si no estuviera indicada deberá iniciarse con terapia de alto flujo con FiO_2 al 100%, tasa de flujo de 50 a 60 L/min y a temperatura de 37 °C.^{13,14,15} Para una comprensión más fácil de lo anterior se propone un algoritmo de tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica mediante terapia de oxígeno de alto flujo (**Figura 3**).¹⁵ En el algoritmo se observa la utilidad del índice de ROX (IROX),¹⁶ parámetro utilizado para la predicción de fracaso de la terapia de alto flujo por cánula nasal mediante la siguiente fórmula:

Índice ROX = [saturación de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno]/frecuencia respiratoria.

En la medición a las 12 horas posteriores al inicio de la terapia de alto flujo, un índice ROX igual o mayor a 4.88 es un determinante del éxito de la terapia que se ha asociado con una reducción de hasta el 72.7% del riesgo de requerir ventilación mecánica.¹⁶

En comparación con la terapia convencional de oxígeno, la de alto flujo no ha registrado repercusión en la mortalidad, en los días de estancia en cuidados intensivos ni en los de hospitalización. En cambio, sí ha mostrado una reducción de 15% en la necesidad de intubación y de 29% en el uso de ventilación mecánica invasiva.¹⁷

Por lo que se refiere al potencial de la terapia de alto flujo para influir en aspectos clínicos, el estudio FLORALI evaluó el efecto del alto flujo en la insuficiencia respiratoria hipoxémica. En un análisis de regresión logística, con la relación $\text{PaO}_2:\text{FiO}_2$ menor de 200 mmHg como variable de ajuste, se observó que la tasa de intubación en pacientes con terapia de alto flujo fue significativamente menor que en los otros dos grupos (35% en terapia de alto flujo en comparación con 53% en oxígeno estándar contra 58% en oxígeno convencional; $p = 0.009$), es decir, 18 y 23% menor, respectivamente.¹⁷ En el mismo estudio se

observó que el lapso sin necesidad de ventilador para el día 28 fue significativamente mayor en el grupo de oxígeno de alto flujo, 24 ± 8 días en comparación con 22 ± 10 en el grupo de oxígeno estándar y 19 ± 12 en el grupo de ventilación no invasiva ($p = 0.02$). El riesgo de muerte a los 90 días fue de 2.01 (IC95%: 1.01-3.99) con oxígeno estándar en comparación con oxígeno de alto flujo ($p = 0.046$) y 2.50 (IC95%: 1.31-4.78) con ventilación no invasiva comparada con oxígeno de alto flujo ($p = 0.006$) (28% en ventilación no invasiva, 23% en oxígeno convencional y de 12% en terapia de alto flujo; $p = 0.02$).¹⁷

La evidencia apunta a que en los pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica con una relación $\text{PaO}_2:\text{FiO}_2$ menor de 200 mmHg la terapia de alto flujo mejora la tasa de supervivencia, incrementa los días libres de ventilación mecánica y reduce la tasa de intubación en comparación con la oxigenoterapia convencional o la ventilación no invasiva.^{17,18}

Tratamiento de la insuficiencia respiratoria hipercápnica en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

En la actualidad, la terapia de oxígeno de alto flujo ha cobrado relevancia por sus beneficios demostrados en el tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica. Su aplicación en insuficiencia respiratoria hipercápnica, como en el caso de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, sigue estudiándose para definir de manera objetiva sus ventajas.^{19,20,21}

Las ventajas potenciales de la terapia de alto flujo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica se resumen en el **Cuadro 2**.^{19,20}

Se han llevado a cabo múltiples estudios que comparan la ventilación no invasiva con la terapia de alto flujo en el tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipercápnica.

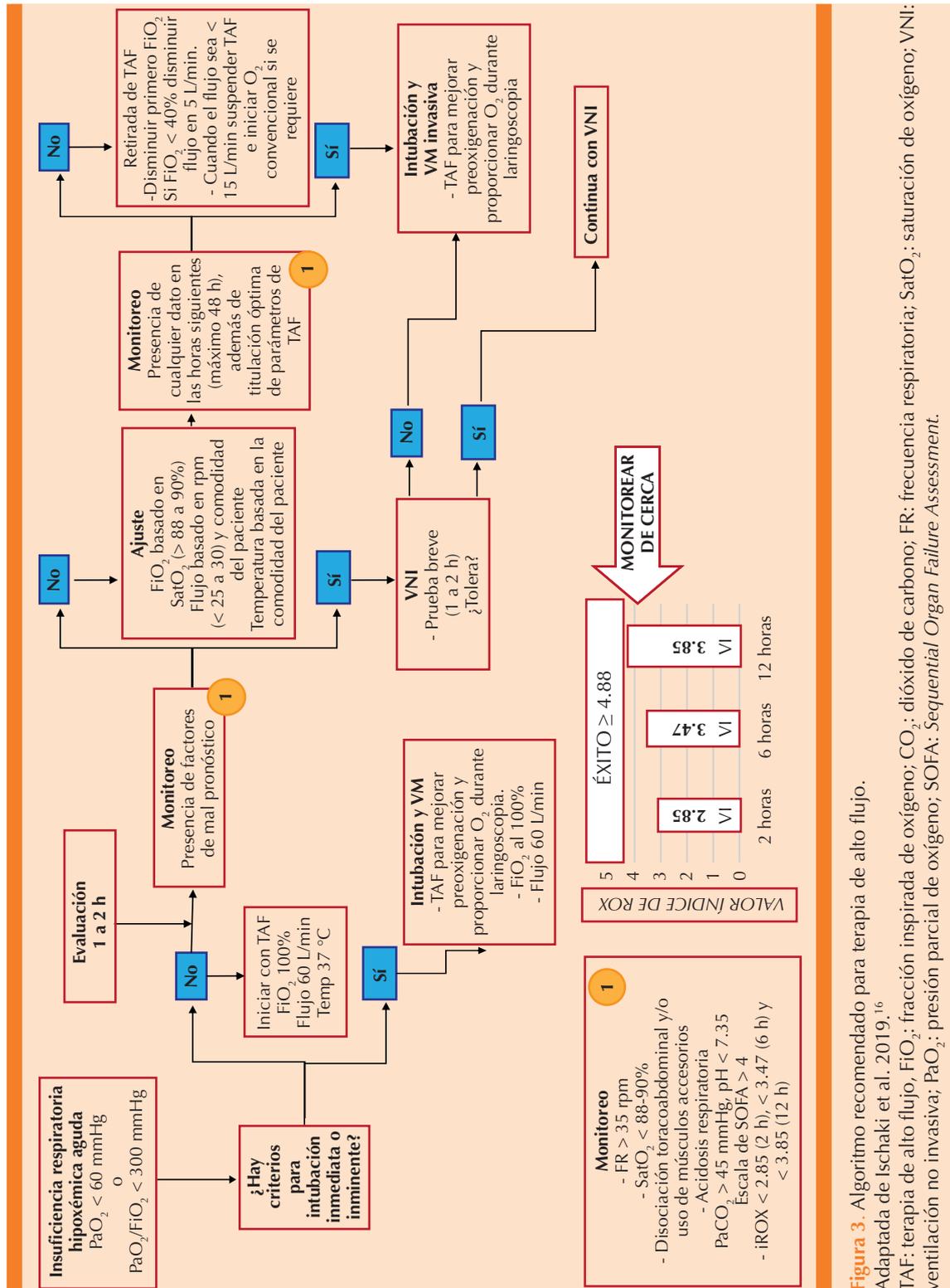


Figura 3. Algoritmo recomendado para terapia de alto flujo. Adaptada de Ischaki et al. 2019.¹⁶
 TAF: terapia de alto flujo, FiO_2 : fracción inspirada de oxígeno; CO_2 : dióxido de carbono; FR: frecuencia respiratoria; $SatO_2$: saturación de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; PaO_2 : presión parcial de oxígeno; SOFA: Sequential Organ Failure Assessment.



Cuadro 2. Ventajas potenciales de la terapia de alto flujo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica^{17,19}

Condición patológica del EPOC	Implicaciones	Ventaja proporcionada por la terapia de alto flujo	Mecanismo
↑Producción de secreciones bronquiales	Expectoración deficiente →Acumulación de las secreciones→↑Riesgo de infecciones hospitalarias y adquiridas en la comunidad (en especial, neumonías)	↑ Aclaramiento mucociliar y la eficacia de la tos ↓Riesgo de infecciones	Humidificación y temperatura constantes →↓Impactación de secreciones. ↓Respuesta inflamatoria y daño de las células epiteliales bronquiales ¹⁹
Retención de CO ₂	Desarrollo de hipercapnia y acidosis respiratoria crónica y crónica agudizada	El mecanismo de lavado: ↓PaCO ₂ ↑Impulso respiratorio después de la extubación y en los periodos de descanso de VNI ¹⁸	↓ Espacio muerto de la faringe proporcionalmente al flujo aplicado y al tiempo espiratorio ¹⁸
Limitación del flujo espiratorio	Se genera una PEEP intrínseca con hiperinsuflación dinámica a largo plazo	↓FR y ↑ tiempo espiratorio→ ↓limitación de flujo espiratorio y ↓potencial de la hiperinsuflación dinámica. ¹⁸	Generación de PEEP debido a la resistencia espiratoria impuesta por la exhalación contra el flujo de gas entrante, que parece contrarrestar la PEEP intrínseca y reclutar áreas con atelectasia ¹⁸
Hipoxemia, compensada o no compensada	Generación de insuficiencia respiratoria → Disnea y ↓ SatO ₂ por oximetría de pulso	↓Trabajo respiratorio: ↓FR Mejora la ventilación ↓ Índice de respiraciones rápidas superficiales Mejora la sincronía toraco-abdominal. ¹⁸	Las tasas altas de flujo pueden igualar o superar la alta demanda de flujo inspiratorio, lo que: ↓ Arrastre de aire ambiental y dilución de O ₂ Proporciona valores de FiO ₂ más estables que los sistemas de suministro de O ₂ estándar Mejora de manera más oportuna la SatO ₂
Exacerbaciones y disnea	Suelen manejarse con VNI de primera elección	↓ Sensación incómoda vs. TCO y vs. VNI (dolor, sequedad de las vías respiratorias, úlceras o lesiones en la piel y mucosas) particularmente en pacientes críticamente enfermos	Humidificación y temperatura constantes Mejor tolerancia de TAF vs. máscaras faciales de VNI ya que éstas pueden producir lesiones en la piel en el punto de la presión de las interfaces (frente y nariz). ¹⁹

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; PEEP: presión positiva al final de la espiración; FR: frecuencia respiratoria; TAF: terapia de alto flujo; TCO: terapia convencional de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; rpm: respiraciones por minuto; SatO₂: saturación de oxígeno; UCI: unidad de cuidados intensivos.

nica, algunos de sus resultados se encuentran en el **Cuadro 3.**²²⁻²⁵ En esos ensayos se señala que a pesar de que la ventilación no invasiva se reconoce universalmente como la terapia de primera línea de tratamiento para pacientes con exacerbación hipercápnica aguda por enfermedad pulmonar obstructiva crónica, su tolerancia

puede ser escasa debido a una variedad de efectos secundarios;¹⁹ Click or tap here to enter text. por lo tanto, puede considerarse:^{20,22}

- Como una alternativa a la ventilación no invasiva si ésta insuficiencia por intolerancia.

Cuadro 3. Evidencia en el uso de terapia de alto flujo vs ventilación no invasiva en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Estudio	Pacientes	Intervención	Control	Resultados
Storgaard et al., 2018 ²⁴	Con EPOC y insuficiencia respiratoria hipoxémica que ya recibían oxígeno domiciliario	TCO + TAF durante 12 meses (uso diario 6 h, flujo 20 L/min).	TCO a 3 L/min	<p>↓ Exacerbaciones (3.12 en TAF vs 4.95 en TCO, $p < 0.001$).</p> <p>↓ Admisiones hospitalarias de 1.39/año a 0.79/año ($p < 0.001$).</p> <p>Mejoría estadísticamente significativa a los 6 y 12 meses en: La escala modificada de disnea de Borg</p> <p>La prueba de caminata a los seis minutos</p> <p>El nivel PaCO₂</p> <p>Sin diferencia estadísticamente significativa en la mortalidad</p>
Jing et al., 2019 ²²	Con EPOC e hipercapnia en la prevención de la insuficiencia respiratoria posextubación	TAF (Temperatura 37°C, FiO ₂ para SatO ₂ 88 a 92%, flujo no referido)	VNI (doble nivel: presión inspiratoria 10-12 cmH ₂ O y espiratoria 4 a 5 cmH ₂ O)	<p>La TAF no fue inferior a la VNI (ambos grupos con PaCO₂ y PaO₂/FIO₂ similares en todos los puntos temporales)</p> <p>En el grupo de TAF:</p> <p>A las 48 h, las puntuaciones de comodidad fueron mejores</p> <p>↓ Necesidad de broncoscopia para el control de secreciones (9.09 vs. 45%, $p=0.03$)</p>
Pantazopoulos et al. 2020 ¹⁹	Con EPOC estable y durante exacerbaciones	TAF (flujo variable entre 20 a 35 L/min)	TCO (2 a 3 L/min) o VNI (doble nivel: presión inspiratoria 10 cmH ₂ O y espiratoria 5 cmH ₂ O)	<p>Es seguro el uso de la TAF en:</p> <p>El retiro de la VNI</p> <p>En los descansos de VNI</p> <p>En pacientes que tienen una gasometría con un pH entre 7.25 y 7.35</p>
Papachatzakis et al., 2020 ²⁵	Con EPOC exacerbada por insuficiencia respiratoria hipercápica	TAF (flujo inicial de 35 hasta 50 L/min, FiO ₂ para una SatO ₂ objetivo > 90%)	VNI (doble nivel: presión inspiratoria y espiratoria tituladas al máximo nivel tolerado por el paciente)	<p>En el grupo de TAF:</p> <p>↓ FR ($p=0.023$)</p> <p>PaCO₂ menor al egreso hospitalario (50.8 ± 9.4 mmHg vs. 59.6 ± 13.9 mmHg, $p=0.024$)</p> <p>Sin diferencia significativa en días de estancia hospitalaria</p>
Ovtcharenko et al, 2022 ²¹	Con insuficiencia respiratoria hipercápica	TAF (flujo promedio inicial 35 L/min, FiO ₂ para SatO ₂ > 90%)	VNI (doble nivel: presión inspiratoria 10 cm, HO y espiratoria 5 cmH ₂ O)	<p>La TAF no es inferior a la VNI ? ambos tratamientos se pueden utilizar sin diferencias en el paciente con EPOC.</p> <p>No se logró demostrar una diferencia en:</p> <p>Necesidad de intubación endotraqueal</p> <p>Días de estancia en la UCI</p> <p>Variación de frecuencia respiratoria</p> <p>Niveles de PaO₂ o de PaCO₂</p>

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; TAF: terapia de alto flujo; TCO: terapia convencional de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; rpm: respiraciones por minuto; FR: frecuencia respiratoria; UCI: unidad de cuidados intensivos; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; L: litros; PaO₂: presión parcial de oxígeno; PaCO₂: presión parcial de dióxido de carbono.



- En los descansos de ventilación no invasiva.
- En el destete de la ventilación mecánica en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- En lugar del oxígeno convencional como tratamiento de primera línea en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica sin acidosis respiratoria, en la búsqueda de efectividad en la reducción de exacerbaciones y hospitalizaciones en su uso a largo plazo (al menos 12 meses).

Se propone el algoritmo de la **Figura 4** para uso de terapia de alto flujo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica exacerbada e insuficiencia respiratoria hipercápnica.

Indicación en pacientes con asma

El asma es una enfermedad crónica, inflamatoria, caracterizada por disnea, sibilancias y tos. Se estima que afecta a más de 334 millones de personas, con una tasa de mortalidad de 0.16 a 0.21 por cada 100,000 personas afectadas.²⁶ En los países en desarrollo se registra el 80% de las muertes por asma, y en los últimos años ha habido un incremento en la prevalencia.^{27,28} En la Ciudad de México la prevalencia es de 3.3% en hombres y de 6.2% en mujeres.²⁹

Respecto a la indicación de la terapia de alto flujo a pacientes asmáticos, Raeisi y colaboradores publicaron un ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, en el que compararon el uso durante de 24 h de terapia de alto flujo con la terapia convencional de oxígeno en pacientes con exacerbación de asma moderada a severa.³⁰ Se midieron escalas de disnea, saturación de oxígeno, índices de espirometría, frecuencias respiratoria y cardiaca, y gases arteriales. Ambos grupos se compararon a las 2 y a las 24 horas de la intervención. La terapia de alto flujo se aplicó con un flujo de 15 a 35 L/min a una temperatura

continua de entre 31 y 37 °C por cánula nasal, con ajuste de la FiO_2 para mantener saturaciones de 94% o superiores. La escala de disnea disminuyó de forma significativa a las 2 y a las 24 h en el grupo de terapia de alto flujo, que además mejoró además la PaO_2 y la saturación de oxígeno. No hubo diferencia en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV_1) a la admisión ni a las primeras dos horas y a las 24 h; tampoco hubo diferencia en variables de frecuencia respiratoria y cardiaca y pH. En la PCO_2 no hubo diferencias significativas entre ambos grupos, pero sí una tendencia a mayor aclaramiento en el grupo de terapia de alto flujo.³⁰

Geng y su grupo llevaron a cabo un estudio no cegado, con asignación al azar, con pacientes adultos con diagnóstico de asma aguda severa, complicada con insuficiencia respiratoria aguda, a fin de estudiar la eficacia y seguridad de la terapia de alto flujo en comparación con la terapia convencional de oxígeno para mejorar la oxigenación. A los pacientes con terapia de alto flujo se les programó un flujo de gas de 30 a 40 L/min, temperatura entre 31 y 37 °C y titulación de FiO_2 para mantener la saturación de oxígeno entre 92 y 96%. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos; sin embargo, en el grupo de terapia con alto flujo la elevación de la PO_2 fue más eficiente en comparación con el grupo de terapia convencional de oxígeno con 94.73 ± 4.3 en comparación con 86.98 ± 6.42 ($p = <0.05$). Además, se observó una disminución significativa de las frecuencias cardiaca y respiratoria a las 24 y 48 horas ($p = <0.05$). No se encontraron diferencias en la PCO_2 , ni en las frecuencias cardiaca y respiratoria a las 0, 2 y 8 horas.³¹

En cuanto a la administración de aerosoles mediante terapia de alto flujo, en publicaciones recientes se reporta que la dosis regular de broncodilatador administrada mediante alto flujo puede generar broncodilatación similar a

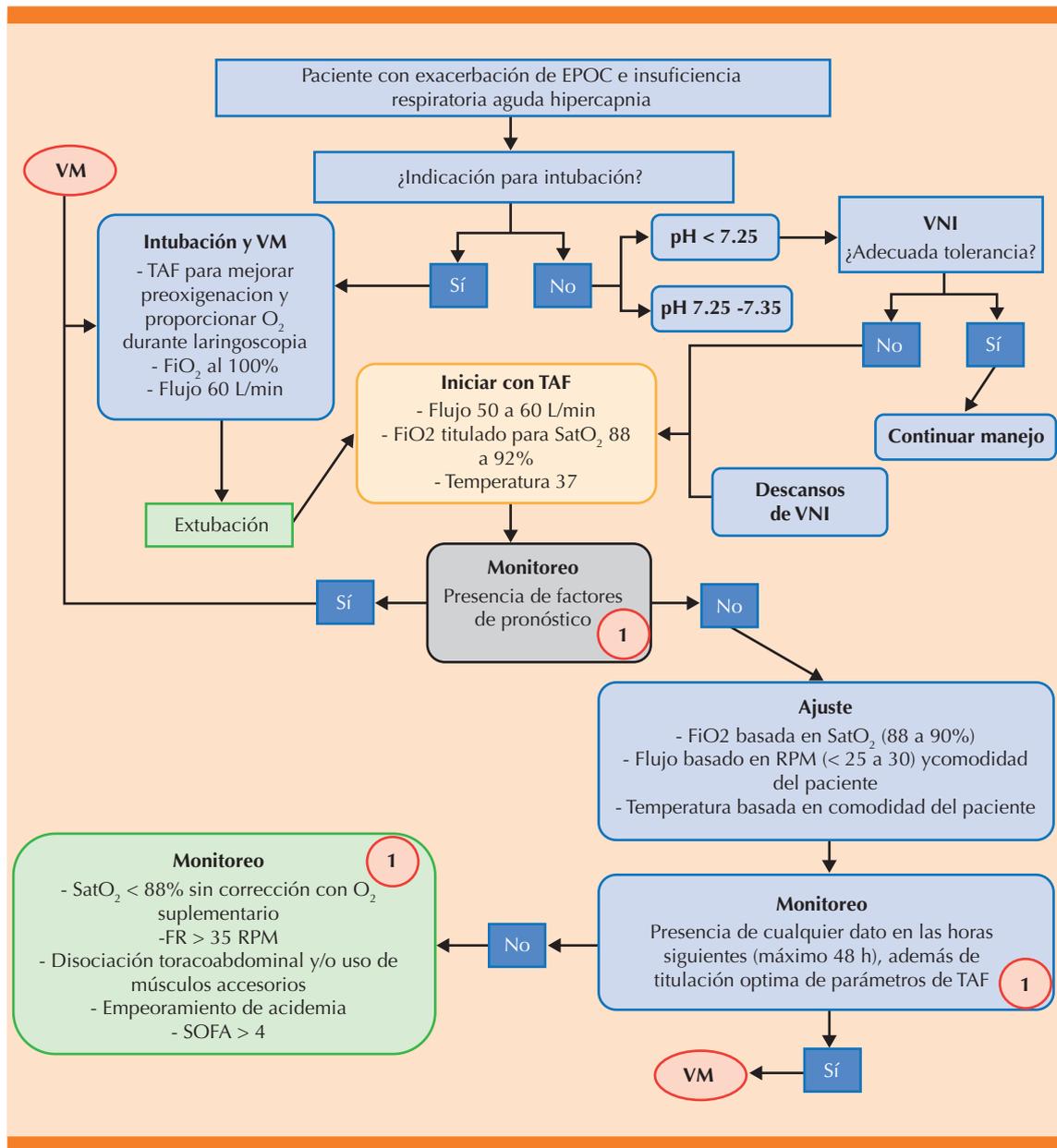


Figura 4. Uso de terapia de alto flujo en paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica exacerbada e insuficiencia respiratoria hipercapnica
 TAF: terapia de alto flujo; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; L: litros; CO₂: dióxido de carbono; SatO₂: saturación de oxígeno; VM: ventilación mecánica; VNI: ventilación no invasiva; RPM: respiraciones por minuto; FR: frecuencia respiratoria; SOFA: *Sequential Organ Failure Assessment*.



la que se genera con nebulizadores tipo *jet* en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica estable.^{32,33} Li y coautores emprendieron un estudio en el que evaluaron a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica o con asma, sin exacerbaciones en las dos semanas previas al estudio y que tenían respuestas favorables al broncodilatador por FEV_1 ($\geq 12\%$); los pacientes fueron objeto de pruebas en el laboratorio pulmonar durante los primeros tres días. Se dividieron en tres grupos: el primero recibió un flujo de 50 L/min mediante terapia de alto flujo, el segundo tenía una relación flujo de gas:flujo inspiratorio = 0.5 y el tercero una relación flujo de gas:flujo inspiratorio = 1.0. A los tres grupos se les practicó una espirometría prebroncodilatador y se les asignó un flujo según su grupo. Los rangos de efectividad de la terapia de aerosol descritos mediante terapia de alto flujo son: flujo de gas:flujo inspiratorio de 0.1 a 0.5. Se les administró salbutamol a dosis acumulativa de 0.5, 1.5, 3.5 y 7.5 mg vía terapia de alto flujo con análisis en fase prebroncodilatador y posbroncodilatador, variables de FEV_1 , frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, saturación de oxígeno y ruidos respiratorios. Encontraron que durante la administración de salbutamol a 0.5 mg, el grupo de flujo de gas:flujo inspiratorio = 0.5 tuvo la mejor respuesta broncodilatadora 44 en comparación con 25% en el grupo flujo de gas:flujo inspiratorio 1 y 27% en flujo de gas 50 L/min. Al recibir una dosis alta de 1.5 mg, el grupo de flujo de gas:flujo inspiratorio = 0.5 tuvo una respuesta broncodilatadora de 64%, flujo de gas:flujo inspiratorio = 1 de 29% y flujo de gas:flujo inspiratorio 50 L/min de 27% ($p = 0.011$); es decir, mejor con respecto a una dosis menor. Este resultado se replicó con una dosis de 3.5 mg de salbutamol (88 en comparación con 54 y 46%, $p = 0.005$). Los investigadores concluyeron que las dosis acumulativas de 1.5 a 3.5 mg resultaron efectivas para aliviar la broncodilatación, independientemente de la velocidad de flujo requerida, por lo que solo hace falta un aumento de la dosis sin

necesidad de disminuir el flujo para alcanzar la efectividad, lo que seguramente será tema de futuras investigaciones para su comprobación.³⁴

En conclusión: la terapia de alto flujo puede ser útil en el tratamiento del paciente asmático con crisis aguda severa, sin que deba retrasarse la intubación en pacientes con datos de insuficiencia respiratoria.

Indicación en el periodo posextubación

Si bien la ventilación mecánica invasiva puede salvar vidas, su retiro mediante un protocolo establecido que permita la suspensión sostenida del soporte ventilatorio puede ser un desafío. Las complicaciones son comunes en el periodo posterior a la extubación, sobre todo la reintubación, que se ha asociado con mayor mortalidad, mayor duración de la estancia hospitalaria y en la unidad de cuidados intensivos y mayores costos. Los diferentes estudios han demostrado que la tasa de reintubación en las unidades de cuidados intensivos varía entre 10 y 20%.³⁵ En un estudio efectuado en México se determinó que la tasa de reintubación en una unidad de cuidados intensivos de segundo nivel de atención fue de 17%. Las principales causas de fracaso a la extubación fueron: mal control de las secreciones (27%), miopatía del enfermo en estado crítico (20%) y atelectasias-edema laríngeo (13%), entre otras. De estas causas, el mal control de secreciones y el edema laríngeo pudieron evitarse con la terapia de alto flujo, como se describirá posteriormente.³⁶

Los intentos para prevenir la insuficiencia respiratoria posterior a la extubación han tenido éxito para causas específicas de reintubación (edema laríngeo e insuficiencia respiratoria hipercápnica en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica). La ventilación no invasiva preventiva, con presión positiva, no ha logrado mitigar la insuficiencia respiratoria posterior a la extubación en pacientes en estado crítico de

otras enfermedades de base.^{35,37} Se han probado otras múltiples estrategias para prevenir la insuficiencia respiratoria en el entorno posterior a la extubación, como la oxigenoterapia convencional, la ventilación no invasiva o la terapia de alto flujo.³³

Con base en los estudios resumidos en el **Cuadro 4** puede estimarse que se disminuye de manera importante el riesgo de reintubación en las primeras 72 horas con terapia de alto flujo en comparación con la oxigenoterapia convencional. Esto puede ser un pilar en el tratamiento de la hipoxemia posextubación en todo tipo de pacientes, incluidos los quirúrgicos. La terapia de alto flujo ha demostrado su superioridad en relación con la ventilación no invasiva, sobre

todo en el grupo de pacientes de alto riesgo (insuficiencia cardíaca, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, obesidad, traumatismo craneal, etc.).^{37,38,39}

Evitar el escalamiento en el requerimiento de oxígeno

En la práctica de la Infectología se utiliza la expresión “desescalamiento antibiótico” para referirse a la estrategia que comprende una reducción en la indicación de antibióticos de amplio espectro o a la disminución de los antibacterianos y menor duración del esquema prescrito. En el caso de la terapia con oxígeno, el escalamiento implicaría hacer lo contrario; es decir, aumentar la cantidad de soporte ventilato-

Cuadro 4. Evidencias en el uso de terapia de alto flujo en el periodo posextubación

Condición	Evidencia de la TAF en la posextubación
Pacientes de cirugía cardíaca ⁴⁰	TAF vs. TCO: En la extubación planificada? ↓ tasa de reintubación en 17% El desarrollo de insuficiencia respiratoria posterior a la extubación fue de 7.5% TAF vs 34.6% en TCO (p<0.001) TAF vs. mascarilla tipo Venturi: ↓Requerimiento de apoyo con VNI (p=0.04), ↓ número de reintubaciones (p<0.01), ↓desaturaciones, ↓confort y ↓ cantidad de retiros de la interfase
Pacientes de alto riesgo de reintubación ³⁷	TAF vs. VNI: TAF no fue inferior en la prevención de insuficiencia respiratoria postextubación ↓ Necesidad de reintubación (19.1 vs. 22.8%; DA de 3.7%) ↓Frecuencia de insuficiencia respiratoria (26.9 vs 39.8%)
Reintubación al comparar TAF vs TCO vs VNI ³⁵	El uso de TAF vs. TCO, mostró: ↓ 64% en la necesidad del reintubación (certeza moderada) ↓48% en la incidencia de insuficiencia respiratoria posterior a la extubación (certeza baja) ↓36% en la necesidad de escalar a VNI (certeza moderada) ↓ Estancia hospitalaria en una DME de 0.98 días menos (certeza moderada).
Cirugía de injerto de bypass de arteria coronaria ³⁹	El uso de TAF: ↓Requerimiento de oxígeno suplementario en el posoperatorio a las 24 y 48 hrs (p<0.001) ↓ Porcentaje de pérdida de volumen pulmonar (5.2 vs. 9.2%) ↓Necesidad de tratamiento diurético posoperatorio (p<0.037) Sin diferencias en estancia en UCI ni estancia hospitalaria

TAF: terapia de alto flujo; TCO: terapia convencional de oxígeno; DME: diferencia de media estandarizada; DA: diferencia absoluta; L: litros; VNI: ventilación no invasiva; UCI: unidad de cuidados intensivos.

*Pacientes de alto riesgo son aquellos que presentan al menos uno de los siguientes: edad > 65 años, insuficiencia cardíaca como principal indicación de ventilación mecánica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica de moderada a grave, puntuación de APACHE II > 12 el día de la extubación, IMC > 30, problema de obstrucción de la vía respiratoria (incluido el riesgo de edema laríngeo), incapacidad para manejar secreciones por reflejo de tos inadecuado o por la necesidad de aspiración más de dos veces en las ocho horas previas a la extubación, destete difícil o prolongado, dos o más comorbilidades y ventilación mecánica por más de siete días.



rio suministrado al paciente a través de pasar de la oxigenoterapia convencional a la ventilación no invasiva o a la intubación endotraqueal.⁴⁰

La necesidad de escalar la oxigenoterapia puede llevarse a cabo en diversos escenarios:

- **Pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica.** En muchos hospitales, la terapia de alto flujo está disponible solo en el entorno de las unidades de cuidados intensivos, situación que puede retrasar el tratamiento si no hay camas disponibles y ocasionar que un paciente con menores requerimientos de oxígeno necesite un escalamiento en la oxigenoterapia. Algunos hospitales han implementado protocolos para administrar terapia de alto flujo en el piso hospitalario o en Urgencias,^{41,42} como se hace en un hospital de tercer nivel de atención de Estados Unidos donde Jackson y colaboradores condujeron un estudio en el que se implementó la terapia de alto flujo, previa capacitación del personal de salud, a todo paciente que requería terapia convencional de oxígeno a partir de los 5 L/min. Durante el periodo de implementación se incluyeron 346 pacientes con una estancia hospitalaria de 8 días (4 a 12 días) y duración media de la terapia de alto flujo de 44 horas. El 75% de los pacientes recibieron terapia de alto flujo fuera de la unidad de cuidados intensivos y más del 50% no requirieron ingresarlos. Además, solo 6% de los pacientes en el grupo de estudio escaló de terapia de alto flujo a ventilación no invasiva y 5% de los pacientes escaló de terapia de alto flujo a ventilación mecánica invasiva. Se concluyó que los pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda pueden recibir terapia de alto flujo de manera segura fuera de la unidad de cuidados intensivos y de forma temprana (cuando el requerimiento de oxígeno es mayor de 5

L/min) si se tiene una apropiada selección de pacientes y una adecuada capacitación del equipo de salud.⁴¹

- **Pacientes posquirúrgicos.** Las complicaciones pulmonares posoperatorias juegan un papel relevante en la determinación de la morbilidad y mortalidad y en la duración de la estancia hospitalaria. Estas complicaciones son más frecuentes durante los primeros siete días posoperatorios y abarcan desde atelectasias hasta síndrome de dificultad respiratoria aguda. El riesgo de insuficiencia respiratoria aguda depende de muchos factores, incluidas las características del procedimiento quirúrgico (por ejemplo, la duración de la cirugía o el tipo de procedimiento condicionan el aumento del dolor posoperatorio o la disfunción de los músculos respiratorios), la anestesia (general), la ventilación mecánica (alto volumen tidal) y el paciente (edad, comorbilidades y factores de riesgo asociados con el estilo de vida). La elección de estrategias de apoyo respiratorio posoperatorio puede modificar el riesgo de complicaciones.^{40,43}

El oxígeno convencional es la terapia respiratoria posoperatoria de primera línea, pero no proporciona una FiO_2 fiable ni un soporte real para el trabajo respiratorio.

La ventilación no invasiva y la presión positiva continua en las vías respiratorias son terapias de apoyo respiratorio de segunda línea cuando insuficiencia el oxígeno en administración convencional, lo que conduce a la ferulización de las vías respiratorias y reduce el trabajo respiratorio a través de una mejor distensibilidad respiratoria y esfuerzo inspiratorio. Tanto la ventilación no invasiva como la presión positiva continua en las vías respiratorias parecen eficaces en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda posquirúrgica, especialmente después de cirugía abdominal o torácica.^{40,41}

Está demostrado que la ventilación no invasiva reduce la tasa de intubación, la incidencia de infecciones nosocomiales, la duración de la estancia hospitalaria y las tasas de mortalidad; por lo tanto, las guías de práctica clínica oficiales de la American Thoracic Society (ATS) y la European Respiratory Society (ERS) sugieren la ventilación no invasiva para pacientes con insuficiencia respiratoria aguda posoperatoria.^{11,40}

La terapia de alto flujo debe prescribirse a pacientes hipoxémicos, con mala tolerancia a la asistencia con ventilación no invasiva. Los inconvenientes de la ventilación no invasiva con presión positiva continua en las vías respiratorias posoperatoria se relacionan con un entorno vigilado y con el riesgo de insuficiencia debida a la mala tolerancia del paciente a la presión positiva o interfaz, o a las lesiones de la piel. La terapia de alto flujo puede superar estas limitaciones.^{42,44,45}

Esos hallazgos son particularmente relevantes en pacientes hipoxémicos posquirúrgicos en virtud de la posibilidad de fuga anastomótica y retraso en la cicatrización de heridas cuando se aplica ventilación no invasiva con presión positiva o ventilación mecánica.¹¹

De igual forma, estos hallazgos generan una ventaja en los pacientes con insuficiencia respiratoria hipercápnica porque disminuyen las exacerbaciones, la necesidad de ingreso hospitalario y los síntomas en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.^{21,23}

En el **Cuadro 5** se mencionan algunos estudios en los que se aplicó la terapia de alto flujo como medida para evitar el escalamiento.^{25,40,44}

Indicación en el paciente inmunodeprimido

La inmunodepresión es una enfermedad congénita o adquirida, que interfiere en la función inmunitaria normal.⁴⁶ En las últimas décadas, la cantidad de pacientes inmunodeprimidos

ha aumentado debido a los avances en la quimioterapia, el trasplante de médula ósea y de órganos. Llega a ocurrir en 5% de los pacientes con tumores sólidos, en 20% con neutropenia o trasplante de médula ósea y hasta en 50% de los afectados por neoplasias hematológicas. La insuficiencia respiratoria aguda en pacientes inmunodeprimidos es la causa más frecuente de ingreso a la unidad de cuidados intensivos.⁴⁷ Click or tap here to enter text.

En ese subgrupo de pacientes la necesidad de intubación y ventilación mecánica invasiva se asocia con tasas de mortalidad altas: 70% de los casos. En general, la mortalidad de los pacientes inmunodeprimidos después de la intubación aumenta al doble.⁴⁸ Las causas más frecuentes asociadas con la necesidad de intubación en estos pacientes son las infecciones bacterianas y la neumonía.⁴⁸ Disminuir la necesidad de intubación gracias a la mejora de las técnicas de oxigenación y ventilación se ha convertido en un objetivo principal de la atención y ha estimulado investigaciones para encontrar alternativas más seguras.^{48,49} Click or tap here to enter text.

A principios de la década del 2000 los ensayos controlados informaron tasas más bajas de intubación y mortalidad con el uso de la ventilación no invasiva en comparación con la terapia de oxígeno convencional. Sin embargo, debido a las pequeñas muestras de pacientes incluidos en esos estudios, los especialistas sugirieron que la ventilación no invasiva podría aplicarse a pacientes inmunodeprimidos con insuficiencia respiratoria aguda, por lo que la fuerza de la recomendación se consideró débil.^{46,50}

En el Consenso oficial de las guías de la práctica clínica de la European Respiratory Society (ERS)-American Thoracic Society (ATS) se recomienda la ventilación no invasiva con un grado bajo de evidencia para insuficiencia respiratoria aguda en el paciente inmunodeprimido. Sin embargo,



Cuadro 5. Estudios que reportan el uso de terapia de alto flujo para evitar el escalamiento

TAF vs TCO para pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda			
Autor	Tipo de estudio	Objetivo primario	Resultados
Bell et al. ⁴⁴	ECA controlado prospectivo, multicéntrico	Determinar si la TAF reducía el trabajo respiratorio y la necesidad de escalar el manejo de la ventilación en los pacientes del servicio de urgencias que se presentan con disnea aguda no diferenciada	El uso de TAF: ↓FR ↓Disnea autoevaluada (escala de disnea de Borg) ↓ Necesidad de escalamiento de terapia respiratoria (4.2 vs. 19%, p= 0.02) Sin diferencia en duración de hospitalización ni en ingresos generales a UCI
Piraino et. al. ⁴⁰	Revisión sistemática	Beneficios de TAF vs. TCO: oxigenación, monitoreo.	Establece siete recomendaciones para guiar el suministro de oxígeno suplementario en adultos hospitalizados: Promover inicio temprano de terapia de oxígeno humidificado cuando el paciente tenga requerimientos de oxígeno de 5 L/ min Considerar la TAF para evitar escalar a VNI
TAF para evitar escalamiento de oxígeno en pacientes con insuficiencia respiratoria hipercápnica			
Papachatzakis et al. ²⁵	ECA	Comparar el uso de TAF vs. VNI en insuficiencia respiratoria hipercápnica para mejorar el nivel PaCO ₂	En el grupo de TAF: ↓FR ↓ PCO ₂ (al egreso) Sin diferencia en la estancia hospitalaria

TAF: terapia de alto flujo; TCO: terapia convencional de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; L: litros; FR: frecuencia respiratoria; UCI: unidad de cuidados intensivos; ECA: ensayo clínico aleatorizado.

la ventilación no invasiva se ha indicado como terapia de primera línea en pacientes inmunodeprimidos que ingresan a unidades de cuidados intensivos por insuficiencia respiratoria aguda.¹¹

Hace poco, un gran estudio aleatorizado, controlado, no consiguió comprobar las ventajas potenciales de la ventilación no invasiva y, de hecho, encontró resultados similares en pacientes inmunodeprimidos con insuficiencia respiratoria aguda tratados con ventilación no invasiva en comparación con la oxigenoterapia convencional.⁵¹ Además, la ventilación no invasiva por más de 48 horas se asocia con incremento de la insuficiencia respiratoria y disminución en la supervivencia porque la lesión pulmonar se relaciona con las altas presiones del ventilador y los altos volúmenes por minuto, que son indicadores comunes de un aumento del trabajo respiratorio. La bibliografía al respecto no es concluyente acerca de la indicación de la venti-

lación no invasiva para insuficiencia hipoxémica en el paciente inmunodeprimido, se reportan tasas de hasta 50% de fracaso en pacientes no hipercápnicos. Ese efecto podría estar mediado por el volumen corriente alto y el aumento de la presión transpulmonar generados por la ventilación no invasiva que, a su vez, originan una lesión pulmonar inducida por el ventilador; es aquí donde la terapia de alto flujo parece una alternativa prometedora.^{52,53,54}

Varios mecanismos explican las ventajas de la terapia de alto flujo. A la fecha, los estudios retrospectivos y prospectivos efectuados en pacientes inmunodeprimidos sugieren que la terapia de alto flujo es bien tolerada, alivia los síntomas de dificultad respiratoria y mejora la oxigenación (**Cuadro 6**).^{48,50,52,55} Esos beneficios prometedores de terapia de alto flujo en pacientes inmunodeprimidos necesitan confirmarse en grandes ensayos controlados, con asignación

Cuadro 6. Estudios que reportan el uso de terapia de alto flujo en pacientes inmunodeprimidos

Estudio	Desenlaces reportados del uso de la terapia de alto flujo en pacientes inmunodeprimidos
Giugliano et al., 2021 ⁵⁰	En sujetos inmunosuprimidos con IRA: ↓FC ↓FR ↓ Trabajo respiratorio Sin diferencia significativa en la mortalidad ⁵⁰
Kang et al., 2020 ⁵²	Comparada vs. TCO: ↓ Frecuencia de intubación (RR 0.89; IC 95%, 0.79 -1.00, p=0.040) Sin aumento en el riesgo de enfermedad infecciosa adquirida en la UCI (RR 0.86; IC 95%, 0.63-1.18 p= 0.35). Sin diferencia en la mortalidad. ⁵²
Wang et al., 2020 ⁵⁵	Comparada vs. TCO: ↓Tasa de intubación (11% menor) Comparada vs. VNI: Sin diferencia significativa global ↓Estancia en la UCI (-2.13 días) ⁵³
Coudroy et al., 2016 ⁴⁸	Comparada vs. VNI: ↓Tasa de mortalidad e intubación a los 28 días (55 vs. 35%, p=0.04). ⁴⁸

IRA: insuficiencia respiratoria aguda; TAF: terapia de alto flujo; TCO: terapia convencional de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; FC: frecuencia cardiaca; FR: frecuencia respiratoria; L: litros; UCI: unidad de cuidados intensivos; VM: ventilación mecánica; SOFA: *Sepsis-related Organ Failure Assessment*; OR: razón de momios.

al azar y llevados a cabo, específicamente, en pacientes inmunodeprimidos.

Indicación de alto flujo en el paciente con sepsis

De acuerdo con las definiciones del Consenso Sepsis-3, ésta es un síndrome caracterizado por anormalidades bioquímicas, fisiológicas y patológicas inducidas por un proceso infeccioso que genera alteraciones en todo el organismo, que atenta contra la vida del paciente y son causadas por una respuesta no regulada del huésped a ese proceso.⁵⁶

La sepsis es la primera causa de muerte originada por un proceso infeccioso. En una revisión sistemática reciente se observó que la incidencia agrupada de pacientes tratados por sepsis en el hospital fue de 189 por 100,000 años-persona (IC95%: 133-267), donde fallecieron 26.7% de los pacientes con sepsis. Esta incidencia aumenta cuando se trata en la unidad de cuidados intensivos, donde se reporta en 59 pacientes por 100,000 años-persona, de los que 41.9%

(IC95%: 36.2-47.7) fallecen antes del alta hospitalaria.⁵⁷

Las guías internacionales de la *Surviving Sepsis Campaign* para el tratamiento de pacientes con sepsis y choque séptico, en su versión 2021, recomiendan la terapia con oxígeno de alto flujo en pacientes adultos con insuficiencia respiratoria hipoxémica inducida por sepsis, incluso en vez de la ventilación no invasiva (fuerza de recomendación débil, baja calidad de evidencia). Esto debido a que la insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica puede ser consecuencia de una neumonía o de procesos infecciosos extrapulmonares que desencadenan un síndrome de dificultad respiratoria aguda. Por eso los pacientes requieren la administración de oxígeno mediante puntas nasales o mascarillas convencionales y, si se requiere, terapia convencional de oxígeno; entonces, puede indicarse la ventilación no invasiva o la terapia de alto flujo. Se prefiere ésta última debido a que la ventilación no invasiva se ha asociado con complicaciones de hiperinsuflación gástrica y aspiración,



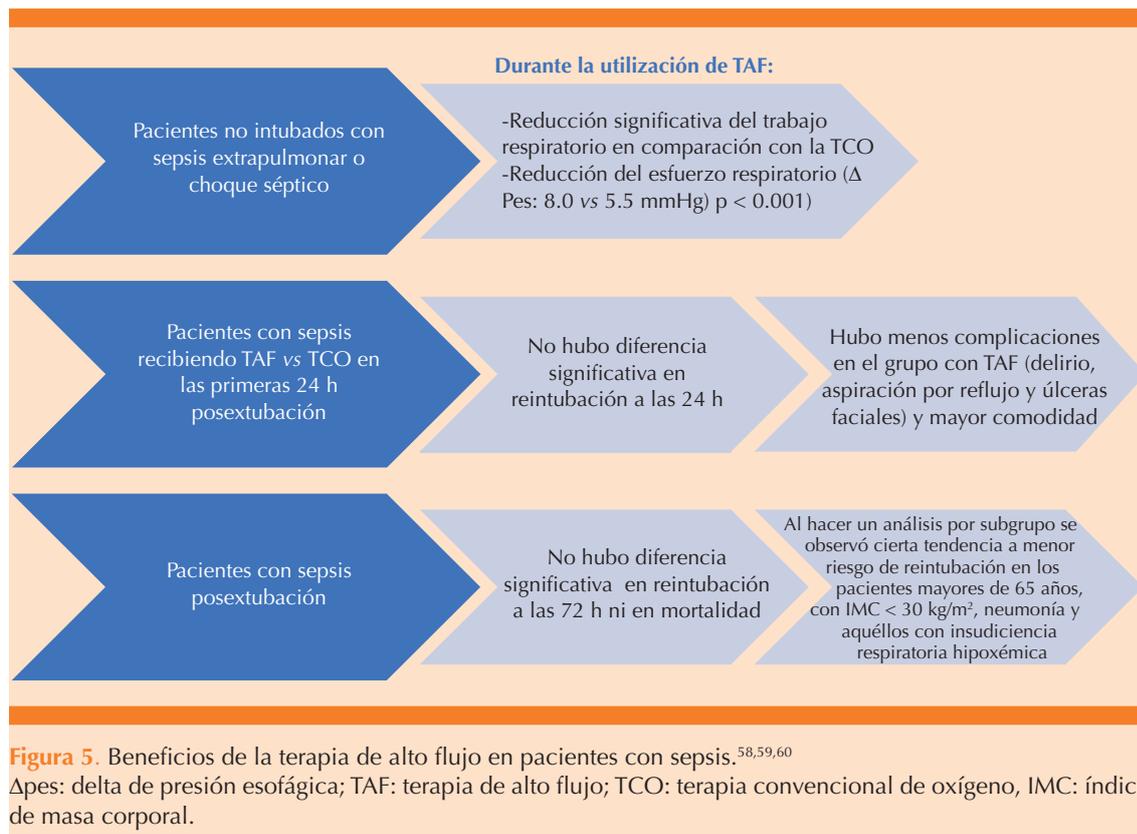
lesiones en la piel de la cara, volúmenes tidal excesivamente altos que le generan incomodidad al paciente y riesgo de lesión pulmonar inducida por la ventilación y la imposibilidad de hablar o comer durante el tiempo de permanencia de la ventilación no invasiva.⁵⁶

Diversos estudios han demostrado las ventajas de la terapia de alto flujo en pacientes con sepsis (**Figura 5**), de ahí que se considere factible indicarla, a pesar de no haber demostrado una reducción significativa en la necesidad de reintubación o en la mortalidad, sí ha demostrado menores complicaciones y mayor bienestar del paciente al disminuir el trabajo y esfuerzo respiratorios en comparación con la ventilación mecánica no invasiva.^{58,59,60}

Indicación de alto flujo, solo o en combinación con la ventilación no invasiva

Para tener un panorama más claro de este escenario es importante revisar las ventajas individuales de cada técnica. La insuficiencia respiratoria aguda se clasifica, funcionalmente, como insuficiencia respiratoria hipoxémica o tipo 1 e hipercápnica o tipo 2. Esta última es una clara indicación de soporte ventilatorio no invasivo o invasivo, mientras que la administración de oxígeno es el tratamiento primario en pacientes con insuficiencia respiratoria hipóxica leve a moderada.^{61,62}

La ventilación no invasiva reduce la necesidad de intubación endotraqueal y la mortalidad en



pacientes con exacerbaciones agudas de enfermedad pulmonar obstructiva crónica o edema pulmonar cardiogénico grave.^{3,61} Los efectos fisiológicos de la ventilación no invasiva incluyen: disminución del trabajo respiratorio y mejora en el intercambio de gases. Además, esta variedad de ventilación tiene la ventaja de que la administración de presión positiva al final de la espiración puede inducir el reclutamiento alveolar y disminuir la hipoxemia al reducir las derivaciones. A pesar de estas ventajas teóricas, la indicación de ventilación no invasiva en el fracaso respiratorio hipoxémico está menos sustentada que en la insuficiencia respiratoria hipercápnica.⁶¹

En el **Cuadro 7** se enlistan las ventajas individuales de cada técnica, lo que abre el abanico terapéutico, aunque aún faltan estudios que demuestren su utilidad cuando se trata de combinar ambas terapias.^{40,44,61} Existen diversos estudios que permiten comparar la indicación de la ventilación no invasiva en su uso aislado

Cuadro 7. Diferencias fisiológicas de ventilación no invasiva vs terapia de alto flujo^{40,44,61}

Parámetro	VNI	TAF
Reclutamiento alveolar	++	+
Presión positiva constante	+	
Aumento de CRF	+	
Descarga trabajo músculos respiratorios	+	
PEEP	5 cm	2 cm*
Lavado de CO ₂ en la VAS		+
FiO ₂ 21 a 100%	+	+
Oxigenación durante la apnea		+
Confortable		+
Uso continuo		+

TAF: terapia de alto flujo; CRF: capacidad residual funcional; PEEP: presión positiva al final de la espiración; CO₂: dióxido de carbono; VAS: vía aérea superior; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva.

* Dependiente del flujo y mecánica ventilatoria, así como de la permanencia o no de la oclusión de boca.

en combinación con terapia de alto flujo con los hallazgos descritos en el **Cuadro 8**.^{13,63,64,65}

Indicación hospitalaria del alto flujo: escenarios comunes

La terapia con oxígeno de alto flujo no está solo limitada a su indicación en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica, sino a otra gama de situaciones dentro del hospital.

Por ejemplo, en el soporte respiratorio en el periodo inmediato a una extubación planeada o fortuita.

La indicación profiláctica de la terapia de alto flujo para tratamiento y prevención de pacientes con insuficiencia respiratoria perioperatoria, disminuye los episodios de reintubación e intensifica el soporte respiratorio (en comparación con la terapia convencional de oxígeno) en el periodo posoperatorio inmediato de una cirugía cardiorácica (un efecto que es probable sea más ventajoso en pacientes con alto riesgo obesos), pero sin modificar la mortalidad o tiempo de estadía hospitalaria.^{66,67,68}

Para la preoxigenación, previa a la intubación endotraqueal, que genera una disminución de eventos adversos (6% en el grupo de terapia de alto flujo en comparación con 16% en el de oxígeno suplementario con mascarilla con reservorio): saturación de oxígeno menor de 80%, hipotensión grave y paro cardiaco. Los pacientes que reciben terapia de alto flujo periintubación tienen 7% menos riesgo de complicaciones moderadas en comparación con la mascarilla con reservorio.⁶⁹ Una característica importante de la terapia de alto flujo y su potencial en comparación con la ventilación no invasiva es la posibilidad de seguir proporcionando oxigenación durante la laringoscopia (oxigenación apnéica). La difusión de oxígeno desde los alvéolos a los capilares disminuye la presión alveolar y genera un flujo de aire desde



Cuadro 8. Utilización de ventilación no invasiva sola o en combinación con terapia de alto flujo

Estudio	Escenario clínico	Tipo de estudio	Población (n = pacientes)	Desenlaces
Frat (2019) The Lancet ⁶⁵	Preoxigenación previo peri intubación ⁶⁶	Ensayo clínico no cegado, multicéntrico, aleatorizado	313	<p>La tasa de hipoxemia severa en todo el grupo de pacientes fue similar al comparar TAF vs. VNI para preoxigenación (27 vs 23%) (DA 4.2%, IC 95%: -13.7 a 5.5; p=0.39)</p> <p>En el subgrupo con hipoxemia moderada a grave ($PaO_2/FiO_2 \leq 200$ mmHg), la hipoxemia grave se produjo con menos frecuencia después de la preoxigenación con VNI que con TAF (24 vs. 35%; RP: 0.56, 0.32 a 0.99, p=0.0459)</p> <p>Durante la preoxigenación en pacientes con IRA la TAF no se asoció con mayor riesgo de hipoxemia o mayor número de complicaciones</p>
Spoletini (2018) Journal of Critical Care ⁶³	TAF vs. TCO durante los periodos de descanso de VNI para evitar IRA ⁶⁸	Ensayo clínico, multicéntrico no cegado	54	<p>Sin diferencias en el tiempo total por paciente en VNI y el tiempo total de descanso</p> <p>↑ confort con TAF (TCO 6.9 vs. TAF 8.3)</p> <p>Los descansos con TCO ↑ FR y la disnea. Estos efectos no se observaron en el grupo de TAF</p>
Vourc'h (2019) Eclinical Medicine ⁶⁴	TAF vs. VNI en la preoxigenación de pacientes obesos que requerían intubación selectiva para cirugía ⁶⁷	Ensayo clínico unicéntrico, no cegado, aleatorizado	100	<p>EtCO₂ TAF vs. VNI (76 vs. 88%) (diferencia promedio -12.1 (-15.1 a -8.5) p=0.0001)</p> <p>Desaturación leve (< 85%) más frecuente en TAF vs. VNI (30 vs. 12%) (RR 2.5; IC 95%, 1.1 a 5.9; p=0.03)</p> <p>Mediana de SatO₂ más baja durante la intubación con TAF ~98% (93 a 99%) vs. VNI ~99% (97 a 100%) (p=0.03)</p> <p>La TAF fue mucho mejor tolerada que la VNI en cuanto a confort referido por el paciente (28 vs. 4%, p= 0.001)</p>
Thille (2019) JAMA ¹³	Terapia de alto flujo vs terapia de alto flujo + ventilación no invasiva ¹³	Ensayo clínico multicéntrico, aleatorizado	641	<p>Tasa de reintubación al día siete: TAF 18.2% vs. TAF + VNI 11.8% (no inferioridad)</p> <p>La insuficiencia respiratoria posextubación fue significativamente más baja con TAF + VNI en comparación con TAF sola (29 vs. 21%)</p> <p>Sin diferencias significativas en tasas de mortalidad</p>

TAF: terapia de alto flujo; CRF: capacidad residual funcional; PEEP: presión positiva al final de la espiración; CO₂: dióxido de carbono; EtCO₂: dióxido de carbono al final de la extubación; VAS: vía aérea superior; IRA: insuficiencia respiratoria aguda; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; BiPAP: sistema de doble presión positiva en las vías respiratorias; DA: diferencia absoluta; RR: riesgo relativo; FR: frecuencia respiratoria; TCO: terapia convencional de oxígeno; RP: razón de probabilidad ajustada.

la faringe a la vía aérea distal. El incremento en la concentración de oxígeno faríngeo promueve la oxigenación apnéica y retarda los fenómenos de desaturación.⁶⁸

En la liberación de la ventilación mecánica por traqueostomía, donde disminuye el tiempo de decanulación, según un estudio de 6 en comparación con 13 días, con una diferencia absoluta de 7 días (IC95%: 5-9). La incidencia de neumonía y traqueobronquitis fue 5.8% menor y la duración promedio de la estancia hospitalaria de 14 días más breve en el grupo de intervención.⁷⁰ Durante las bronoscopias, para evitar la hipoxemia en hasta 75%, medida tanto por saturación de oxígeno como por presión parcial de oxígeno y otras complicaciones graves.⁷¹

Terapia de alto flujo en el domicilio

La terapia de alto flujo, fuera de los cuidados intensivos, se aplica en el área de urgencias y en hospitalización general; además, en el domicilio de los pacientes, sobre todo de quienes padecen enfermedad pulmonar obstructiva crónica, con ventajas fisiológicas no menos relevantes, como la mejoría del aclaramiento, la reducción del espacio muerto y la recuperación de la musculatura encargada de la ventilación mediante la inspiración.⁷²⁻⁷⁵

Rea y colaboradores efectuaron un estudio en 108 pacientes con diagnóstico de enfermedad pulmonar obstructiva crónica o bronquiectasias, asignados al azar a recibir terapia de alto flujo durante 12 semanas. Encontraron que los pacientes que recibieron terapia de alto flujo tuvieron menos exacerbaciones (18.2 en comparación con 33.5 días; $p = 0.0495$), amén de la evidencia en la mejoría en la calidad de vida y la función pulmonar en comparación con los cuidados convencionales a los 3 y 12 meses del estudio.⁷⁶

En un ensayo controlado, aleatorizado, multicéntrico, emprendido con 99 pacientes de 44

hospitales de Japón, Nagata y su grupo estudiaron a los que tenían diagnóstico de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con hipercapnia que ya recibían oxigenoterapia durante un tiempo prolongado. El objetivo primario del estudio fue valorar si la terapia de alto flujo disminuía las exacerbaciones moderadas a severas de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y si influía en la mejoría en la calidad de vida a un año. Esa terapia se administró a un flujo de 30 L por minuto, por lo menos durante cuatro horas por la noche. Las exacerbaciones moderadas a severas, al año de seguimiento, fueron menores en el grupo de terapia de alto flujo en comparación con el de terapia convencional con oxígeno (1 en comparación con 2.5 exacerbaciones por año-paciente). Otro de los parámetros fisiológicos que mejoró al año fue la oxigenación medida por oximetría de pulso en quienes recibieron terapia de alto flujo. No hubo diferencias en la calidad de vida, calidad del sueño, disnea ni en las pruebas de función respiratoria.⁷⁷

Por último, Sørensen, y coautores encontraron que, con un promedio de uso diario de la terapia de alto flujo de 6 horas al día con 20 L por minuto, se logró una menor tasa de exacerbaciones y de hospitalizaciones en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica observados durante 12 meses. La terapia de alto flujo, aunada al cuidado convencional en el domicilio, resultó costo-efectiva y generó un ahorro de aproximadamente 212 libras esterlinas por paciente, con una mejoría de la calidad de vida ajustada.⁷⁸

DISCUSIÓN

Acorde con la evidencia actual la terapia de alto flujo puede recomendar en los siguientes escenarios:

- Tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica en pacientes con presión parcial de oxígeno-fracción



inspirada de oxígeno ($\text{PaO}_2\text{-FiO}_2$) menor de 200 mmHg, donde ha demostrado disminuir el riesgo de intubación, de los días con ventilación mecánica y el riesgo de complicaciones infecciosas asociadas.

- En el tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria hipercápnica, la terapia de alto flujo no ha demostrado inferioridad a la ventilación no invasiva, que durante mucho tiempo se consideró la de elección. Ambas pueden indicarse con seguridad en el paciente con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Con la primera se logra una reducción efectiva del trabajo respiratorio del paciente con mejor tolerancia y menores complicaciones (úlceras en la piel, laringospasmo, delirio, etc.).
- En el tratamiento ambulatorio o domiciliario de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica administrada a un flujo de 20 L por minuto. Esto puede favorecer menores exacerbaciones y hospitalizaciones, sobre todo en pacientes que la utilizan a largo plazo (al menos 12 meses).
- En pacientes con asma aguda severa, la terapia de alto flujo ha demostrado mejorar la oxigenación de forma razonable, el trabajo respiratorio manifestado por una disminución en la escala de disnea, por lo que puede ser factible hacer una prueba de su indicación en el tratamiento del paciente que aún no muestra datos de insuficiencia respiratoria que cumpla con criterios de intubación.
- En el periodo posextubación, la terapia de alto flujo ha demostrado disminuir el riesgo de reintubación por causa respiratoria porque genera una menor prevalencia de insuficiencia respiratoria y, por ende, una menor necesidad de ventilación no invasiva o escalamiento de la terapia con oxígeno. Esta ventaja es aún mayor cuando se aplica en el periodo posextubación en el paciente en estado crítico y en quienes tienen factores de alto riesgo de fracaso.
- En pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica en servicios de Urgencias y zonas de hospitalización la terapia de alto flujo puede evitar la necesidad de escalamiento de la terapia de oxígeno a ventilación no invasiva o ventilación mecánica. Sobre todo en pacientes en quienes se indica tempranamente (requerimiento de oxígeno 3 5 L/min), con una meta en el rango de saturación por oximetría de pulso de 94 a 98% para todos los pacientes hospitalizados, excepto en enfermedad pulmonar obstructiva crónica que debe ser de 88 a 92%.
- En pacientes posquirúrgicos puede disminuir el riesgo de atelectasias generadas por el dolor, sobre todo en pacientes hipoxémicos con mala tolerancia a la ventilación no invasiva en este periodo.
- En pacientes inmunodeprimidos en riesgo de complicaciones infecciosas en el control de la hipoxemia con ventilación no invasiva e invasiva, la terapia de alto flujo es prometedora porque disminuye el trabajo respiratorio, situación que influye en una menor necesidad de intubación y, hasta donde la evidencia lo demuestra, menor mortalidad, en donde una de las principales causas es la neumonía.
- En pacientes con sepsis el alto flujo ha demostrado una disminución significativa del trabajo respiratorio. En los estudios se muestra una tendencia a la disminución del riesgo de reintubaciones y menores complicaciones no respiratorias.

- En la preoxigenación de pacientes que requieren intubación endotraqueal la terapia de alto flujo no implica mayor riesgo de hipoxemia que la ventilación no invasiva. En el paciente obeso, la preoxigenación con alto flujo ha demostrado menor incidencia de hipercapnia en comparación con la ventilación no invasiva; es posible indicarla, incluso, durante la laringoscopia.

La administración de la terapia de alto flujo en los periodos de descanso de la ventilación no invasiva permite que el paciente experimente menos desaturaciones, disnea y mayor comodidad, incluso para la ingesta de alimentos. En el ámbito hospitalario, el alto flujo está indicado en casos de preoxigenación en la perintubación, lo que puede disminuir los episodios con hipoxemia severa; en la extubación para reducir la necesidad de reintubación y en pacientes con traqueostomía para evitar la formación de atelectasias y reinicio del soporte ventilatorio. También se ha descrito su indicación como terapia de soporte de oxígeno en pacientes en procedimientos, como las broncoscopias.

Figura 6

CONCLUSIONES

La terapia de alto flujo ha demostrado efectividad en el tratamiento de pacientes hospitalizados, y en casa, con insuficiencia respiratoria hipoxémica y, recientemente, también con insuficiencia respiratoria hipercápnica que se refleja en menos exacerbaciones y hospitalizaciones de pacientes con enferme-

dad pulmonar obstructiva crónica. Además, ha demostrado utilidad en el control del paciente con asma, en quien se puede practicarse una prueba de tolerancia sin retrasar el requerimiento de intubación. La terapia de alto flujo es una estrategia que puede evitar el escalamiento de la oxigenoterapia en los pacientes e, incluso, la necesidad de intubación y reintubación, por ello debe indicarse tempranamente sobre todo en pacientes con factores de riesgo. Su implementación oportuna en el campo clínico del médico internista permitirá que el paciente reciba una mejor la calidad de la atención médica, asociada con menor disnea, menor hipoxemia, menor requerimiento de intubación, menores días de estancia y mayor comodidad.

Declaración de conflictos de intereses

El equipo de trabajo que redactó el artículo tuvo el apoyo de Fisher & Paykel, sin participación en las sesiones de trabajo y otorgó a un grupo coordinador, imparcial y experto, entera libertad para la organización y el desarrollo de las sesiones. Los participantes en las sesiones de trabajo en ningún momento tuvieron algún tipo de contacto con Fisher & Payke; por lo tanto, los autores declaran no tener algún conflicto de interés en la búsqueda de la información y análisis de este artículo.

Agradecimientos

A nuestros maestros por sus enseñanzas, a nuestras familias por su apoyo y a nuestros pacientes por su confianza.

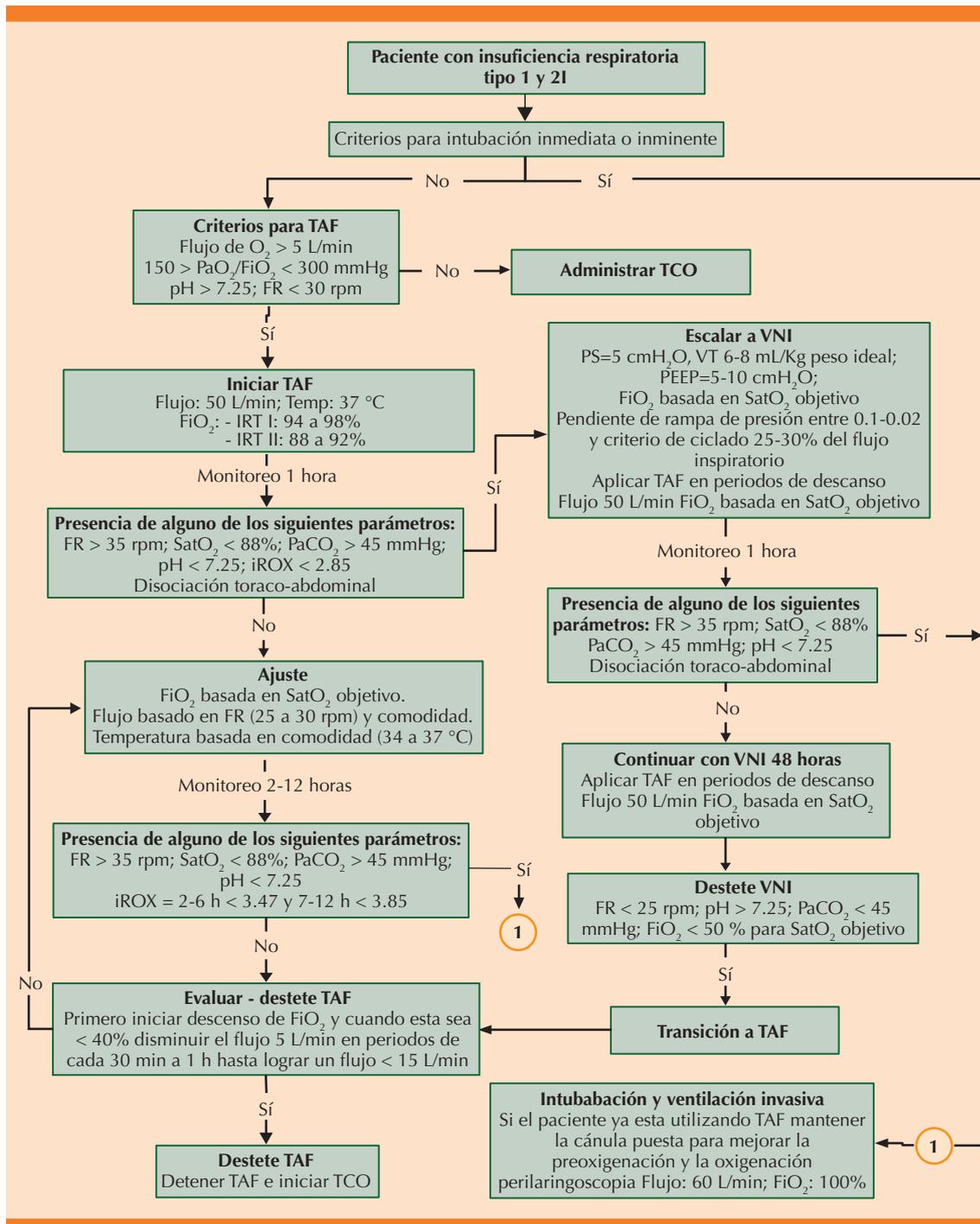


Figura 6. Algoritmo propuesto para la integración de los diferentes usos de la terapia de alto flujo. IRT-I: insuficiencia respiratoria tipo I; IRT-II: insuficiencia respiratoria tipo 2; TAF: terapia de alto flujo; PS: presión soporte; VT: volumen tidal; O₂: oxígeno; PaO₂/FiO₂: relación presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; SatO₂: saturación por oximetría de pulso; iRox: índice de ROX; TCO: terapia convencional de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; PS: presión soporte; PaCO₂: presión arterial de dióxido de carbono.

REFERENCIAS

1. Higuera J, Cabestrero D, Narváez G, et al. Oxigenoterapia de alto flujo, ¿un nuevo horizonte en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda? *Revista Argentina de Anestesiología*. 2017;75(2):53-60. <https://doi.org/10.1016/j.raa.2017.04.001>
2. Bugarín González R, Martínez Rodríguez JB. La oxigenoterapia en situaciones graves. *Medicina Integral*. 2000;36(5):159-165.
3. Roca O, Hernández G, Díaz-Lobato S, Carratalá JM, Gutiérrez RM, Masclans JR. Current evidence for the effectiveness of heated and humidified high flow nasal cannula supportive therapy in adult patients with respiratory failure. *Crit Care*. 2016;20(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1263-z>
4. Li J, Scott JB, Fink JB, Reed B, Roca O, Dhand R. Optimizing high-flow nasal cannula flow settings in adult hypoxemic patients based on peak inspiratory flow during tidal breathing. *Ann Intensive Care*. 2021;11(1). <https://doi.org/10.1186/s13613-021-00949-8>
5. Fisher & Paykel Healthcare. Optiflow TM Nasal High Flow therapy. *Adult Respiratory*. Disponible en: <https://www.fphcare.com/us/hospital/adult-respiratory/optiflow/airvo-2-system/>
6. Masclans JR, Dot I, Pérez-Teran P. High-Flow Nasal Cannulae. The Quest for the Holy Grail in the Critical Respiratory Patient? *Arch Bronconeumol*. 2019;55(6):291-292. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2018.07.015>
7. Ricard JD, Roca O, Lemiale V, et al. Use of nasal high flow oxygen during acute respiratory failure. *Intensive Care Med*. 2020;46(12):2238-2247. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06228-7>
8. Colaianni Alfonso N, Castro Sayat M. Cánula Nasal Alto-Flujo (CNAF): Puesta al día. *Archivos de Medicina*. 2019;15:7. <https://doi.org/10.3823/1421>
9. López Chicharro José, Fernández Vaquero Almudena. *Fisiología Del Ejercicio*. 4th ed. Editorial Médica Panamericana; 2023.
10. Masclans JR, Pérez-Terán P, Roca O. The role of high flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Med Intensiva*. 2015;39(8):505-515. <https://doi.org/10.1016/j.medint.2015.05.009>
11. Oczkowski S, Ergon B, Bos L, et al. ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure. *European Respiratory Journal*. 2022;59(4). <https://doi.org/10.1183/13993003.01574-2021>
12. Mündel T, Feng S, Tatkov S, Schneider H, Schneider H, Hopkins Div J. Mechanisms of nasal high flow on ventilation during wakefulness and sleep. *J Appl Physiol*. 2013;114:1058-1065. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01308.2012.-Nasal>
13. Thille AW, Muller G, Gacouin A, et al. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Oxygen with Noninvasive Ventilation vs High-Flow Nasal Oxygen Alone on Reintubation among Patients at High Risk of Extubation Failure: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2019;1465-1475. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.14901>
14. Jeong JH, Kim DH, Kim SC, et al. Changes in arterial blood gases after use of high-flow nasal cannula therapy in the ED. *American Journal of Emergency Medicine*. 2015;33(10):1344-1349. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2015.07.060>
15. Rochweg B, Granton D, Wang DX, et al. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2019;45(5):563-572. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05590-5>
16. Ischaki E, Pantazopoulos I. "Blow with the high flow" an updated algorithm. *Journal of Emergency and Critical Care Medicine*. 2019;3:61-61. <https://doi.org/10.21037/jeccm.2019.10.03>
17. Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *New England Journal of Medicine*. 2015;372(23):2185-2196. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1503326>
18. Roca O, Messika J, Caralt B, et al. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. *J Crit Care*. 2016;35:200-205. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.022>
19. Pantazopoulos I, Daniil Z, Moylan M, et al. Nasal High Flow Use in COPD Patients with Hypercapnic Respiratory Failure: Treatment Algorithm & Review of the Literature. *COPD: COPD* 2020; 17(1): 101-111. <https://doi.org/10.1080/15412555.2020.1715361>
20. Bruni A, Garofalo E, Procopio D, et al. Current Practice of High Flow through Nasal Cannula in Exacerbated COPD Patients. *Healthcare (Switzerland)*. 2022;10(3). *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 3390/healthcare10030536
21. Ovtcharenko N, Ho E, Alhazzani W, et al. High-flow nasal cannula versus non-invasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Crit Care* 2022; 26 (1). <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04218-3>
22. Jing G, Li J, Hao D, et al. Comparison of high flow nasal cannula with noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients with hypercapnia in preventing postextubation respiratory failure: A pilot randomized controlled trial. *Res Nurs Health* 2019; 42 (3): 217-25. <https://doi.org/10.1002/nur.21942>
23. Veenstra P, Veeger NJGM, Koppers RJH, Duiverman ML, van Geffen WH. High-flow nasal cannula oxygen therapy for admitted COPD-patients. A retrospective cohort study. *PLoS One* 2022; 17 (10): e0272372. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272372>
24. Storgaard LH, Hockey H, Laursen BS, Weinreich UM. Long-term effects of oxygen-enriched high-flow nasal cannula



- treatment in COPD patients with chronic hypoxemic respiratory failure. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2018; 13: 1195-1205. <https://doi.org/10.2147/COPD.S159666>
25. Papachatzakis Y, Nikolaidis PT, Kontogiannis S, Trakada G. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula vs. Non-Invasive Ventilation in Hypercapnic Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(16):5994. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165994>
 26. Parisi CAS, Zunino S, Las Heras M, Orazi L, et al. Epidemiología del asma en adultos. Una visión introspectiva. *Rev Alerg Méx* 2020; 67 (4): 397-400. <https://doi.org/10.29262/ram.v67i4.816>.
 27. Ebmeier S, Thayabaran D, Braithwaite I, Bénamara C, et al. Trends in international asthma mortality: analysis of data from the WHO Mortality Database from 46 countries (1993-2012). *Lancet* 2017; 390 (10098): 935-45. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31448-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31448-4)
 28. Eder W, Ege MJ, von Mutius E. The Asthma Epidemic. *NEJ Medicine* 2006; 355 (21): 2226-35. <https://doi.org/10.1056/NEJMra054308>
 29. García-Sancho C, Fernández-Plata R, Martínez-Briseño D, Franco-Marina F, et al. Prevalencia y riesgos asociados con pacientes adultos con asma de 40 años o más de la Ciudad de México: estudio de base poblacional. *Salud Pública Méx* 2012; 54 (4): 425-432. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342012000400013&lng=es
 30. Raeisi S, Fakharian A, Ghorbani F, Jamaati HR, et al. Value and safety of high flow oxygenation in the treatment of inpatient asthma: A randomized, double-blind, pilot study. *Iran J Allergy Asthma Immunol* 2020. <https://doi.org/10.18502/ijai.v18i6.2174>
 31. Geng W, Batu W, You S, Tong Z, et al. High-flow nasal cannula: a promising oxygen therapy for patients with severe bronchial asthma complicated with respiratory failure. *Can Respir J* 2020; 2020: 1-7. <https://doi.org/10.1155/2020/2301712>
 32. Bräunlich J, Wirtz H. Oral versus nasal high-flow bronchodilator inhalation in chronic obstructive pulmonary disease notation of prior abstract notification: Parts of the results were presented at ATS Congress in 2017 as a thematic poster presentation. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv* 2018; 31 (4): 248-54. <https://doi.org/10.1089/jamp.2017.1432>
 33. Reminiac F, Vecellio L, Bodet-Contentin L, et al. Nasal high-flow bronchodilator nebulization: a randomized cross-over study. *Ann Intensive Care* 2018; 8 (1): 128. <https://doi.org/10.1186/s13613-018-0473-8>
 34. Li J, Chen Y, Ehrmann S, Wu J, et al. Bronchodilator delivery via high-flow nasal cannula: a randomized controlled trial to compare the effects of gas flows. *Pharmaceutics* 2021; 13 (10): 1655. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13101655>
 35. Granton D, Chaudhuri D, Wang D, et al. High-flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy or noninvasive ventilation immediately postextubation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 2020; 48 (11): e1129-e1136. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004576>
 36. Velarde Pineda A, Echeverry Jiménez F. Prevalencia de reintubaciones en la Unidad de Cuidados Intensivos en el Hospital General Regional 180. Trabajo Libre. LIX Congreso Anual del Colegio Mexicano de Medicina Crítica, 2022.
 37. Hernández G, Vaquero C, González P, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients. *JAMA* 2016; 315 (13): 1354. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.2711>
 38. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, et al. Nasal high flow versus venturi mask oxygen therapy after extubation. effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med* 2014; 190 (3): 282-88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201402-0364OC>
 39. Tatsuishi W, Sato T, Kataoka G, Sato A, et al. High-flow nasal cannula therapy with early extubation for subjects undergoing off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Respir Care* 2020; 65 (2): 183-90. <https://doi.org/10.4187/respcare.06382>
 40. Piraino T, Madden M, Roberts KJ, Lamberti J, et al. AACR Clinical practice guideline: management of adult patients with oxygen in the acute care setting. *Respir Care* 2022; 67 (1): 115-28. <https://doi.org/10.4187/respcare.09294>
 41. Jackson JA, Spilman SK, Kingery LK, et al. Implementation of high-flow nasal cannula therapy outside the intensive care setting. *Respir care* 2021; 66 (3): 357-65. <https://doi.org/10.4187/respcare.07960>
 42. Zemach S, Helviz Y, Shitrit M, Friedman R, et al. The use of high-flow nasal cannula oxygen outside the ICU. *Respir Care* 2019; 64 (11): 1333-42. <https://doi.org/10.4187/respcare.06611>
 43. Chaudhuri D, Granton D, Wang DX, et al. High-flow nasal cannula in the immediate postoperative period. *Chest* 2020; 158 (5): 1934-46. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.06.038>
 44. Bell N, Hutchinson CL, Green TC, Rogan E, et al. Randomised control trial of humidified high flow nasal cannulae versus standard oxygen in the emergency department. *Emergency Medicine Australasia* 2015; 27 (6): 537-41. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12490>
 45. Deng L, Lei S, Lubarsky DA, et al. The outcome impact of early vs late HFNC oxygen therapy in elderly patients with COVID-19 and ARDS. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.05.23.20111450>
 46. Azoulay E, Lemiale V, Mokart D, et al. High-flow nasal oxygen vs. standard oxygen therapy in immunocompromised patients with acute respiratory failure: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2018; 19 (1): 157. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2492-z>
 47. Elagamy AE, Taha SS, Elfawy DM. High flow nasal cannula versus non-invasive ventilation in prevention of intubation in immunocompromised patient with acute hypoxemic

- respiratory failure. *Egypt J Anaesth* 2021; 37 (1): 432-39. <https://doi.org/10.1080/11101849.2021.1978744>
48. Coudroy R, Jamet A, Petua P, Robert R, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy versus noninvasive ventilation in immunocompromised patients with acute respiratory failure: an observational cohort study. *Ann Intensive Care* 2016; 6 (1): 45. <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0151-7>
 49. Azoulay E, Lemiale V, Mokart D, et al. Effect of high-flow nasal oxygen vs standard oxygen on 28-day mortality in immunocompromised patients with acute respiratory failure. *JAMA* 2018; 320 (20): 2099. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14282>
 50. Giugliano-Jaramillo C, León J, Enriquez C, Keymer JE, et al. High flow nasal cannula as support in immunocompromised patients with acute respiratory failure: a retrospective study. *Open Respir Med J* 2021; 15 (1): 61-67. <https://doi.org/10.2174/1874306402115010061>
 51. Lemiale V, Mokart D, Resche-Rigon M, et al. Effect of non-invasive ventilation vs oxygen therapy on mortality among immunocompromised patients with acute respiratory failure. *JAMA* 2015; 314 (16): 1711. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.12402>
 52. Kang H, Zhao Z, Tong Z. Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy in immunocompromised subjects with acute respiratory failure. *Respir Care* 2020; 65 (3): 369-76. <https://doi.org/10.4187/respcare.07205>
 53. Kim WY, Sung H, Hong SB, et al. Predictors of high flow nasal cannula failure in immunocompromised patients with acute respiratory failure due to non-HIV pneumocystis pneumonia. *J Thorac Dis* 2017; 9 (9): 3013-22. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.08.09>
 54. Lemiale V, Mokart D, Mayaux J, et al. The effects of a 2-h trial of high-flow oxygen by nasal cannula versus Venturi mask in immunocompromised patients with hypoxemic acute respiratory failure: a multicenter randomized trial. *Crit Care* 2015; 19 (1): 380. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-1097-0>
 55. Wang Y, Ni Y, Sun J, Liang Z. Use of high-flow nasal cannula for immunocompromise and acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *J Emerg Med* 2020; 58 (3): 413-23. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.01.016>
 56. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med* 2021; 47 (11): 1181-247. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y>
 57. Fleischmann-Struzek C, Mellhammar L, Rose N, et al. Incidence and mortality of hospital- and ICU-treated sepsis: results from an updated and expanded systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2020; 46 (8): 1552-62. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06151-x>
 58. Mauri T, Spinelli E, Pavlovsky B, et al. Respiratory Drive in Patients with Sepsis and Septic Shock: Modulation by High-flow Nasal Cannula. *Anesthesiology*. 2021;135(6):1066-1075. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004010>
 59. Tongyoo S, Tantibundit P, Daorattanachai K, Viarasilpa T, et al. High-flow nasal oxygen cannula vs. noninvasive mechanical ventilation to prevent reintubation in sepsis: a randomized controlled trial. *Ann Intensive Care*. 2021;11(1):135. <https://doi.org/10.1186/s13613-021-00922-5>
 60. Xuan L, Ma J, Tao J, et al. Comparative study of high flow nasal catheter device and noninvasive positive pressure ventilation for sequential treatment in sepsis patients after weaning from mechanical ventilation in intensive care unit. *Ann Palliat Med*. 2021;10(6):6270-6278. <https://doi.org/10.21037/apm-21-8>
 61. Schwabbauer N, Berg B, Blumenstock G, Haap M, et al. Nasal high-flow oxygen therapy in patients with hypoxic respiratory failure: effect on functional and subjective respiratory parameters compared to conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation (NIV). *BMC Anesthesiol*. 2014;14(1):66. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-14-66>
 62. Díaz-Lobato S, Alises SM. High-Flow Nasal Cannula Can Be Used Outside the ICU. *Chest*. 2015;148(4):e127. <https://doi.org/10.1378/chest.15-1212>
 63. Spoletini G, Mega C, Pisani L, et al. High-flow nasal therapy vs standard oxygen during breaks off noninvasive ventilation for acute respiratory failure: A pilot randomized controlled trial. *J Crit Care*. 2018;48:418-425. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.10.004>
 64. Vourc'h M, Baud G, Feuillet F, et al. High-flow Nasal Cannulae Versus Non-invasive Ventilation for Preoxygenation of Obese Patients: The PREOPTIPOP Randomized Trial. *EclinicalMedicine*. 2019;13:112-119. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2019.05.014>
 65. Frat JP, Ricard JD, Quenot JP, et al. Non-invasive ventilation versus high-flow nasal cannula oxygen therapy with apnoeic oxygenation for preoxygenation before intubation of patients with acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, multicentre, open-label trial. *Lancet Respir Med*. 2019;7(4):303-312. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(19\)30048-7](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(19)30048-7)
 66. Stéphan F, Barrucand B, Petit P, et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery. *JAMA*. 2015;313(23):2331. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.5213>
 67. Pennisi MA, Bello G, Congedo MT, et al. Early nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after lung resection: a randomized trial. *Crit Care*. 2019;23(1):68. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2361-5>
 68. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, et al. Use of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy to Prevent Desaturation During Tracheal Intubation of Intensive Care Patients With Mild-to-Moderate Hypoxemia. *Crit Care Med*. 2015;43(3):574-583. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000743>
 69. Guittion C, Ehrmann S, Volteau C, et al. Nasal high-flow preoxygenation for endotracheal intubation in the critically



- ill patient: a randomized clinical trial. *Intensive Care Med.* 2019;45(4):447-458. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05529-w>
70. Hernández Martínez G, Rodríguez ML, Vaquero MC, et al. High-Flow Oxygen with Capping or Suctioning for Tracheostomy Decannulation. *New England Journal of Medicine.* 2020;383(11):1009-1017. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2010834>
 71. Su CL, Chiang LL, Tam KW, Chen TT, et al. High-flow nasal cannula for reducing hypoxemic events in patients undergoing bronchoscopy: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *PLoS One.* 2021;16(12):e0260716. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260716>
 72. Rochweg B, Einav S, Chaudhuri D, et al. The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline. *Intensive Care Med.* 2020;46(12):2226-2237. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06312-y>
 73. Bräunlich J, Köhler M, Wirtz H. Nasal highflow improves ventilation in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* Published online May 2016:1077. <https://doi.org/10.2147/COPD.S104616>
 74. Bräunlich J, Seyfarth HJ, Wirtz H. Nasal High-flow versus non-invasive ventilation in stable hypercapnic COPD: a preliminary report. *Multidiscip Respir Med.* 2015;10(1):27. <https://doi.org/10.1186/s40248-015-0019-y>
 75. Biselli PJ, Kirkness JP, Grote L, et al. Nasal high-flow therapy reduces work of breathing compared with oxygen during sleep in COPD and smoking controls: a prospective observational study. *J Appl Physiol.* 2017;122(1):82-88. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00279.2016>
 76. Rea H, McAuley S, Jayaram L, et al. The clinical utility of long-term humidification therapy in chronic airway disease. *Respir Med.* 2010;104(4):525-533. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2009.12.016>
 77. Nagata K, Horie T, Chohnabayashi N, et al. Home high-flow nasal cannula oxygen therapy for stable hypercapnic COPD: A Randomized Clinical Trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2022;206(11):1326-1335. <https://doi.org/10.1164/rccm.202201-0199OC>
 78. Sorensen SS, Storgaard LH, Weinreich UM. Cost-Effectiveness of Domiciliary High Flow Nasal Cannula Treatment in COPD Patients with Chronic Respiratory Failure. *ClinicoEconomics and Outcomes Research.* 2021;Volume 13:553-564. <https://doi.org/10.2147/CEOR.S312523>

AVISO PARA LOS AUTORES

Medicina Interna de México tiene una nueva plataforma de gestión para envío de artículos. En: www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login podrá inscribirse en nuestra base de datos administrada por el sistema *Open Journal Systems* (OJS) que ofrece las siguientes ventajas para los autores:

- Subir sus artículos directamente al sistema.
- Conocer, en cualquier momento, el estado de los artículos enviados, es decir, si ya fueron asignados a un revisor, aceptados con o sin cambios, o rechazados.
- Participar en el proceso editorial corrigiendo y modificando sus artículos hasta su aceptación final.