

Alto flujo

Francisco Javier Pilar Orive, Yolanda M. López Fernández

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP). Hospital Universitario de Cruces. Barakaldo
Grupo de Trabajo Respiratorio SECIP

Pilar Orive FJ, López Fernández YM. Alto flujo. Protoc diagn ter pediatr. 2021;1:235-43.



RESUMEN

La oxigenoterapia de alto flujo (OAF) es un tipo de soporte respiratorio que básicamente consiste en aplicar un flujo de aire/oxígeno humidificado y calentado por encima del flujo pico inspiratorio del paciente. El hecho de calentar y humidificar el alto flujo de aire/oxígeno favorece su tolerancia. El empleo de la OAF empezó en las unidades de cuidados intensivos neonatales como alternativa a la presión positiva continua en vía aérea nasal (nCPAP, por sus siglas en inglés) en neonatos prematuros. En Pediatría no se ha demostrado que sea superior a la ventilación no invasiva (VNI). A su favor tiene que es una técnica bien tolerada y fácil de utilizar.

Palabras clave: oxigenoterapia de alto flujo; Pediatría; cuidados intensivos.

High flow

ABSTRACT

High flow oxygen therapy (HFO) is a type of respiratory support that consists of applying a heated, humidified air/oxygen mixture flow above the patient's peak inspiratory flow. Warming and humidifying the high flow of air/oxygen promotes tolerance. The use of HFO began in neonatal intensive care units as an alternative to nCPAP (nasal continuous positive airway pressure) in premature infants. In paediatrics it has not been demonstrated to be superior to non-invasive ventilation (NIV). In its favour it has to be a well-tolerated and easy to use technique.

Key words: high flow oxygen therapy; pediatrics; intensive care.

1. CONCEPTO

La oxigenoterapia de alto flujo (OAF) consiste en aportar, a través de una cánula nasal, un flujo de oxígeno, solo o mezclado con aire, por encima del flujo inspiratorio del niño (**Figura 1**). El gas se humidifica (humedad relativa: 95-100%) y se calienta hasta un valor cercano a la temperatura corporal ($\sim 37^\circ\text{C}$). Aunque no está claramente definido qué se considera alto flujo, se habla de flujos $>1\text{-}2$ lpm en neonatos, >4 lpm en niños y >6 lpm en adultos.

2. MECANISMO DE ACCIÓN

2.1. Lavado del espacio muerto nasofaríngeo

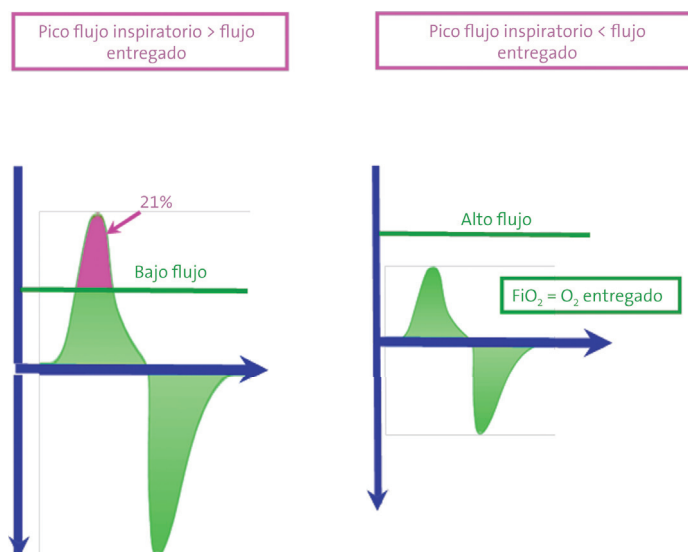
El espacio muerto extratorácico es proporcionalmente dos o tres veces mayor en niños que en adultos. Puede medir hasta 3 ml/kg en

recién nacidos y se vuelve similar al volumen en adultos solo después de los 6 años ($0,8\text{ ml/kg}$). En consecuencia, cuanto más joven es un niño, mayor es el efecto del lavado en la oxigenación y eliminación de CO_2 . Este mecanismo contribuye a establecer mejores fracciones de gases alveolares, facilitando la oxigenación y pudiendo mejorar teóricamente la eliminación de CO_2 .

2.2. El gas calentado y humidificado

- Disminuye la resistencia en la mucosa nasal inducida por el gas seco y frío, un punto importante, dado que estas resistencias constituyen casi el 50% de la resistencia total del sistema respiratorio.
- Reduce el trabajo metabólico necesario para calentar y humidificar el aire externo.

Figura 1. Mecanismo por el que el alto flujo obtiene mejores concentraciones de oxígeno respecto a los sistemas de bajo flujo



- Produce un efecto beneficioso sobre el movimiento ciliar y el aclaramiento de secreciones. Mejora la compliancia y el volumen pulmonar.
- Evita la respuesta broncoconstrictora que provoca el gas frío y seco, algo trascendente en pacientes asmáticos.
- Aporta cierto grado de **presión faríngea positiva** (4-8 cmH₂O) durante la espiración, que favorece la reducción del trabajo respiratorio. Esta presión depende del ratio del diámetro cánula/nariz, del flujo y de si la boca está abierta o cerrada. En todo caso, no es predecible ni regulable. Se han comprobado efectos beneficiosos de esta presión, tales como disminución del colapso faríngeo, reducción de apneas obstructivas, reducción de la actividad eléctrica diafragmática y disminución de la presión esofágica.
- Soporte respiratorio tras la extubación de la ventilación mecánica.
- Destete de CPAP o BIPAP (sistema de bipresión positiva).
- Soporte respiratorio en niños con enfermedades neuromusculares.
- Apnea del prematuro.

No se considera útil en el fracaso respiratorio tipo II y no está indicada en retenedores de CO₂ porque reduce el estímulo respiratorio desencadenado por la hipoxia que se produce en la hipoventilación.

La base de datos Cochrane considera que no hay ningún estudio con alto nivel de evidencia capaz de proporcionar indicaciones y pautas para el tratamiento con cánula nasal de alto flujo (HFNC, por sus siglas en inglés) en pacientes pediátricos.

Una de las diferencias fundamentales entre la OAF y la ventilación no invasiva (VNI) es que la primera mantiene un flujo fijo y genera presiones variables, mientras que los sistemas de VNI utilizan flujos variables para obtener una presión fija.

Los efectos clínicos beneficiosos de la OAF (aumento de SpO₂, reducción de las necesidades de O₂, disminución de frecuencia respiratoria [FR] y frecuencia cardíaca [FC] y mejoría de signos de dificultad respiratoria) deben ser observados en los primeros 60-90 minutos tras su inicio.

3. INDICACIONES

En Pediatría no hay indicaciones establecidas; se asume que tiene las mismas indicaciones que la presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP, por sus siglas en inglés).

- Pacientes con hipoxemia pero sin hipercapnia que precisan FiO₂ >0,4 en mascarilla (fracaso respiratorio tipo I).
- Dificultad respiratoria por bronquiolitis, neumonía, insuficiencia cardíaca congestiva, etc.

4. MÉTODOS DE ADMINISTRACIÓN

Existen varios sistemas de administración de OAF y no hay estudios que demuestren la superioridad de un sistema sobre otro. Se pueden utilizar en todos los grupos de edad (neonatos, lactantes, niños mayores y adultos).

Requieren de una fuente de gas (aire y oxígeno), un humidificador calentador, un circuito que

impida la condensación de agua, unas gafas-cánula nasales cortas y un generador de flujo.

Las cánulas nasales son de diferente tamaño según los flujos empleados y deberían tener un diámetro aproximado de la mitad del diámetro interno de la nariz para no ocluir completamente esta y prevenir excesos de presión y úlceras por decúbito.

Habitualmente se utilizan flujos de oxígeno mezclados con aire, aunque también se usan para administrar gases medicinales (p.ej., heliox u óxido nítrico) y fármacos en aerosol.

Estudios *in vitro* han demostrado que la colocación antes del humidificador de nebulizadores de malla, dentro del circuito OAF, puede aumentar la cantidad depositada del broncodilatador. Sin embargo, la evidencia actual sugiere que la cantidad depositada con flujos altos es muy baja, precisando flujos bajos para la nebulización, lo cual va en contra del objetivo de esta técnica. Actualmente no es posible hacer recomendaciones a favor o en contra del suministro de aerosoles a través de HFNC para pacientes pediátricos.

Existen varios tipos de generadores de flujo disponibles (Figura 2):

Figura 2. Sistemas de alto flujo



Precision Flow® (Vapotherm)



Optiflow® System (Fisher & Paykel)



Comfort Flo® (Teleflex Medical)



Maquet (Servo-u)

- Mezclador de aire/oxígeno conectado a un humidificador. Hay varios sistemas: Opti-flow® System (Fisher & Paykel), Precision Flow® (Vapotherm) y Comfort Flo® (Teleflex Medical). Algunos disponen de una válvula de liberación de presión que corta el flujo cuando se alcanza una presión predeterminada.
- Sistema de turbina humidificador, como Airvo® 2 (Fisher & Paykel). No requiere fuente de aire.
- Ventilador convencional con circuito de alto flujo conectado a un humidificador (p. ej., Servo-u).

5. MODO DE EMPLEO

5.1. Material

- Flujo de aire/oxígeno, en función del peso del paciente:
 - <15 kg: utilizar caudalímetro de flujo estándar de 0-15 l/min.
 - >15 kg: utilizar caudalímetro de alto flujo que ofrece hasta 50 l/min.
- Humidificador de placa calentadora.
- Circuito para unir al humidificador:
 - Niños <12,5 kg: 12 mm (niños).
 - Niños ≥12,5 kg: 22 mm (adultos).
- Cánula nasal:
 - Lactantes y niños de hasta 10 kg: cánula infantopediátrica (máx. flujo: 20-25 l/min).
 - Niños >10 kg: cánula tamaño adulto (máx. flujo: 50 lpm).

5.2. Inicio

Las cánulas no deben ocluir totalmente la nariz y es aconsejable empezar con flujos bajos.

- Tasa de flujo, en función del peso del niño:
 - ≤10 kg, 2 l/kg/min.
 - ≥10 kg, 2 l/kg/min para los primeros 10 kg + 0,5 l/kg/min por cada kg por encima de 10 (máx. flujo: 50 l/min). En adultos se usan flujos de hasta 60 lpm.

Comenzar con 6 l/min o 1 l/kg y aumentar hasta el flujo objetivo en pocos minutos para permitir que el paciente se adapte al alto flujo. Redondear hacia abajo a los flujos más cercanos a los previstos.

- FiO₂. Comenzar con 50-60%. Objetivo SpO₂ de 93-97%.
- Humidificación. Programar humidificador a 37 °C. En humidificadores automáticos poner en **posición tubo endotraqueal**.

6. MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE

Es recomendable, al inicio y hasta ver estabilidad, vigilar al niño cada hora.

- Frecuencia respiratoria.
- Frecuencia cardiaca.
- Escala de Wood-Downes o similar.
- SpO₂.

En 2 horas se debería poder reducir la FiO₂ y observar estabilización clínica. La FiO₂ para SpO₂

objetivo (93-97%) debería disminuir a $\leq 40\%$ y la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria deberían reducirse en un 20%. Los signos de dificultad respiratoria también deberían mejorar.

Datos de alarma:

- El paciente no está mejorando como se ha descrito.
- El grado de dificultad respiratoria empeora.
- La hipoxemia persiste a pesar del OAF con necesidades $>50\%$ de oxígeno.

Debemos tener en cuenta que con OAF la saturación de oxígeno se puede mantener en valores normales y el paciente puede tener una insuficiencia respiratoria hipercárbica.

Si hay un rápido deterioro de la saturación de oxígeno (SatO_2) o un marcado aumento del trabajo respiratorio, se debe hacer una radiografía de tórax para excluir un neumotórax.

7. DESTETE

Cuando mejora la situación del niño:

- Disminución del trabajo respiratorio. Insuficiencia respiratoria leve (p. ej., escala de Wood-Downes <3).

- Frecuencia respiratoria y cardíaca normalizada o casi normalizada.

- Para los niños de <10 kg:

- 1.º. Disminuir la FiO_2 a $<40\%$ (por lo general se hace dentro de las primeras 1-2 horas).
- 2.º. Reducir el flujo a 5 l/min y luego cambiar a gafas nasales (1 a 2 l/min) o nada si la SatO_2 está estable.

- Para los niños >10 kg:

- 1.º. Destete FiO_2 al 40%.
- 2.º. Pasar a gafas con 1-2 l/min o retirar el oxígeno.

Generalmente no es necesario un proceso de destete prolongado; cuando mejore, pasar a gafas nasales o a nada, si el paciente lo permite.

8. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Los inconvenientes son pocos (**Tabla 1**), dada la buena tolerancia de este sistema. Su uso se considera seguro tanto en Urgencias como en plantas de hospitalización o en la UCIP. Se ha observado en algunos casos distensión abdominal por meteorismo. El ruido que puede ocasionar el sistema se correlaciona con el flujo

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del uso de OAF

Ventajas	Inconvenientes
• La humedad y el calor eliminan la sensación de boca seca • Se tolera mejor que CPAP y provoca menos lesiones cutáneas • Permite comer y hablar • Fácil de usar	• Ruido excesivo • Menos efectivo si hay respiración bucal • Neumotórax y neumomediastino

y puede ser superior al de un sistema de CPAP. Se han descrito cuatro casos de escapes aéreos (neumotórax) en probable relación con el tamaño de las cánulas.

En cualquier caso, el mayor riesgo del uso de OAF, como para cualquier estrategia de VNI, es el retraso en el empleo de soportes superiores, el cual puede ir asociado a una mayor morbi-mortalidad.

9. CRITERIOS DE FRACASO

- Hipercapnia.
- Acidosis respiratoria.
- Ausencia de mejora en la frecuencia respiratoria tras 60 minutos del inicio.
- Saturación transcutánea de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno (S/F) <200 tras una hora de tratamiento.

10. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería requeridos se recogen en la **Tabla 2**.

11. CONCLUSIONES

El uso de OAF ha aumentado en las áreas pediátricas a pesar de la falta de beneficios claramente establecidos en la literatura médica. Se considera un método de soporte respiratorio fácil de usar, bien tolerado y con pocos efectos secundarios, tales como trauma local, pero con riesgos potencialmente graves (presión posi-

Tabla 2. Cuidados de enfermería

- Valorar sonda nasogástrica (SNG)
- Algunos lactantes pueden seguir tomando pecho, pero la mayoría requerirán alimentación a través de una sonda nasogástrica
- Regularmente aspirar la SNG cada 2/4 horas para vaciar el aire
- Los cuidados nasales deben realizarse cada 2/4 horas
- Vigilar que las cánulas nasales estén en la posición correcta y no haya áreas de presión en las narinas
- Realizar succión suave cuando se requiera para mantener las narinas permeables
- Comprobar el nivel de agua del humidificador cada 4 horas
- Anotar en la gráfica: al inicio, cada hora y, si estable, cada 2-4 horas
 - Flujo de aire y oxígeno
 - Temperatura del humidificador (posición)
 - FR, FC, SatO₂ y escala de Wood-Downes o similar

va no predecible, neumotórax...). La indicación más conocida es en la bronquiolitis moderadamente grave. Artículos recientes sugieren que el OAF se puede aplicar a un espectro más amplio de edades y diagnósticos de pacientes. Sin embargo, nos parece importante señalar las siguientes consideraciones:

- La OAF no es un modo de soporte respiratorio diseñado para dar CPAP.
- No ha demostrado su superioridad sobre otros métodos de soporte respiratorio (VNI).
- Recientemente se ha publicado un estudio controlado aleatorizado que no demuestra la superioridad de la OAF sobre la CPAP en bronquiolitis.

Es importante señalar que la aplicación de OAF puede ser percibida como un dispositivo asociado a una baja gravedad de la enfermedad, pero en realidad algunos pacientes pueden estar re-

cibiendo flujos de oxígeno de hasta 30 lpm con una FiO_2 de 1. Es fundamental monitorizar las constantes del paciente al inicio del tratamiento, a fin de evaluar su efectividad e identificar lo antes posible los signos de ausencia de mejoría o empeoramiento que sugerirán la utilización de un soporte respiratorio más apropiado.

12. GUÍA RÁPIDA

1. Manejo del paciente

- Fijar la cánula nasal. Las cánulas no deben ocluir totalmente la nariz.
- Iniciar el sistema de alto flujo con los siguientes parámetros:

– Tasa de flujo:

- $\leq 10 \text{ kg}$ 2 l/kg/min.
- $\geq 10 \text{ kg}$ 2 l/kg/min para los primeros 10 kg + 0,5 l/kg/min por cada kg por encima de 10 (máx. flujo: 50 l/min).

Ejemplos:

$16 \text{ kg} = 2 \text{ l} (2 \times \text{primeros } 10 \text{ kg}) + 3 \text{ l} (0,5 \times 6 \text{ kg}) = 23 \text{ l/min.}$

$40 \text{ kg} = 20 \text{ l} (2 \times \text{primeros } 10 \text{ kg}) + 15 \text{ l} (0,5 \times 30 \text{ kg}) = 35 \text{ l/min.}$

Comenzar con 6 l/min o 1 l/kg y aumentar hasta el flujo objetivo en pocos minutos para permitir que el paciente se adapte al alto flujo. Redondear hacia abajo a los flujos más cercanos a los previstos.

– FiO_2 : comenzar con 50-60% (relación 1/1; oxígeno/aire). Objetivo SpO_2 de 93-97%.

– Humidificación: programar humidificador a 37 °C. Posición tubo endotraqueal.

2. Destete de OAF

- Cuando mejora la situación del niño:
 - Disminución del trabajo respiratorio (escala <3)
 - Frecuencia respiratoria normalizada o casi normalizada.
 - Constantes (FC) normales.
- Para los niños de $<10 \text{ kg}$:
 - 1.º. Disminuir la FiO_2 a $<40\%$ (por lo general se hace dentro de las primeras 1-2 horas).
 - 2.º. Reducir el flujo a 5 l/min y luego cambiar a gafas nasales (1 a 2 l/min) o nada si la SatO_2 está estable.
- Para los niños $>10 \text{ kg}$:
 - 1.º. Destete FiO_2 al 40%.
 - 2.º. Pasar a gafas con 1-2 l/min o retirar el oxígeno.

Generalmente no es necesario un proceso de destete prolongado y es mejor estar con lo que necesite: alto flujo, bajo flujo o sin oxígeno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Subu AM, Hagen S, Eldridge M, Boriosi J. Aerosol therapy through high flow nasal cannula in pediatric patients. *Expert Rev Respir Med*. 2017;11:945-953.
2. Berlinski A. Pediatric aerosol therapy. *Respir Care*. 2017;62(6):662-677.
3. Chisti MJ, Salam MA, Smith JH, Ahmed T, Pietroni MA, Shahunja KM, *et al*. Bubble continuous positive airway pressure for children with severe pneumonia and hypoxaemia in Bangladesh: an open, randomised controlled trial. *Lancet*. 2015; 12;386:1057-1065.
4. Corley A, Rickard CM, Aitken LM, Johnston A, Barnett A, Fraser JF, *et al*. High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;5:CD010172.
5. Franklin D, Babl FE, Schlapbach LJ, Oakley E, Craig S, Neutze J, *et al*. A randomized trial of high-flow oxygen therapy in infants with bronchiolitis. *N Engl J Med*. 2018;378(12):1121-1131.
6. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C; FLORALI Study Group; REVA Network; *et al*. Highflow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 2015; 372: 2185-2196.
7. Hedge S, Prodhon P. Serious air leak syndrome complicating high-flow nasal cannula therapy: a report of 3 cases. *Pediatrics*. 2013;131(3):e939-944.
8. Lee JH, Rehder KJ, Williford L, Cheifetz IM, Turner AD. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children and adults: a critical review of the literature. *Intensive Care Med*. 2013;39(2):247-257.
9. Mayfield S, Jauncey-Cooke J, Hough JL, Schibler A, Gibbons K, Bogossian F. High-flow nasal cannula therapy for respiratory support in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014(3):CD009850.
10. Mikalsen IB, Davis P, Oymar K. High flow nasal cannula in children: a literature review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:93.
11. Milési C, Boubal M, Jacquot A, Baleine J, Durand S, Pons Odena M, *et al*. High-flow nasal cannula: recommendations for daily practice in pediatrics. *Ann Intensive Care*. 2014;4:29.
12. Milési C, Matecki S, Jaber S, Mura T, Jacquot A, Pidoux O, *et al*. 6 cmH₂O continuous positive airway pressure versus conventional oxygen therapy in severe viral bronchiolitis: a randomized trial. *Pediatr Pulmonol*. 2013;48:45-51.
13. Milési C, Essouri S, Pouyau R, Liet JM, Afanetti M, Portefaix A, *et al*. High flow nasal cannula (HFNC) versus nasal continuous positive airway pressure (nCPAP) for the initial respiratory management of acute viral bronchiolitis in young infants: a multicenter randomized controlled trial (TRAMONTANE study). *Intensive Care Med*. 2017;43:209-216.
14. Schibler A, Pham TM, Dunster KR, Foster K, Barlow A, Gibbons K, *et al*. Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Med*. 2011;37:847-852.