

ATOW 437

Tutorial de la Semana

Oxigenación de Alto Flujo en Anestesia y Cuidados Críticos

Dr Paul Crofts¹, Dr. Fui Yong², Dr Mark Smith³, Dr. Shaun McMahon⁴

1 Anaesthetic specialist trainee, Barnsley Hospital, UK

2 Senior Anaesthetic Trainee, Royal Victoria Hospital, Newcastle, UK

3 Intensive Care and Anaesthetic Consultant, Rotherham General Hospital, UK

4 Consultant Anaesthetist, Freeman Hospital, UK

ATOW editor: Dr Alison Jackson, Specialist Anaesthetist, Waikato Hospital, Hamilton, New Zealand Corresponding email: paulcrofts@nhs.net

Traducido por: Dra. Ana Laura Schwartzmann. Profesora adjunta de Anestesiología. Hospital de Clínicas. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay

Publicado el 8 de diciembre de 2020

Puntos Claves:

- El oxígeno de alto flujo entrega oxígeno durante o en los picos inspiratorios de los pacientes en flujos de 40 a 70 litros por minuto
- Con este alto flujo se obtiene un aumento en la presión positiva de la vía aérea de 1 cm de H₂O cada 10 L/min a partir de los 30 L/min
- El aumento del dióxido de carbono que se produce en apnea es menor con altos flujos de oxígeno (40 a 70 Litros por minuto) que el que ocurre con la oxigenación convencional durante períodos de apnea
- El tiempo de apnea seguro puede extenderse utilizando oxígeno de alto flujo nasal (HFNO) por 22 minutos
- El oxígeno de alto flujo tiene un rol en el manejo de la falla respiratoria hipóxica en pacientes críticos

Introducción:

La entrega convencional de oxígeno a los pacientes se realiza a través de máscaras faciales o cánulas nasales. Típicamente estas entregan un flujo de oxígeno bajo, no humidificado de hasta 15 L/min, habitualmente sin una fracción de oxígeno inspirada (FIO₂) definida. Estos dispositivos de aporte de oxígeno convencionales no pueden suplir de oxígeno a un flujo suficiente para acompañar el pico inspiratorio del paciente. Esto lleva a que entre aire del ambiente no logrando la concentración de oxígeno deseada. (1,2)

El oxígeno nasal de alto flujo (HFNO) es entregado a través de una cánula especial y puede alcanzar flujos de hasta 70 L/min y FIO₂ cercanas a 100%. Su utilidad en las unidades de cuidados intensivos para pacientes ventilando espontáneamente está bien establecido y

nuevos usos están emergiendo en la anestesiología. Los estudios que avalan esta aplicación son entre otros el THRIVE (Intercambio ventilatorio transnasal rápido humidificado) realizado en pacientes con apnea y el STRIVE Hi (Respiración espontánea utilizando anestesia intravenosa y oxígeno nasal de alto flujo) estudio en pacientes con respiración espontánea bajo anestesia. (3,4)

El uso combinado de la cánula nasal y la máscara facial para oxigenación apneica ha demostrado aumentar el tiempo hasta la desaturación durante los intentos de intubación. (figuras 1,2) Este permanece siendo un recurso importante especialmente en escenarios de recursos limitados donde no están disponibles equipamientos de HFNO.

Este tutorial tiene como objetivo aportar una visión general del uso de la oxigenación de alto flujo nasal en anestesia y cuidados intensivo en la práctica diaria.



Figura 1. La ventana apneica puede extenderse utilizando una máscara facial a 15L/min y una cánula nasal durante la preoxigenación. El uso de la cánula basal puede también combinarse con la máscara facial del circuito de la máquina anestésica o de los circuitos de traslado (por ejemplo: Mapleson, C o F) Imagen reproducida con la autorización de <https://epmonthly.com/article/no-desat>

ENTREGA DE OXIGENO DE ALTO FLUJO

El oxígeno de alto flujo es comúnmente entregado a través de cánula nasal de alto flujo (HFNC) de calibre ancho. El sistema de entrega utiliza un flujómetro calibrador y algunos dispositivos tiene un sistema de control para determinar la concentración de oxígeno inspirada. (Figuras 3 y 4)

La variabilidad de la FIO₂ se logra con un conector en Y y dos flujómetros o válvulas calibradas que proporcionan la “mezcla” (2). La humidificación y calentamiento del oxígeno es un elemento clave para permitir que estos altos flujos sean tolerados por el paciente. Varias empresas tienen diferentes formas de lograrlo, es posible alcanzar humedad relativa de 95 a 100% y temperaturas de 33 a 43 °C (1). La humidificación se logra a través de cartuchos de vapor, vaporizadores de humedad o superficies calentadas. El tubo que conecta los controles de

flujo al paciente debe ser calentado para prevenir la condensación dentro de este. Las conexiones inspiratorias son de 15mm o 22mm de diámetro pudiendo conectarse a cánulas de traqueostomía si estuviera indicado. Se pueden administrar drogas nebulizadas a través de los dispositivos suministradores de aerosol integrados al sistema HFNC.

BENEFICIOS FISIOLÓGICOS DE LA CANULA NASAL DE ALTO FLUJO

Aumento del tiempo de apnea y lavado de dióxido de carbono

Los anestesiólogos pueden prolongar el tiempo de apnea a través de la preoxigenación, pero sin ventilación los pacientes desaturan en unos minutos. El Intercambio ventilatorio transnasal rápido humidificado (THRIVE) a través de cánulas nasales de alto flujo describe una técnica para oxigenación apneica y su uso ha extendido la ventana apneica hasta valores de hasta 65 minutos, mientras reduce el ascenso del dióxido de carbono. (4) Esto también ha sido útil en el manejo de pacientes con vía aérea dificultosa. (5) El estudio THRIVE incluyó 31 pacientes con un tiempo medio de apnea de 22,5 minutos. El rango de tiempo de apnea fue entre 11 y 33 minutos y la cirugía se completó con éxito en 30 pacientes. Un paciente requirió ventilación jet luego ya que cumplía criterios de discontinuar el protocolo (PaCo₂ mayor a 82 mmHg (11kPa))



Figura 2. El oxígeno se continúa administrando a través de la cánula nasal en el período apneico durante la intubación. Imagen reproducida con la autorización de <https://epmonthly.com/article/no-desat>



Figura 3. Cánula de alto flujo conectada al paciente. Reproducido con autorización de <https://www.amstrongmedical.net/product/point-blender/>



- A. Sensor de oxígeno. Requiere ser calibrado con el aire ambiente antes de utilizarlo
- B. Flujómetro aire/oxígeno. Rotor acorde al flujo requerido de 0 a 70 L/min
- C. Concentración de oxígeno inspirada. Selector acorde a la concentración requerida 21-100%

Figura 4. Flujómetro de alto Flujo con selector para controlar la concentración de oxígeno inspirado. Reproducido con autorización de <https://www.amstrongmedical.net/product/point-blender/>

La oxigenación apneica describe el proceso de una masa ventilatoria de oxígeno con ventilación espontánea o mecánica. El oxígeno es conducido hasta los pulmones por el gradiente de presión negativa creado por la diferencia entre la remoción y la excreción de dióxido de carbono. (4,6)

El aumento del dióxido de carbono, la subsecuente acidosis y arritmias fatales son un problema si se utilizan dispositivos de bajo flujo. El mecanismo exacto de lavado del dióxido carbónico a través de THRIVE no está claro, pero se cree esté vinculado a la turbulencia generada por la cánula de alto flujo y las oscilaciones cardíacas.

Acondicionamiento del gas: calentamiento y humidificación

Calentar y humidificar los gases administrados durante la OAF para que los altos flujos sean más tolerables en el paciente despierto ventilando espontáneamente. (8) Calentando y humidificando los gases, el sistema de alto flujo reduce el costo metabólico de la respiración. (9) La humidificación de los gases ayuda a prevenir el secado de las secreciones, lo cual puede reducir la función ciliar llevando a la formación de tapones mucosos, atelectasia e hipoxia. (10)

Fracción de oxígeno Fija y lavado del espacio muerto

La oxigenoterapia convencional entrega un flujo de gas muy por debajo del flujo de presión pico debido al ingreso de aire del ambiente y por lo tanto dilución de la FiO_2 . Estudios han demostrado que la medición de la FiO_2 en la nasofaringe es mucho más cercana a la FiO_2 administrada en pacientes recibiendo oxígeno nasal de alto flujo, lo cual implica mínimo ingreso del aire ambiente. (2,11) La concentración entregada de oxígeno puede mejorarse también con el lavado del espacio muerto, creando un reservorio de oxígeno en el paciente. (1,2)

Presión Positiva en vía aérea

El árbol respiratorio desde la nasofaríngea hasta el alvéolo provee diferentes grados de resistencia al flujo de gas. La nasofaringe genera una resistencia variable al flujo de gas que aumenta en la inspiración cuando las narinas

La aplicación de presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) convencional supera esta resistencia y provee una presión de distensión que el HFNO apunta a repetir. (9) Como resultado, la reducción de atelectasias y colapso lobar mejora la relación ventilación/perfusión V/Q. (2)

En el 2013 Parke y colaboradores demostraron que el HFNO aporta una presión positiva en la vía aérea de aproximadamente 1 cm de H₂O cada 10 L/min de tasa de flujo. Tasas de flujo de 20L/min, 30 L/min y 50L/min dan pico de presión espiratoria positiva de 3,01 cmH₂O, 3,81 cmH₂O y 4,86 cmH₂O respectivamente. Cabe señalar que a flujos de 30L/min, cuando el paciente exhala la presión en la vía aérea retorna a cero por lo que el dispositivo no entrega presión positiva a lo largo del ciclo respiratorio (11) Sin embargo, la presión en vía aérea entregada por el HFNO muestra variabilidad de la presión durante las diferentes fases del ciclo respiratorio. (11,12) a diferencia de la CPAP que da una presión positiva continua en la vía aérea. Por lo tanto, la CPAP debe ser considerada separada de la HFNO.

HFNO EN LA PRACTICA ANESTESICA

Hay varios métodos de empleo de la HNC durante el momento de la intubación. La HFNC puede ser usada durante el período de preoxigenación con tasas de flujo de 40L/min mientras el paciente está despierto y aumentando esta hasta 70 L/min una vez que el paciente está anestesiado. Este fue el protocolo utilizado en la oxigenación apneica por Gustafson y colaboradores. (5) La HFNC permanece in situ durante la laringoscopia y la intubación.

Dificultad en el manejo de la vía aérea

El manejo de la vía aérea es un evento estresante. Los intentos de repetidas laringoscopías pueden llevar a trauma de la vía aérea, edema y sangrado especialmente en pacientes con tumores friables de la vía aérea u otras patologías. La HFNO ofrece una alternativa al “tiempo de oro” al presentarse como un otro método de seguridad para la vía aérea al mantener la oxigenación reduciendo la posibilidad de morbilidad por hipoxia cerebral en casos de vía aérea difícil.

Dos casos recientemente reportados en el Journal of Head and Neck Anesthesia (Revista de Anestesia de Cabeza y Cuello) describen repetidos intentos de asegurar la vía aérea mediante

intubación orotraqueal por cirujanos y anestelistas en estos pacientes con vía aérea dificultosa. (12) Durante ambos casos se aportó oxigenación por HFNO mientras se realizó la traqueostomía de emergencia. En uno de los casos, el tiempo total de apnea fue de 30 minutos.

Otros usos incluyen oxigenación durante traqueostomía con paciente despierto, Intubación despierto con fibrobroncoscopio. Durante la traqueostomía con paciente despierto, la HFNO puede extender la ventana apneica, provee una pequeña cantidad de presión positiva en la vía aérea y reduce el trabajo respiratorio del paciente. Es importante estar atentos a la presencia de patologías de la vía aérea que impliquen obstrucción completa ya que es estas la HFNO no va a funcionar y el barotrauma es una posibilidad en estos pacientes con severa estenosis.

Anestesia obstétrica y manejo de la vía aérea en pacientes obesos

Los pacientes obesos y las pacientes obstétricas tienen riesgo aumentado de vía aérea dificultosa. Ambos grupos presentan mayor riesgo de aspiración, tienen tiempos reducidos para desaturar y pueden potencialmente tener dificultades para la laringoscopia.

Las guías 2015 de la Asociación de anestelistas obstétricos y la Sociedad de Vía Aérea del Reino Unido (recomiendan considerar la oxigenación a 5L/min por una cánula nasal simple comenzando previo a la preoxigenación. Esta guía también menciona el potencial rol de la oxigenación apneica con HFNO en el capítulo de Anestesia General Obstétrica Segura basado en la evidencia existente para pacientes no obstétricas.

El rol del HFNO en la paciente obstétrica sometida a anestesia general podría potencialmente ayudar a evitar la morbilidad materno fetal reduciendo el tiempo de desaturación durante la intubación. Puede ser utilizado como un adyuvante en el reclutamiento alveolar post extubación, reduciendo incidentes de reintubación por hipoxia.

Cirugías sin sonda orotraqueal que interfiera con el campo quirúrgico

La necesidad de contar con un campo quirúrgico despejado mientras se mantiene la oxigenación durante los procedimientos otorrinolaringológicos (ORL) puede ser desafiante para el anestesiólogo, especialmente si el procedimiento envuelve la laringe y la vía aérea superior (ej.: biopsia de cuerdas vocales, terapia laser, dilatación con balón o estenosis subglótica). La oxigenación tradicionalmente se mantenía con ventilación jet utilizando un fibrobroncoscopio rígido, un catéter transtraqueal o un catéter de ventilación jet.

EL uso de la HFNO permite al cirujano ORL realizar sus procedimientos en una vista despejada y sin las interrupciones de la ventilación jet. Los pacientes pueden estar ventilando espontáneamente al aire o en apnea con relajación muscular total, mientras la anestesia se mantiene por vía intravenosa total.

Hay reportes de casos exitosos de terapias laser realizadas con HFNO sin intubación orotraqueal. Para esto se requiere una fluida comunicación entre el cirujano y el anestesiólogo para asegurar que la concentración de oxígeno se descienda a 21% durante el uso del láser. En las cirugías laser el uso de HFNO queda limitado a aquellos equipos que permitan variaciones en la concentración

de oxígeno. Los procedimientos standard de los quirófanos y las listas de verificación de seguridad para procedimientos como estos mejoraran la seguridad al asegurarse de que el oxígeno sea reducido en el momento apropiado.

Booth y colaboradores mostraron que la respiración espontánea utilizando anestesia general y oxígeno nasal de alto flujo (STRIVE-Hi, en inglés) podría aumentar el margen de seguridad en el campo quirúrgico sin sonda orotraqueal. Comparado con el estudio THRIVE, basado en la oxigenación apneica, el aumento del CO₂ en ventilación espontánea es menor (0,15 Kpa/min in THRIVE comparado con 0,03Kpa/min en STRIVE-Hi) y es superior en mantener la oxigenación en pacientes con alto índice de masa corporal (3). Manteniendo la ventilación con Propofol se suprimen los reflejos laríngeos permitiendo el pasaje del oxígeno a altos flujos.

La vigilancia deberá ser mayor durante el uso de HFNO en cirugías sin intubación. Existe la posibilidad de que el laringoscopio rígido obstruya la vía aérea y el riesgo de fuego si la concentración de oxígeno no es descendida en los momentos en los que se utilice el láser o la diatermia. El anestesiólogo deberá utilizar anestesia intravenosa total por lo que deberá estar familiarizado con el uso de esta técnica. Otro problema es la imposibilidad de monitorizar el volumen espirado final de dióxido de carbono cuando se utiliza HFNO.

Soporte Respiratorio durante Procedimientos bajo sedación

La sedación consciente durante procedimientos como la broncoscopia, gastroscopia o colonoscopia habitualmente requieren oxígeno suplementario debido a los efectos de depresión respiratoria de los agentes sedantes. La aplicación del HFNO durante estos procedimientos puede expandirse a diversas especialidades, nuevos usos de oxigenación con cánulas nasales a alto flujo han sido reportados para craneotomías con paciente despierto (14) y como adyuvante de la anestesia regional en varios procedimientos quirúrgicos.

El HFNO provee un mejor método de oxigenación comparado con dispositivos simples en estas situaciones. La adición de una pequeña presión positiva a la vía aérea superior puede ser beneficiosa para mantener la permeabilidad de la vía aérea. La HFNO permite un margen de seguridad mayor en caso de que los pacientes presenten apnea durante la sedación.

OXIGENO DE ALTO FLUJO NASAL EN CUIDADOS CRITICOS

El Royal College of Anesthetist National Audit Projects (Auditoria de proyectos del colegio real de Anestesiólogos) tiene como objetivo investigar complicaciones raras vinculadas a la anestesia en el Reino Unido. En la cuarta auditoria se reportaron 1 de 4 de los eventos mayores relacionados con la vía aérea ocurrieran en los servicios de emergencia o las unidades de cuidados críticos cuando a una intubación de emergencia se sumaba un paciente inestable con alta demanda metabólica de oxígeno. (17)

Un metaanálisis de 1658 pacientes por Silva y colaboradores (2017) (16) se enfocó en estudios comparativos de preoxigenación seguidos de oxigenación apneica versus preoxigenación tradicional sola durante la intubación. Se analizo el subgrupo de pacientes críticos que requirieron intubación en emergencia y unidad de cuidados intensivos. La oxigenación apneica

fue provista en la mayoría de los casos por dispositivos HFNO y las intubaciones realizadas por especialistas con variado grado de entrenamiento. El resultado del metaanálisis mostró que pocos pacientes desaturaban por debajo de 93% cuando se utilizaba oxigenación apneica (OR 0,66). Más aún la saturación de oxígeno registrada con la preoxigenación tradicional era menor que con la oxigenación apneica. Estos hallazgos soportan el uso del HFNO durante la intubación de pacientes críticos inestables.

Cuando la hipoxia no responde a oxigenoterapia convencional se recurre al uso de ventilación no invasiva (NIV) o CPAP como método para evitar la necesidad de la intubación. Fat y colaboradores en 2015(19) realizaron un estudio comparando HFNO con la terapia convencional o NIV en reducir las tasas de intubación en pacientes con falla respiratoria hipóxica. El estudio de 310 pacientes mostró que el grupo al que se le suministró HFNO tuvo la menor tasa de intubación. La HFNC mostró ser no inferior a la NIV en términos de soporte respiratorio post extubación o en prevenir re-intubación (17,18).

LIMITACIONES

La oxigenación utilizando HFNO en cualquier escenario no puede utilizarse sin una vía aérea permeable. La desaturación puede ser el primer signo de obstrucción de la vía aérea si la permeabilidad de esta no es activamente mantenida. Si la HFNO es utilizada durante la inducción de secuencias rápida o durante cirugía electiva debe mantenerse la permeabilidad de la vía aérea manteniendo con fuerza la mandíbula esperando la adecuada relajación muscular previo a asegurar la vía aérea.

La oxigenación apneica con HFNO no evita el aumento del dióxido de carbono arterial. El aumento del dióxido de carbono con THRIVE es menor que en la oxigenación apneica con oxígeno a bajo flujo (4). El aumento de dióxido de carbono durante la oxigenación apneica puede llevar a aumento de la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el flujo sanguíneo cerebral (21). Existen métodos transcutáneos de medición del dióxido de carbono (como los utilizados en el estudio THRIVE) que pueden llegar a estar más accesibles en el futuro.

RESUMEN:

La HFNO permite una extensión segura de los tiempos de apnea manteniendo la oxigenación. El calentamiento y humidificación parecen facilitar la tolerancia de los pacientes mientras reducen el trabajo respiratorio. El aumento del dióxido de carbono es menor que con otros métodos de oxigenación apneica atribuido al intercambio de masa ventilatoria de moléculas de gases. El uso de oxigenación de alto flujo se está expandiendo en anestesia y cuidados críticos. A medida que aumenta esta popularidad importante que el anestesiólogo comprenda las bases fisiológicas de esta técnica y el equipamiento para su uso seguro.

Bibliografía:

1. Ashraf-Kashani N, Kumar R. High-flow nasal oxygen therapy. BJA Educ. 2017;17(2): 63-67

2. Ward JJ. High-Flow Oxygen Administration by Nasal Cannula for Adult and Perinatal Patients. *Respir Care*. 2013;58(1): 98-120
3. Booth AWG, Vidhani K, Lee PK, et al. Spontaneous Respiration using IntraVenous anaesthesia and Hi-flow nasal oxygen (STRIVE Hi) maintains oxygenation and airway patency during management of the obstructed airway: an observational study. *British Journal of Anaesthesia*. 2017; 118 (3): 444-51
4. Patel A, Nouraei SAR. Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia*. 2015; 70: 323-239
5. Gustafsson IM, Lodenius A, Tunelli J et al. Apnoeic oxygenation in adults under general anaesthesia using Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE) - a physiological study. *Br J Anaesth*. 2017; 118(4): 610-617
6. Lyons C, Callaghan M. Uses and mechanisms of apnoeic oxygenation: a narrative review *Anaesthesia*. 2019; 74, 497-507
7. Hermez LA, Spence CJ, Payton MJ et. al A physiological study to determine the mechanism of carbon dioxide clearance during apnoea when using transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange (THRIVE). *Anaesthesia*. 2019; 74, 441-449
8. Chanques G, Riboulet F, Molinari N et al. Comparison of three high flow oxygen therapy devices: a clinical physiological study. *Minerva Anesthesiol*. 2013; 79: 1344-1355
9. Dysart K, Miller TL, Wolfson MR et al. Research in high flow therapy: Mechanisms of action. *Respir Med*. 2009; 103: 1400- 1405
10. Roca O, Hernández G, Diaz-Lobato S, et al. 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: 109-121
11. Parke RL, McGuinness SP. Pressures delivered by nasal high flow oxygen during all phases of the respiratory cycle. *Respiratory Care*. 2013, 58 (10) 1621-1624
12. Thurairatnam R, Arora A, Mir F Use of THRIVE to maintain oxygenation during the management of an anticipated difficult airway and emergency tracheostomy. *Journal of Head and Neck Anaesthesia*. 2017 Vol 2 (2) 19-22
13. Obstetric Airway Association. Obstetric Airway Association and Difficult Airway Society Obstetric Airway Guideline 2015. Obstetric Airway Association. 2015 (https://www.oaa-anaes.ac.uk/assets/_managed/cms/files/Clinical%20Guidelines/ Guideline_Algorithms_2015.pdf)
14. Smith SC, Burbridge M, Jaffe R. High Flow Nasal Cannula, A Novel Approach to Airway Management in Awake Craniotomies. *Journal of Neurosurgical Anaesthesiology*. 2018. 30 (4) 382
15. The Royal College of Anaesthetists, The Difficult Airway Society. The 4th National Audit Project : Major Complications of Airway Management in the United Kingdom. The Royal College of Anaesthetists. 2011 (<https://www.rcoa.ac.uk/system/ files/CSQ-NAP4-Full.pdf>)
16. Silva LOJ, Cabrera D, Barrionuevo P et al. Effectiveness of Apneic Oxygenation During Intubation: A Systematic Review and Meta- Analysis. *Ann Emerg Med*. 2017; 70: 483-494

17. Stephan F, Barrucand B, Petit P et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxaemic Patients After Cardiothoracic Surgery: A Randomised Clinical Trial. *JAMA*. 2015; 313(23): 2331-2339
18. 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): 282-288
19. Frat JP, Thille AW, Mercat A et al. High Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxaemic Respiratory Failure. *N Engl J Med*. 2015; 372: 2185-2196
20. Yuste ME, Narbona S, Acosta F, Penas L, Colmenero M. Efficacy and safety of high-flow nasal cannula oxygen therapy in moderate acute hypercapnia respiratory failure. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019. 31(2) 156-163
21. Bain AR, Ainslie PN, Hoiland RL et al. Cerebral oxidative metabolism is decreased with extreme apnoea in humans; impact of hypercapnia. *J Physio*. 2016. 594 (18) 5317-5328.