

# Conceptos sobre oxigenoterapia. Terapia de alto flujo y cánulas nasales con humidificación/calentamiento activos

Sempere, G.<sup>1</sup>, Carratalá, J.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Médico Adjunto Unidad de Corta Estancia. Hospital Universitario Dr. Peset. Valencia. <sup>2</sup> Médico Adjunto de la Unidad de Corta Estancia. Hospital General Universitario. Alicante.

## 1. OBJETIVOS

- Conocer los efectos e indicaciones de la oxigenoterapia en la IRA.
- Conocer los distintos sistemas de oxigenoterapia disponible.
- Conocer la oxigenoterapia de alto flujo con cánulas nasales, su mecanismo de acción e indicaciones.

## 2. INTRODUCCIÓN

Existe confusión más o menos generalizada sobre el uso del oxígeno en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda (IRA).

El O<sub>2</sub> como tratamiento se comienza a utilizar el siglo XIX, pero no es hasta principios del XX y sobre todo en los años 1950-60 cuando se inicia la terapia con O<sub>2</sub> para tratar la IRA y crónica (IRC) con rigor.

La hipoxia y la hipoxemia implican una serie de cambios fisiopatológicos que intentan compensar su efecto deletéreo. A nivel hemodinámico observaremos taquicardia, aumento del gasto cardiaco (GC), vasodilatación periférica y de la fracción de eyección (FE). A nivel respiratorio habrá taquipnea y aumento de la ventilación global y a nivel hematológico aumento de la eritropoyetina y la hemoglobina. Con el paso del tiempo (4-6 min. en caso de parada respiratoria) el daño a órganos nobles como cerebro, corazón o riñón puede significar graves secuelas e incluso la muerte.

Este daño va a depender del umbral de hipoxemia/hipoxia tisular de cada órgano que no está claramente establecido. En casos de

IRC el valor de seguridad puede llegar a ser de PaO<sub>2</sub> = 50 mmHg pero en caso de IRA este es de 60 mmHg.

Se define hipoxemia como la disminución de PaO<sub>2</sub> por debajo de 60 mmHg (corresponde a una saturación de O<sub>2</sub> del 90%) y que condiciona hipoxia tisular y fenómenos de compensación ya descritos. Su origen es variado y en ocasiones entrelazado:

- Por disminución de la presión de O<sub>2</sub> inspirado (altura) o por disminución de la concentración de O<sub>2</sub> del aire (intoxicación por gases tóxicos).
- Por hipoventilación alveolar: central (ACV residual, intoxicaciones) por disfunción de la mecánica ventilatoria (SAHS, obesidad-hipoventilación, EPOC).
- Alteraciones en la difusión alveolo/capilar pulmonar (fibrosis pulmonar, EPID, neumonía, shunt derecha-izquierda).
- Desintegración del espacio y lecho capilar alveolar (obstrucción de vía aérea, TEP, shunt intrapulmonar).

Los fenómenos de compensación tienen como fin asegurar el aporte de O<sub>2</sub> a los tejidos. En principio son beneficiosos pero mantenidos en el tiempo pueden acabar siendo contraproducentes. La hipoxemia condiciona aumento de la ventilación alveolar con aumento del trabajo respiratorio y del trabajo respiratorio. Desde el punto de vista cardiovascular se produce un aumento de la FC, del GC con probable fracaso del miocardio, la vasodilatación periférica que aparece en la IRC causa hipotensión. Desde



el punto de vista hematológico se activa la eritropoyetina y se produce poliglobulia y desarrollo de hipertensión pulmonar.

Estos fenómenos disminuyen la afinidad del  $O_2$  por la hemoglobina para facilitar la difusión de  $O_2$  a los tejidos pero también la presión de  $O_2$  en sangre.

### 3. OXIGENOTERAPIA: CONCEPTOS, FUENTES Y SISTEMAS DE APLICACIÓN

#### a) Bases de la oxigenoterapia en la IRA

Está indicada cuando la  $PaO_2$  es  $<$  de 60 mmHg (cociente  $PaO_2/FiO_2 < 300$  mmHg) en un pulmón previamente sano, o si la  $PaO_2$  es  $<$  de 50 mmHg en pulmones previamente enfermos. Otro grupo de situaciones son aquellas en las existe hipoxia sin hipoxemia (anemia, ICC, shock, intoxicación por CO) donde será básica la corrección de la causa subyacente. Por otra parte los pacientes sin hipoxemia pero con riesgo de IRA (ataque agudo grave de asma, sepsis, TEP, shock) deben de ser tratados con  $O_2$ . En caso de existencia de shunt (intra o extrapulmonar), si este supera el 20% la hipoxemia se mantiene a pesar de flujos altos de  $O_2$ .

En todo caso el tratamiento de  $O_2$  deberá aportar la  $FiO_2$  mínima efectiva que no condicione situaciones de hipercapnia y acidosis. ( $FiO_2$  mínima que mantenga una  $SaO_2 \geq$  del 93-94% en IRA hipoxémica o tipo 1 y  $\geq$  88-89% en IRA hipercápnica o tipo 2).

Será preferible utilizar modos de administración de  $O_2$  en los que se pueda controlar la  $FiO_2$  (máscaras tipo Venturi), en caso de necesitar fracciones superiores al 50% se recomiendan utilizar sistema de alto flujo pero de forma transitoria (salvo si usamos alto flujo con cánulas nasales y humidificación activa).

#### b) Fuentes y sistemas de aplicación

##### 1. Fuentes

El oxígeno puede ser administrado en forma de gas comprimido, desde un concentrador o como oxígeno líquido.

*Depósito Central o tanque de  $O_2$* : Fuente de grandes hospitales, el gas se encuentra comprimido o bien en estado líquido y desde aquí se distribuye por las plantas hospitalarias.

*Botellas o cilindros de alta presión*: El  $O_2$  se encuentra comprimido a una presión de  $2 \times 10^4$  kPa. Es el sistema más barato pero son bombonas pesadas de gran volumen y dan escasa autonomía, duran entre 2-5 días dependiendo del flujo y horas pautadas. Existen unos cilindros más pequeños con 2-3 horas de autonomía pero que deberían usarse sólo como rescate ante situaciones como transporte, falta de flujo temporal etc. Aun así pueden llegar a ser la forma más frecuente de fuente.

*Concentrador de  $O_2$* : Se trata de un compresor que extrae  $O_2$  del aire ambiente, separándolo del nitrógeno mediante filtros moleculares. Alcanza una concentración de  $O_2$  entre 98-100% cuando se administra a flujos bajos 1-3 L/min. disminuyendo a 92-95% a flujos más elevados. Es una fuente barata, la más usada en oxigenoterapia domiciliaria en adultos, permite la movilidad del paciente. Su mayores inconvenientes son el ruido, depender de la red eléctrica, la autonomía limitada y el no estar preparados para flujos mayores a 3 L/min. Existen modelos portátiles menos ruidosos.

*Oxígeno líquido*: El gas a muy bajas temperaturas ocupa menos volumen así 1 L de  $O_2$  líquido, liberará 850 L de  $O_2$  gaseoso a presión y temperatura ambiente. Se prepara una fuente nodriza que almacena  $O_2$  suficiente para 5-7 días. Existen pequeños tanques o mochilas que pesan 3-3,5 kg con autonomía de 4-8 horas según flujo pautado y que ofrecen autonomía al paciente. Son sistemas caros y restringidos en muchas Comunidades.

#### 2. Sistemas de administración

Son las «interfases» que vehiculizan el  $O_2$  al paciente. El desconocimiento de sus prestaciones condiciona errores frecuentes en la práctica diaria, por lo tanto será importante conocerlos e individualizar su indicación.



## I. Sistemas de alto flujo

Aportan mezclas preestablecidas de gas a una velocidad de flujo que supera la demanda del paciente. Su fundamento físico es utilizar el efecto Venturi con base en el principio de continuidad de masas de Bernoulli («un gas al circular por un tubo a una determinada velocidad en un extremo del mismo aumenta dicha velocidad de flujo en el extremo opuesto cuando su sección disminuye»). A la vez que se produce el aumento de velocidad se produce una disminución en la presión del continente que arrastra aire del medio ambiente y lo mezcla con el  $O_2$  a través de orificios de diferente diámetro. Proporciona de una manera segura una  $FiO_2$  constante (regulando los orificios de entrada) entre 24-50 %.

**Mascarilla Venturi:** Suministran una concentración exacta de  $O_2$  (24-50%) independientemente del patrón respiratorio del paciente. Es la forma convencional más segura de suministrar  $O_2$ . La  $FiO_2$  puede variar si la mascarilla no se ajusta bien, si se obstruyen los orificios de entrada de la mascarilla si el flujo es menor del recomendado. No permite la ingesta (retirar y colocar cánulas nasales) y en ocasiones genera claustrofobia.

Otros sistemas de alto flujo: tubo en T (pacientes intubados), campana de  $O_2$  (lactantes), tienda facial (funciona como un sistema de alto flujo al acoplarle un sistema de Venturi), máscara o collar de traqueostomía.

## II. Sistemas de bajo flujo

Estos sistemas ofrecen  $O_2$  sin mezcla a un flujo menor que el flujo inspiratorio del paciente. El  $O_2$  administrado se mezcla con el aire inspirado y se obtiene una  $FiO_2$  variable dependiendo del dispositivo utilizado. Es el sistema utilizado si la FR del paciente es  $<$  de 25 rpm y el patrón respiratorio del paciente es estable.

**Cánulas o gafas nasales:** Sistema más utilizado para la administración de  $O_2$ , cómodo. Ofrecen una  $FiO_2$  entre 24 - 35 % con un flujo entre 1-5 L/min. (con flujos mayores

de 5 L/min. se pierde efectividad por intolerancia) pero con una variabilidad muy alta dependiendo sobre todo del volumen de aire circulante con el que respira el paciente. Es conveniente la humidificación (independientemente del flujo utilizado).

Existen unos tipos especiales que intentan asegurar una  $FiO_2$  más estable disminuyendo la desperdiciada en espacio muerto; son las llamadas cánulas con reservorio (intenta ahorrar volumen de gas al almacenar parte del espirado, pero su eficacia disminuye al aumentar la FR) y las válvulas a demanda (una válvula controla el flujo de  $O_2$  durante la inspiración, pero su eficacia también es dependiente de las variaciones en la FR).

**Máscara de oxígeno o facial simple:** Este dispositivo carece de válvulas y de reservorio. Dispone de agujeros laterales para permitir la salida del aire espirado, pero son necesarios flujos de al menos 5 L/min para evitar el fenómeno del «rebreathing» por acúmulo de  $CO_2$  en la máscara. Llega a administrar una  $FiO_2$  entre 35-50% (0,35-0,5) con flujos entre 5-10 L/min.. Interfiere la ingesta y la expectoración. En las comidas se recomienda sustituirlo por cánulas nasales simples.

**Máscara de reinhalación parcial o máscara con reservorio:** Se trata de una máscara simple a la que se une una bolsa o reservorio en su tercio inferior, se precisa un flujo mínimo para mantener la bolsa inflada, se puede producir entrada de aire espirado y no mantenerse la  $FiO_2$  constante ya que dependerá del aire espirado. Con flujos entre 6-10 L/min. se consigue aportar una  $FiO_2$  entre 40-70% (0,4-0,7). Las máscaras sin reinhalación de  $O_2$  son similares pero con una válvula unidireccional entre máscara y reservorio, así se impide que el aire espirado entre a la bolsa pero precisa de flujos muy altos de  $O_2$  (12-15 L/min.) para obtener  $FiO_2$  entre 60-100% (0,6-1).

## 4. TERAPIA DE ALTO FLUJO CON CÁNULAS NASALES Y HUMIDIFICACIÓN ACTIVA

La elección de un sistema de oxigenación se basa fundamentalmente en la situación clí-



nica del paciente, sus requerimientos de  $O_2$  determinados por el flujo necesario para obtener una  $FiO_2$  continua así como por el tipo de sistema de administración y la tolerancia a éste.

Los sistemas convencionales de oxigenación presentan varias limitaciones: el flujo suministrado no es mayor a 15 L/min., los pacientes con IRA hipoxémica presentan un pico flujo inspiratorio variable que oscila entre 30-120 L/min., flujo superior al ofrecido por los sistemas convencionales (como consecuencia no mantenemos una  $FiO_2$  continua, eficiente pero también desconocida), la proporción de humidificación-calor es mínima y dependiente de la dilución de  $O_2$  en el aire ambiente. Esto condiciona la creación y mantenimiento de un círculo vicioso que se inicia en una situación de IRA con hipoxemia mantenida no corregida, disnea refractaria, mayor trabajo respiratorio y con el tiempo fracaso por parte del enfermo.

En las últimas dos décadas se han desarrollado sistemas de oxigenación alternativos y más eficientes que los convencionales. La terapia con sistemas de alto flujo y cánulas nasales con un gas humidificado/calentado de forma activa (AFHCAA) genera flujos eficaces de hasta 50-60 L/min., asegurando una  $FiO_2$  continua entre 21-100 % de un gas optimizado desde el punto de vista de humedad y calor (100% de humedad relativa 44 mg  $H_2O/L$  de humedad absoluta y 37 °C de temperatura). En estas condiciones el paciente recibe de una forma fácil y confortable un gas eficiente, optimizado y que asegura una  $FiO_2$  constante en vía aérea.

### a) Cómo actúan los sistemas de AFHCA

Fisiología y diseño se alían para conseguir una forma diferente de oxigenar pacientes en IRA.

- AFHCA consiguen superar o al menos reducir al mínimo la demanda o pico flujo inspiratorio (equivalente a la resistencia nasofaríngea) del paciente con IRA y taquipnea. Así aseguramos la  $FiO_2$

administrada (menor efecto dilución por intercambios con el medio ambiente), reducimos el trabajo respiratorio y la disnea.

- AFHCA entregan el flujo alto de  $O_2$  (u otro gas) directamente en nasofaringe, así se consigue un lavado más eficaz de  $CO_2$ , se reduce la posibilidad de rebreathing, reducimos el espacio muerto (mayor lavado), mejoramos la ventilación alveolar (aumento del volumen tidal) y por tanto la oxigenación y la disnea.
- AFHCA generan un nivel de presión positiva constante en vía aérea (CPAP), dependiente de flujo, del patrón respiratorio del paciente y de si éste respira con la boca cerrada o abierta. Es claro que el efecto de reclutamiento alveolar de la CPAP colabora a una mejor oxigenación pero sin estar clara como afecta a los volúmenes pulmonares. Existe la posibilidad de aumentar este efecto utilizando incluso menos flujo, incorporando una válvula de PEEP (CPAP de Boussignac®) al sistema, pero esto está en período de desarrollo. Tenemos que dejar claro que la AFHCA no es ventilación no invasiva (VNI) y nunca una alternativa a ésta cuando VNI está indicada.
- De forma fisiológica la nasofaringe se comporta como un sistema de adaptación del gas inspirado para ser entregado al alveolo con unas condiciones óptimas de calor y humedad, pero también ofrece una resistencia anatómica al flujo del mismo. Los AFHCA consiguen minimizar esta resistencia inspiratoria que en situación de IRA supera el pico flujo inspiratorio del paciente.
- Los sistemas de AFHCA juegan un importante papel en solucionar el desbalance entre temperatura y humedad del gas entregado y las condiciones óptimas que este debería tener. Estos suministran un gas calentado y humidificado de forma activa, en condiciones muy cercanas a las fisiológicas. Así ofrecemos mayor comodidad y tolerancia,



mantenemos la estructura anatómica mucociliar y su función de aclaramiento.

### b) Características técnicas

Tres son los componentes básicos de todo sistema dador de alto flujo (Fig. 11.1):

1. Una interfase tipo cánula nasal cómoda y eficiente con un diseño capaz de ofrecer flujos de hasta 60 L/min., disponibles para pacientes adultos y pediátricos, con tallaje diferencial y capaces de soportar, sin disconfort, el peso de la tubuladura de conexión.
2. Rotámetros calibrados capaces de suministrar flujos entre 0-70 L/min. de un gas puro o de una mezcla procedente bien de mezcladores de alto flujo (tipo Venturi o de doble válvula aire / oxígeno) bien de dos caudalímetros independientes y conectados a una pieza en «Y» adaptada al humidificador.
3. Un sistema de humidificación-calentamiento activo que es clave para un dispositivo que suministra flujos elevados de un gas a través de cánulas nasales. Lo ideal es acondicionar el gas a condi-

ciones fisiológicas es decir humedad relativa del 100% y temperatura de 37°C. Existen en el mercado dispositivos que de una forma programada aseguran estas condiciones diferenciando entre paciente oxigenado e forma invasiva o no invasiva, otros dan la posibilidad de modificarlas según las condiciones del paciente. Es conveniente incorporar un analizador de  $O_2$  para asegurar en todo momento de una forma fiable la  $FiO_2$  predeterminada.

Otras necesidades son las tubuladuras de conexión, que deberán aportar una resistencia interior que evite variaciones en la temperatura y posibles condensaciones. En general se recomienda usar agua destilada o de lavado simple como fuente de humidificación. Recordaremos que si existen periodos de desconexión el sistema de AFHCA deberá de apagarse evitando gastos innecesarios y condensaciones.

En el mercado existen sistema de alto flujo modulares (mezclador de alto flujo y humidificador activo separados) como el Fisher and Paykel High Flow. Humidification System Optiflow  $\hat{a}$  y el PARI Hydrate, y sistemas compactos como el Vapotherm 2000i and Precision Flow (Fig. 11.4).



Figura 11.1. Sistema de oxigenoterapia de alto flujo y humidificación-calentamiento activos. (Dibujo gentileza del Dr. Enrique Sillero).

### c) Indicaciones. Evidencia clínica a pie de cama

Los positivos efectos de control fisiopatológico hacen a los sistemas de AFHCA una muy buena alternativa para el tratamiento de la IRA, fundamentalmente hipoxémica pero teniendo muy presente que esta no debe nunca ser candidata a otro sistema de oxigenación/ventilación (VNI). Por tanto la elección del paciente candidato es básica para una adecuada respuesta clínica.

En los sistemas convencionales de oxigenación con flujos no superiores a 15 l/min., las diferencias entre la  $FiO_2$  entregada y la recibida por el paciente (dependiente a su vez del pico flujo inspiratorio así como la pobre humidificación aportada), puede hacer



Figura 11.2. Sistema modular de alto flujo con mezclador de alto flujo Max Venturi, base de humidificación MR850 de Fisher & Paykel®, tubuladura calentada por resistencia y cánulas nasales Optiflow.



Figura 11.4. Sistema Vapotherm and Precision Flow. Oximesa-Praxair.



Figura 11.3. Sistema compacto de alto flujo Airvo de Fisher & Paykel®.

que un grupo de enfermos con IRA moderada, fundamentalmente hipoxémica, no corrijan la hipoxemia.

Los sistemas de AFHCA generan flujos de hasta 60 L/min., aseguran una  $FiO_2$  entre el 21-100%, reducen el rebreathing de  $CO_2$ ,

crean un reservorio de gas «fresco», superan el colapso (resistencia anatómica) nasofaríngeo en inspiración y la demanda del flujo pico inspiratorio, brindan una CPAP dependiente de flujo que oscila entre 2,7 cm de  $H_2O$  a 35 L/min. y 7 cm $H_2O$  A 60 l/min. con boca cerrada) ofreciendo un gas en condiciones fisiológicas de calor y humedad.

Por lo tanto son una buena opción para pacientes IRA hipoxémica moderada que no responden a sistemas de oxigenación «tradicionales».

La evidencia clínica sobre el uso de AFHCA es importante en pediatría pero limitada en adultos. La eficacia a pie de cama y los beneficios terapéuticos observados hacen que la evidencia en adultos torne en los últimos 5 años.

Reseñamos a continuación las principales indicaciones según evidencia y trabajo a pie de cama:



- *I.R.A hipoxémica*: La técnica ofrece una alternativa más eficiente que los sistemas convencionales de oxigenación en casos de IRA moderada no candidata a VNI que no corrige la hipoxemia/disnea con una  $FiO_2 > 40\%$  pero nunca en situación de distres respiratorio.
- *Insuficiencia Cardíaca Aguda (ICA)*: Ofrecer la técnica a pacientes con ICA con disnea/hipoxemia refractaria a una  $FiO_2 \geq 40\%$  pero no candidatos a VNI.
- *Neumonía*: Sztrymf realizó 2 estudios observacionales sobre pacientes ingresados en UCI con fracaso respiratorio agudo y refractario a oxigenoterapia convencional sin criterios de intubación. La mayoría eran pacientes con neumonía. En la primera hora de aplicación de AFHCA observó mejoría significativa y sostenida de los parámetros clínicos y de oxigenación con muy buena tolerancia.
- *Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)/bronquiectasias*: Es evidente que los trastornos de la actividad mucociliar, inflamación crónica e hipersecreción características de la EPOC y de las bronquiectasias pueden beneficiarse un sistema que ofrece un gas humidificado y calentado a niveles fisiológicos. Por otro lado, el asegurar el  $O_2$  mínimo necesario y el efecto CPAP (reducir el trabajo para vencer el auto-PEEP) podría ser beneficioso en la EPOC exacerbada no candidato a VNI y con un adecuada selección del paciente candidato.
- *IRA en post-extubados*: Existe literatura que confirma el beneficio de los sistemas de AFHCA frente a las convencionales mascarillas Venturi a la hora de tratar pacientes con IRA (no candidatos a VNI-Invasiva) durante el destete, ofreciendo confort, mejoría clínica y menor número de re-intubaciones. En un futuro deberá de optimizarse este uso así como el beneficio del AFHCAA en procesos de decanulación y destete difícil en traqueotomizados.
- *IRA en broncoscopias y otras técnicas invasivas*: La hipoxemia es un fenómeno común durante la broncoscopia (sedación, decúbito, patología de base). Existe experiencia y evidencia sobre el uso de VNI como alternativa a la oxigenación convencional en pacientes con riesgo elevado de hipoxemia durante la técnica. Los sistemas de AFHCA serían un recurso intermedio que ofrece seguridad, eficiencia y comodidad. Otras técnicas como el lavado broncoalveolar, endoscopia digestiva, ecocardiografía transesofágica, radiología intervencionista, reducciones de fracturas, podría beneficiarse de estos sistemas al realizarse en pacientes con o riesgo de IRA pero siempre en espontánea.
- *Pacientes en situación paliativa*: La disnea, tos y otros síntomas respiratorios son causa frecuente de consulta, pero además suponen estrés para familiares y personal médico-enfermería, en pacientes con enfermedad crónica en situación avanzada sea oncológica o no. La disnea es de los síntomas más invalidantes y desesperantes y como tal debe ser controlado o paliado. AFHCA pueden ser una solución para pacientes con orden de no intubación e IRA sobre todo en caso de disnea refractaria o en candidatos a VNI e intolerancia.
- *Otras indicaciones*: El abanico para el uso de AFHCAA se abre de forma constante en los últimos años. La experiencia a pie de cama y la comunicación de casos clínicos abona esta afirmación: neumonía, otros tipo de infección respiratoria, infección H1N1, asma agudo con IRA y/o hiperreactividad refractaria, oxigenación preintubación, intoxicación por gases tóxico, disnea en pacientes oncológicos, broncoscopia, se benefician de este sistema de oxigenación al compararlo con las mascarillas convencionales Venturi y reservorio, pero se necesitan más estudios que lo confirmen y sobre todo que protocolicen indicación y precocidad.



**Tabla 11.1. Indicaciones para los sistemas de alto flujo con cánulas nasales y humidificación-calentamiento activos**

1. Insuficiencia Respiratoria Aguda hipoxémica moderada
2. Insuficiencia Cardíaca Aguda con disnea/hipoxemia refractarias
3. EPOC/Bronquiectasias
4. Asma bronquial agudizado con HRB/disnea refractarias
5. Neumonía con IRA moderada
6. IRA en post-extubados
7. Pre-oxigenación previa a IOT
8. IRA en pacientes con orden de no intubación o paliativos
9. Broncoscopia y otras técnicas diagnósticas/terapéuticas
10. Otras: Intoxicación por gases tóxicos, epidemias (infección H1N1)

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica. HRB: hiperreactividad bronquial. IRA: insuficiencia respiratoria aguda. IOT: intubación orotraqueal. VNI: ventilación no invasiva.

Nota: todas las indicaciones se refieren a IRA fundamentalmente hipoxémica no candidata a VNI salvo en los pacientes en situación paliativa.

En la tabla 11.1 se resumen las principales indicaciones de los sistemas de AFHCA en la actualidad.

#### d) Protocolo de inicio

La indicación básica será la de pacientes con IRA hipoxémica no candidatos a VNI que no mejoran con sistemas de alto flujo tipo Venturi o mascarilla reservorio con una  $FiO_2 \geq$  al 40%.

Recomendamos iniciar flujos de 30-35 L/min. con una  $FiO_2$  mínima que mantenga la  $SaO_2 \geq 93-94\%$  (en casos de patología pulmonar crónica asociada  $SaO_2 \geq 88-89\%$ ), ofreciendo un gas con una humedad absoluta de 44 mg  $H_2O/L.$ , relativa del 100% y una temperatura de 37°C. Progresaremos en los primeros 30 min. Según la respuesta y la tolerancia hasta flujos de 50-60 L/min. y  $FiO_2$  que puede llegar hasta 100%. (alcanzado un flujo de 60 L/min. o mayor deberemos replantearnos la indicación y la necesidad de usar otros modos de oxigenación ventilación). Recordar que para ofrecer la  $FiO_2$  mínima efectiva podemos usar mezcladores para sistemas de alto flujo que realizan la «mezcla» por efecto Venturi, doble válvula o con dos rotámetros independientes ( $O_2$ /aire medicinal u otro gas) conectado a una pieza en Y.

Es recomendable realizar controles clínicos (FR, FC, PA,  $SO_2$ , escala de disnea y confort) y gasométrico a los 60-120 min. y a las 24 h tras inicio de la técnica.

Tras la mejoría clínica y estabilidad durante al menos 24-48 h comenzaremos a discontinuar la técnica (reducir flujos hasta 20 L/min. con  $FiO_2$  mínima necesaria) y sustituir por un sistema convencional tipo Venturi/cánulas nasales y  $FiO_2$  mínima necesaria y, si es posible, sin retirar la humidificación activa.

Algunos pacientes (toracógenos, neuromusculares, patología pulmonar intersticial crónica, EPOC/bronquiectasias, IC Crónica avanzada, oncológicos) pueden necesitar de un sistema de AFHCA al alta, existen dispositivos eficaces para continuar el tratamiento en domicilio.



## PUNTOS CLAVE

- Se define hipoxemia como la disminución de  $\text{PaO}_2$  por debajo de 60 mmHg y que condiciona hipoxia tisular y fenómenos de compensación
- La elección de un sistema de oxigenación se basa fundamentalmente en la situación clínica del paciente, sus requerimientos de  $\text{O}_2$  determinados por el flujo necesario para obtener una  $\text{FiO}_2$  continua así como por el tipo de sistema de administración y la tolerancia a éste.
- Los sistemas convencionales de oxigenación presentan varias limitaciones: flujo suministrado menor o igual a 15 L/min insuficiente para el pico flujo inspiratorio del paciente,  $\text{FiO}_2$  suministrada exacta desconocida, gas frío y escasamente humidificado.
- La terapia con sistemas de alto flujo y cánulas nasales supera la limitaciones de la oxigenoterapia tradicional y es capaz de suministrar gas humidificado y calentado a flujos eficaces de hasta 50-60 L/min., asegurando una  $\text{FiO}_2$  continua entre 21-100 %.
- La oxigenoterapia de alto flujo es una buena opción para pacientes en IRA hipoxémica que no responde a sistemas de oxigenación convencionales, sobre todo cuando la causa es la neumonía o el fallo cardíaco.

## BIBLIOGRAFIA

1. Barach AL. The therapeutic use of oxygen. JAMA. 1922;29:693-8.
2. Barach AL. Ambulatory oxygen therapy: oxygen inhalation at home and out-of-doors. Chest. 1959; 35:229-41.
3. Cotes JE, Gilson JC. Effect of oxygen in exercise ability in chronic respiratory insufficiency: use of a portable apparatus. Lancet. 1956;1:822-6.
4. Castillo Villegas D, GuellRous MR. Oxigenoterapia en la insuficiencia respiratoria aguda y crónica. En: De Lucas Ramos P, GuellRous MR, editores. Tratado de insuficiencia respiratoria. SEPAR. 2006; 17:182-92. Ergon. ISBNs: 84-8473-498-6.
5. Luna Paredes MC, et al. Fundamentos de la oxigenoterapia en situaciones agudas y crónicas. Indicaciones, métodos, controles y seguimiento. An Pediatr (Barc). 2009;71(2):161-74.
6. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. Respir Care. 2010 Apr; 55(4):408-13.
7. Sztrymf B, Messika J, Bertrand F, Hurel D, Leon R, Dreyfuss D, Ricard JD. Beneficial effects of humidified high flow nasal oxygen in critical care patients: a prospective pilot study. Intensive Care Med. 2011 Nov; 37(11):1780-6.
8. Shepard JW Jr, Burger CD. Nasal and oral flow-volume loops in normal subjects and patients with obstructive sleep apnea. Am Rev Respir Dis. 1990 Dec; 142(6 Pt 1):1288-93.
9. Sim MA, Dean P, Kinsella J, Black R, Carter R, Hughes M. Performance of oxygen delivery devices when the breathing pattern of respiratory failure is simulated. Anaesthesia. 2008 Sep; 63(9): 938-40.
10. Chatila W, Nugent T, Vance G, Gaughan J, Criner GJ. The effects of high-flow vs low-flow oxygen on exercise in advanced obstructive airways disease. Chest. 2004 Oct; 126(4):1108-15.
11. Dewan NA, Bell CW. Effect of low flow and high flow oxygen delivery on exercise tolerance and sensation of dyspnea. A study comparing the transtracheal catheter and nasal prongs. Chest. 1994 Apr; 105(4):1061-5.
12. Ritchie JE, Williams AB, Gerard C, Hockey H. Evaluation of a humidified nasal high-flow oxygen system, using oxygraphy, capnography and measurement of upper airway pressures. Anaesth Intensive Care. 2011 Nov; 39(6):1103-10.



13. Parke RL, Eccleston ML, McGuinness SP. The effects of flow on airway pressure during nasal high-flow oxygen therapy. *Respir Care*. 2011 Aug; 56(8):1151-5.
14. Lee JH, Rehder KJ, Cheifetz IM, Turner DA, Williford L, Cheifetz IM. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children, and adults: a critical review of the literature. *Intensive Care Med*. 2012 Nov; DOI 10.1007/s00134-012-2743-5.
15. Ricard JD. High flow nasal oxygen in acute respiratory failure. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78:836-41.
16. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care*. 2010;55:408-13.
17. Ward JJ. High-Flow oxygen administration by nasal cannula for adult and perinatal patients. *Respir Care*. 2013;58:98-122.
18. Lenglet H, Sztrymf B, Leroy C, Brun P, Dreyfuss D, Ricard JD. Humidified high flow nasal oxygen during respiratory failure in the emergency department: feasibility and efficacy. *Respir Care*. 2012; 57:1873-8.
19. Carratalá Perales JM, Llorens P, Brouzet B, Albert Jiménez AR, Fernández-Cañadas JM, Carbajosa Dalmau J, et al. High-flow therapy via nasal cannula in acute heart failure. *Rev Esp Cardiol*. 2011; 64:723-5.
20. Sztrymf B, Messika J, Mayot T, Lenglet H, Dreyfuss D, Ricard J. Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with acute respiratory failure: A prospective observational study. *J Crit Care*. Epub. 2011 Sep 27.
21. Díaz Lobato S, Mayoralas Alises S. Effectiveness of high-flow oxygen therapy with warm humidification in a COPD patient with chronic cough. *Arch Bronconeumol*. 2011 Aug; 47(8):420.
22. Díaz-Lobato S, Folgado MA, Chapa A, Mayoralas Alises S. Efficacy of high-flow oxygen by nasal cannula with active humidification in a patient with acute respiratory failure of neuromuscular origin. *Respir Care*. 2013 Dec; 58(12):e164-7.
23. Corley A, Caruana LR, Barnett AG, Tronstad O, Fraser JF. Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory rate in postcardiac surgical patients. *Br J Anaesth*. 2011;107:998-1004.
24. Pinto T, Vaz M, Gonçalves MR, Magalhães A, Winck JC. Prospective Randomized trial comparing oxygen administration during FOB: conventional nasal cannula versus HFNC (Optiflow). *RevPort Pneumol*. 2012;18(Esp Cong 1):16.
25. Peters SG, Holets SR, Gay PC. Nasal high flow oxygen therapy in do-not-intubate patients with hypoxemic respiratory distress. *Respir Care*. 2012.
26. Rello J, Pérez M, Roca O, Poulakou G, Souto J, Laborda C, et al. CRIPS investigators. High-flow nasal therapy in adults with severe acute respiratory infection: a cohort study in patients with 2009 influenza A/H1N1v. *J Crit Care*. 2012;27:434-9.
27. Epstein AS, Hartridge-Lambert SK, Ramaker JS, Voigt LP, Portlock CS. Humidified high-flow nasal oxygen utilization in patients with cancer at Memorial Sloan-Kettering Cancer Center. *J Palliat Med*. 2011;14:835-9.
28. Lucangelo U, Vassallo FG, Marras E, Ferluga M, Beziza E, Comuzzi L, et al. High-flow nasal interface improves oxygenation in patients undergoing bronchoscopy. *Crit Care Res Pract*. 2012;12:5063-82.