

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y  
Humanidades, Asunción, Paraguay.**

ISSN en línea: 2789-3855, 2025, Volumen VI

## **Administración de oxígeno suplementario en pacientes adultos: dispositivos, indicaciones y consideraciones fisiológicas**

Supplemental oxygen administration in adult patients: devices,  
indications, and physiological considerations

**Meir Mendelewicz Montero**

mmendelewicz@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3572-2785>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**Annamaría Monastoque Silva**

annamariams@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-1368-2561>

Universidad de Ciencias Médicas

Heredia - Costa Rica

**Jorge Merren Gallegos**

jorgejmg777@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-4369-4775>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**Fiorella Morera Vásquez**

fiorellamova28@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-2052-4616>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**José Manuel Morales Mena**

josemlmorales@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-7184-0357>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**DOI:** <https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4244>

**Artículo recibido:** 30 de junio de 2025

**Aceptado para publicación:** 25 de julio de 2025.

**Conflictos de Interés:** Ninguno que declarar.

  
**Redilat**  
Red de Investigadores  
Latinoamericanos

**NÚMERO**

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4244>

## Administración de oxígeno suplementario en pacientes adultos: dispositivos, indicaciones y consideraciones fisiológicas

Supplemental oxygen administration in adult patients: devices, indications, and physiological considerations

**Meir Mendelewicz Montero<sup>1</sup>**

mmendelewicz@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3572-2785>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**Jorge Merren Gallegos**

jorgeimg777@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-4369-4775>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**Fiorella Morera Vásquez**

fiorellamova28@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-2052-4616>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**José Manuel Morales Mena**

josemlmorales@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-7184-0357>

Universidad de Ciencias Médicas

San José - Costa Rica

**Annamaría Monastoque Silva**

annamariams@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-1368-2561>

Universidad de Ciencias Médicas

Heredia - Costa Rica

Artículo recibido: 30 de junio de 2025. Aceptado para publicación: 25 de julio de 2025.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### Resumen

La oxigenoterapia suplementaria constituye una intervención esencial en la medicina contemporánea, dirigida a tratar y prevenir la hipoxemia en adultos con afecciones agudas y crónicas. Este artículo profundiza en los dispositivos para la oxigenoterapia, abarcando desde los sistemas de bajo flujo hasta las cánulas nasales de alto flujo, con un análisis detallado de sus características, beneficios y limitaciones. Se revisan las indicaciones actuales para la oxigenoterapia aguda y crónica, basándose en la evidencia clínica, y se exploran las complejas consideraciones fisiológicas del transporte de oxígeno, la detección de la hipoxemia y la potencial toxicidad asociada a la hiperoxia. El objetivo es proporcionar una guía exhaustiva para la práctica clínica, destacando la importancia de una prescripción individualizada y un ajuste preciso del flujo de oxígeno.

Palabras clave: Oxigenoterapia, hipoxemia, hiperoxia, insuficiencia respiratoria, dispositivos de

---

<sup>1</sup> Autora de correspondencia.

oxígeno, fisiología respiratoria, toxicidad por oxígeno

## Abstract

Supplemental oxygen therapy is an essential intervention in contemporary medicine, aimed at treating and preventing hypoxemia in adults with acute and chronic conditions. This article delves into oxygen delivery devices, ranging from low-flow systems to high-flow nasal cannulas, with a detailed analysis of their features, benefits, and limitations. Current indications for acute and chronic oxygen therapy are reviewed, based on clinical evidence, and the complex physiological considerations of oxygen transport, hypoxemia detection, and potential toxicity associated with hyperoxia are explored. The objective is to provide a comprehensive guide for clinical practice, highlighting the importance of individualized prescription and precise adjustment of oxygen flow.

**Keywords:** oxygen therapy, hypoxemia, hyperoxia, respiratory failure, oxygen devices, respiratory physiology, oxygen toxicity

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons.



Cómo citar: Mendelewicz Montero, M., Merren Gallegos, J., Morera Vásquez, F., Morales Mena, J. M., & Monastoque Silva, A. (2025). Administración de oxígeno suplementario en pacientes adultos: dispositivos, indicaciones y consideraciones fisiológicas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (3), 3977 – 3990. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4244>

## INTRODUCCIÓN

El oxígeno (O<sub>2</sub>) es un elemento esencial para la vida. La función primordial del sistema cardiopulmonar es mantener un buen intercambio entre el oxígeno (O<sub>2</sub>) que respiramos a través del aire ambiente que representa un 21% y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que resulta del metabolismo de las células. El funcionamiento correcto de esta acción depende de la capacidad de difusión de los gases a través de la barrera hematogaseosa entre el alvéolo y el capilar. Existen más de 300 millones de alvéolos, cada uno de ellos en contacto íntimo con una extensa red de capilares, suponiendo en total una superficie de intercambio gaseoso entre 50 y 100 metros cuadrados extremadamente fina que permite una difusión tanto del oxígeno como del CO<sub>2</sub>. Esta difusión es totalmente pasiva, de acuerdo con la ley de difusión de gases, que establece que es directamente proporcional a la superficie de difusión, a la permeabilidad del gas y a la diferencia de presiones a cada lado de la barrera. El gasto cardíaco adecuado, la cantidad de hemoglobina, el buen funcionamiento del centro respiratorio también determinará el intercambio gaseoso. El fracaso en cualquiera de estos factores producirá una insuficiencia respiratoria (IR). (Güell Rous, 2025)

La IR es una condición que se produce cuando uno o varios de estos factores fallan resultan en una hipoxemia, la disminución del oxígeno en la sangre (PaO<sub>2</sub>) con o sin hipercapnia, un aumento del dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>). Se diagnostica mediante gasometría arterial, con una PaO<sub>2</sub> ≤60 mmHg, acompañada o no de PaCO<sub>2</sub> ≥45 mmHg. El objetivo del tratamiento de la IR es restaurar el intercambio gaseoso mediante oxígeno o ventilación mecánica (invasiva o no invasiva) dependiendo de si existe o no hipercapnia, además del tratamiento de la causa de base como lo puede ser la neumonía, embolia pulmonar, enfermedad pulmonar o cardíaca crónica, etc. (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022).

La oxigenoterapia suplementaria, definida como el aporte de oxígeno en concentraciones superiores a las del aire ambiente, es una práctica común en la medicina moderna. Sus indicaciones abarcan tanto situaciones agudas como crónicas de hipoxemia. Sin embargo, la oxigenoterapia no está exenta de riesgos, y es relevante un entendimiento profundo de los dispositivos, las indicaciones precisas y las consideraciones fisiológicas para optimizar el tratamiento y evitar complicaciones (Ingelfinger et al., 2021; Wemple et al., 2023b; Young & Frei, 2021; Iturricastillo et al., 2022; Hardavella et al., 2019).

El presente trabajo ofrece una revisión integral y actualizada sobre la administración de oxígeno suplementario en adultos, con énfasis en su aplicación clínica segura y eficaz. Se abordarán en detalle los distintos dispositivos de suministro, las indicaciones clínicas basadas en la evidencia más reciente, y las implicaciones fisiológicas y los posibles efectos adversos de la oxigenoterapia.

## DESARROLLO

### Dispositivos para la Administración de Oxígeno

La elección del dispositivo de administración de oxígeno debe considerar el grado de hipoxemia del paciente, su ventilación minuto, el flujo de oxígeno que el dispositivo puede suministrar, su capacidad de ajuste, la precisión en la entrega de FiO<sub>2</sub> (fracción de oxígeno inspirado), la comodidad para el paciente y el costo. Los sistemas se clasifican principalmente en dispositivos de bajo flujo y alto flujo (Wemple et al., 2023b; Hardavella et al., 2019).

### Sistemas de Bajo Flujo

Estos sistemas suministran sólo una fracción de la ventilación minuto del paciente como oxígeno puro, por lo que la FiO<sub>2</sub> para una respiración dada es imposible de predecir debido a la variabilidad en el volumen tidal y la tasa de flujo inspiratorio del paciente. El flujo máximo de oxígeno en estos sistemas es de 15 L/min (Ingelfinger et al., 2021; Wemple et al., 2023b; Hardavella et al., 2019).

### **Cánula Nasal**

La cánula nasal es un tubo flexible con dos puntas blandas que se insertan en las fosas nasales del paciente. Es ligera y versátil, permitiendo al paciente hablar, beber y comer con facilidad con la cánula puesta. Su principal ventaja es la comodidad. El aire ambiente inspirado se puede mezclar con el oxígeno en proporciones variables. En general, la  $FiO_2$  por encima del nivel atmosférico normal aumenta aproximadamente un 4% por cada litro adicional de oxígeno administrado por minuto. Sin embargo, un aumento en la ventilación minuto o la respiración bucal pueden diluir el oxígeno y reducir la  $FiO_2$  por lo que no proporcionan estimaciones muy precisas de la  $FiO_2$ . Aunque puede suplementar hasta 6 L/min, los flujos altos son propensos a causar sequedad nasal e incomodidad. (Ingelfinger et al., 2021; Hardavella et al., 2019).

### **Mascarilla Facial Simple**

Similar a la cánula nasal, la mascarilla facial simple se utiliza para administrar oxígeno suplementario en un paciente con respiración espontánea. La mascarilla facial simple no tiene un reservorio. Tiene orificios en ambos lados que permiten el flujo de aire ambiente durante la inspiración y la liberación de gas exhalado durante la espiración. La  $FiO_2$  está determinada por la tasa de flujo de oxígeno, el ajuste de la mascarilla y la ventilación minuto del paciente, típicamente un flujo de oxígeno de 5 L/min mediante esta mascarilla produce una  $FiO_2$  de 0.35 a 0.60. Es crucial asegurar un flujo adecuado para evitar que el paciente reciba oxígeno insuficiente o re inhale  $CO_2$  exhalado. La condensación de vapor de agua en la mascarilla proporciona una señal visual de la espiración y se elimina rápidamente con un flujo adecuado de gas fresco (Ingelfinger et al., 2021; Hardavella et al., 2019).

### **Tienda Facial (Face Tent)**

Una tienda facial proporciona una concentración controlada de oxígeno humidificado a través de una mascarilla abierta que se ajusta debajo del mentón del paciente. La tienda cubre la nariz y la boca sin crear un sello alrededor de la nariz. Con un flujo de 5 a 15 L/min, una tienda facial puede proporcionar una concentración de oxígeno inspirado de hasta 50%. Su colocación es ideal para pacientes que no pueden usar una mascarilla ajustada, pero su diseño podría dificultar un control preciso de la  $FiO_2$  (Ingelfinger et al., 2021; Hardavella et al., 2019).

### **Mascarilla con Bolsa Reservorio (No-Reinhalación o Non-rebreather Mask)**

Una mascarilla de no-reinhalación es una mascarilla facial modificada para incluir una bolsa reservorio de oxígeno. Una válvula unidireccional permite que el oxígeno fluya del reservorio durante la inspiración, pero cierra el reservorio durante la espiración, permitiendo que se llene con oxígeno al 100% de la fuente de gas fresco. Una mascarilla de no-reinhalación puede entregar una  $FiO_2$  entre 0.6 y 0.9 (Ingelfinger et al., 2021; Hardavella et al., 2019).

### **Sistemas de Alto Flujo**

Los dispositivos de oxígeno de alto flujo entregan un porcentaje de oxígeno preciso y constante mediante altos flujos de oxígeno puro o mezclas de nitrógeno-oxígeno que exceden la ventilación del paciente, a veces por un factor de cuatro (Wemple et al., 2023b; Hardavella et al., 2019).

### **Mascarilla Venturi**

Una mascarilla Venturi aprovecha el principio de mezcla por chorro para arrastrar y mezclar aire ambiente con oxígeno. Conforme el oxígeno pasa a través de un orificio pequeño hacia una cámara más grande, su velocidad aumenta. Esto hace que el aire ambiente sea arrastrado con el oxígeno. El arrastre de aire puede controlarse mediante la manipulación del orificio o el tamaño del puerto de arrastre de aire, produciendo así una mezcla de gases con una FiO<sub>2</sub> predeterminada. El dispositivo de arrastre codificado por colores en la base de la mascarilla está diseñado para producir una FiO<sub>2</sub> fija de 0.24 a 0.50 siempre que el flujo de oxígeno requerido se ajuste según lo especificado por cada fabricante. Después del arrastre de aire, la tasa de flujo general puede ser tan alta como 60 a 70 L/min (Ingelfinger et al., 2021; Hardavella et al., 2019).

### **Cánula Nasal de Alto Flujo (CNAF)**

Las cánulas nasales de alto flujo pueden suministrar oxígeno a un flujo de más de 40 L/min. Los sistemas comerciales de CNAF requieren un generador de flujo, un humidificador activo calentado y un circuito calentado. El oxígeno es humidificado y calentado a una temperatura de 37°C para prevenir la incomodidad y la lesión de la mucosa.

Los beneficios fisiológicos de la CNAF abarcan la eliminación del espacio muerto anatómico, el lavado de CO<sub>2</sub> de la nasofaringe, la mejora de la sincronía toracoabdominal, la reducción del trabajo respiratorio y la generación de una presión positiva al final de la espiración (PEEP) de hasta 4-6 cm H<sub>2</sub>O. Además, el calor y la humedad proporcionados por la cánula pueden mejorar la comodidad del paciente y facilitar la eliminación de secreciones. La CNAF puede reducir la necesidad de intubación endotraqueal y ventilación mecánica en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica (Wemple et al., 2023b; Güell Rous, 2025).

### **Indicaciones de la Oxigenoterapia en Insuficiencia Respiratoria Aguda (IRA)**

La hipoxemia arterial es una alteración que pone en riesgo la vida del paciente, por esto su detección y corrección pronta es vital. El fin es incrementar la saturación de hemoglobina (SpO<sub>2</sub>) al menos al 85%-90%, superando el umbral crítico de PaO<sub>2</sub> <60 mmHg, que puede desencadenar complicaciones cardíacas, renales y neurológicas. En pacientes sin patología respiratoria crónica subyacente, no hay limitación en la dosis de oxígeno para alcanzar una PaO<sub>2</sub> superior a 60 mmHg. No obstante, en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y retención de CO<sub>2</sub>, la suplementación de FiO<sub>2</sub> elevadas puede deprimir la ventilación, mitigando el impulso respiratorio y fomentando la hipercapnia.

Es fundamental la evaluación de los gases arteriales antes de iniciar la oxigenoterapia, si es posible, y repetirla 30 minutos después de aumentar la FiO<sub>2</sub>. Además, se deben reducir los requerimientos de oxígeno abordando factores como fiebre, dolor, agitación, actividad respiratoria excesiva, sobrealimentación y sepsis. Si la oxigenoterapia no logra una respuesta adecuada o si la PaCO<sub>2</sub> aumenta indeseadamente, el pH arterial desciende y aparecen signos de deterioro clínico o neurológico, debe considerarse la ventilación mecánica. Además de la hipoxemia, otras indicaciones para el oxígeno suplementario agudo incluyen traumatismos graves, estados de bajo gasto cardíaco con acidosis metabólica, y en casos de envenenamiento por monóxido de carbono o cianuro para desplazar el CO de la hemoglobina y mejorar el contenido de oxígeno disuelto. También se ha considerado en cefaleas en racimos, crisis de dolor por anemia falciforme, y para facilitar la reabsorción de aire en neumotórax y neumomediastino (Iturricastillo et al., 2022; Wemple et al., 2023b; Valencia Gallardo et al., 2022; Mo et al., 2022).

### **Oxigenoterapia Continua a Domicilio (OCD)**

La indicación de OCD se establece en pacientes con enfermedad crónica e hipoxemia persistente. Los criterios convencionales para la OCD en situación de IR crónica son:  $PaO_2 \leq 55$  mmHg, o entre 55-60 mmHg si hay presencia de hipertensión pulmonar, cor pulmonale, insuficiencia cardíaca o poliglobulia (hematocrito  $> 55\%$ ). Estos criterios se basan en estudios clásicos como el Nocturnal Oxygen Therapy Trial (NOTT) y el Medical Research Council (MRC), que demostraron una reducción de hospitalizaciones, mortalidad y riesgo de trombosis, además de una mejoría neuropsicológica y de la calidad de vida en pacientes con EPOC e IR. Estos estudios demostraron que entre mayor era el tiempo de tratamiento con oxígeno, mayores eran los beneficios. Las guías actuales sugieren mantener el tratamiento al menos 16 horas al día, incluyendo la noche, para incrementar la supervivencia, aunque el uso durante 24 horas podría ofrecer mayores beneficios.

### Indicaciones Específicas en Enfermedades Crónicas

**EPOC:** En pacientes con EPOC avanzado e hipoxemia severa, la oxigenoterapia crónica domiciliar y la cesación del tabaquismo representan una de las pocas estrategias que ha demostrado mejorar la supervivencia y la calidad de vida al atenuar la insuficiencia cardíaca derecha producida por el cor pulmonale, mejorar la función neuropsicológica y aumentar la tolerancia al ejercicio. Los efectos sobre la reducción de exacerbaciones y hospitalizaciones no son consistentes. La LTOT en pacientes con EPOC con hipoxemia severa ( $< 55$  mmHg o 55-59 mmHg con evidencia de hipertensión pulmonar, cor pulmonale o policitemia) ha demostrado mejorar la supervivencia. No se recomienda la LTOT para pacientes con EPOC y desaturación moderada en reposo, o solo desaturación inducida por el ejercicio (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2024; Iturricastillo et al., 2022; Jacobs et al., 2020; Lacasse et al., 2018).

**Hipertensión Pulmonar:** No existen datos sobre los efectos a largo plazo, pero está descrita una mejoría de la hipertensión pulmonar con flujos bajos de oxígeno. Se indica oxigenoterapia continua si la  $PaO_2$  es menor de 60 mmHg, tratando de mantener una  $SaO_2$  mayor del 90% (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022).

**Enfermedades pulmonares intersticiales (EPID):** La oxigenoterapia es clave en las EPID, ya que no solo corrige la falta de oxígeno, sino que también alivia los síntomas y podría influir en el avance de la enfermedad. En casos de fibrosis pulmonar idiopática (FPI), aunque la oxigenoterapia no aumenta la supervivencia, sí se recomienda si hay hipoxemia grave en reposo ( $PaO_2 < 60$  mmHg) o desaturación al hacer ejercicio. La falta crónica de oxígeno en la EPID puede provocar hipertensión pulmonar e insuficiencia cardíaca derecha (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022; Ramadan et al., 2024).

**Fibrosis Quística:** La oxigenoterapia nocturna no tiene efectos sobre la mortalidad, la hospitalización o la progresión de la enfermedad, pero sí ha reducido el absentismo escolar y laboral. Se recomienda si existe hipoxemia grave ( $PaO_2$  menor de 60 mmHg), titulando adecuadamente el flujo de oxígeno en ejercicio (Iturricastillo et al., 2022).

### Fisiología del Transporte de Oxígeno y Evaluación de la Hipoxemia

El objetivo de la oxigenoterapia es asegurar un suministro suficiente de oxígeno a los tejidos. La hipoxia tisular se desarrolla por un desequilibrio entre el suministro y la demanda de oxígeno. El suministro de oxígeno ( $DO_2$ ) está determinado por el gasto cardíaco ( $Q$ ) y el contenido de oxígeno de la sangre arterial ( $CaO_2$ ). La fórmula para  $CaO_2$  es:  $CaO_2(\text{ml/dl}) = 1.34 \times \text{hemoglobina (Hb) concentración} \times SaO_2 + (0.0031 \times PaO_2)$ , donde  $SaO_2$  es la saturación de  $HbO_2$  arterial y  $PaO_2$  es la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial. Las causas de un suministro deficiente de oxígeno caen en tres categorías principales: bajo gasto cardíaco (es decir, varios estados de shock), baja concentración de hemoglobina (es decir, anemia) y baja  $SaO_2$  (es decir, hipoxemia arterial). La oxigenoterapia suplementaria solo aborda la hipoxemia arterial; otras causas de hipoxia tisular requieren terapias más específicas (Wemple et al., 2023a).

## Hipoxemia Arterial: Causas y Evaluación

Es importante distinguir entre hipoxia (oxígeno insuficiente a nivel celular) e hipoxemia (oxígeno sanguíneo reducido debido a una baja presión parcial de oxígeno arterial); estos términos no deben usarse como sinónimos. La presión parcial de oxígeno en los alvéolos (PAO<sub>2</sub>) es el factor que impulsa la difusión del oxígeno a través de la membrana alvéolo-capilar. Existen cinco causas fisiopatológicas de hipoxemia arterial (Wemple et al., 2023a):

**Reducción de la tensión de oxígeno inspirada:** Puede ser causada por la altitud, donde la menor presión barométrica disminuye la PO<sub>2</sub> pero la FliO<sub>2</sub> permanece constante, o por una reducción de la FliO<sub>2</sub> misma, como podría ocurrir en un espacio cerrado con combustión continua. En estos casos de baja presión de oxígeno inspirada, la diferencia alveolar-arterial de PO<sub>2</sub> (A-a PO<sub>2</sub>) no está elevada (Wemple et al., 2023a).

**Hipoventilación alveolar:** Con obstrucción de las vías respiratorias y enfermedades parenquimatosas restrictivas avanzadas, conduce a una PAO<sub>2</sub> disminuida y a la consiguiente disminución de la PaO<sub>2</sub> y SaO<sub>2</sub> e hipercapnia. La hipoventilación alveolar también causa hipoxemia e hipercapnia en trastornos pulmonares no parenquimatosos, como la reducción del impulso ventilatorio inducida por fármacos, la restricción de la expansión torácica y abdominal, la debilidad neuromuscular y el control de la ventilación en trastornos como la apnea obstructiva y central del sueño y el síndrome de hipoventilación por obesidad. En estos casos de hipoventilación alveolar, junto con una baja presión de oxígeno inspirada, la diferencia A-a PO<sub>2</sub> no está elevada (Wemple et al., 2023a).

**Desequilibrio ventilación-perfusión (V/Q):** La hipoxemia también resulta cuando hay áreas focales de ventilación alveolar disminuida en relación al flujo sanguíneo (V/Q bajo) en el pulmón. Con V/Q bajo, la diferencia A-a PO<sub>2</sub> se incrementa por encima de su rango normal a nivel del mar de 5 a 20 mmHg (Wemple et al., 2023a).

**Cortocircuito (shunt):** Ocurre cuando el flujo sanguíneo pasa por alto las regiones ventiladas y fluye a través de regiones no ventiladas debido a procesos de llenado alveolar o a través de defectos septales cardíacos y malformaciones arteriovenosas pulmonares. El shunt es el extremo del desequilibrio V/Q con una relación de cero. Con shunt, la diferencia A-a PO<sub>2</sub> se incrementa (Wemple et al., 2023a).

**Limitación de la difusión de oxígeno:** La hipoxemia puede deberse, menos comúnmente a la limitada difusión de oxígeno alveolar-capilar. Sus efectos sobre la oxigenación son más evidentes clínicamente en estados de aumento del gasto cardíaco, como el ejercicio a gran altitud, donde una combinación de baja PAO<sub>2</sub>, menor PO<sub>2</sub> y contenido de O<sub>2</sub> venoso mixto, y un tiempo de tránsito capilar acortado (con alto gasto cardíaco) conducen a una falla de la equilibración alveolar-capilar completa a pesar de un grosor capilar alveolar normal (Wemple et al., 2023a).

La evaluación clínica de la hipoxia tisular tiende a ser inespecífica y variable. Los síntomas y signos más prominentes son disnea, taquipnea, taquicardia, dificultad respiratoria, cambios agudos en el estado mental y arritmias cardíacas. Los niveles de lactato sérico y la saturación venosa central de oxígeno (SvO<sub>2</sub>) pueden ser útiles en la evaluación clínica para determinar si existe hipoxia tisular (Wemple et al., 2023a).

## Pulsioximetría y Gasometría Arterial

La pulsioximetría no invasiva es ahora ampliamente utilizada en todos los entornos, con una SaO<sub>2</sub> estimada designada como SpO<sub>2</sub>. En condiciones normales, su valor está entre 96-98%. Un valor inferior a 90% demuestra falta de oxígeno y, por lo tanto, una situación de insuficiencia respiratoria, que

siempre debe confirmarse con una muestra de gases arteriales. Pero, se debe tener en cuenta que las personas que tienen una enfermedad crónica pueden estar dentro de su normalidad si el valor de la SpO<sub>2</sub> está entre 88 y 90% (Güell Rous, 2025).

Existen varias limitaciones en la pulsioximetría. Cualquier sustancia en la sangre que absorba en estas longitudes de onda interferirá con la precisión, incluyendo hemoglobinopatías adquiridas como la carboxihemoglobinemia y la metahemoglobinemia, el azul de metileno y algunas variantes genéticas de hemoglobina. La carboxihemoglobina tiene una absorción a 660 nm similar a la de la oxihemoglobina; a 940 nm, tiene una absorción mínima. Por lo tanto, independientemente de las concentraciones relativas de hemoglobina saturada con monóxido de carbono versus oxígeno, la SpO<sub>2</sub> será constante (90 a 95%). Con metahemoglobinemia, cuando el hierro hemo se oxida al estado férrico, la metahemoglobina provoca la igualación de los coeficientes de absorción en las dos longitudes de onda. Esto varía mínimamente la SpO<sub>2</sub> de 83 a 87% en un amplio rango de concentraciones de metahemoglobinemia. En estas situaciones, se requiere cooximetría de sangre arterial utilizando cuatro longitudes de onda de luz para resolver las cuatro formas de hemoglobina (Wemple et al., 2023a).

La pulsioximetría depende de un flujo sanguíneo pulsátil adecuado; por lo tanto, no puede utilizarse en estados de shock de bajo flujo o con dispositivos de asistencia ventricular no pulsátiles si la producción ventricular nativa es una pequeña fracción del gasto cardíaco. Las pulsaciones de sangre venosa con su mayor concentración de desoxihemoglobina que ocurren con una regurgitación grave de la válvula tricúspide pueden causar lecturas de saturación artificialmente bajas. Con hipoxemia arterial profunda (SaO<sub>2</sub><75%), la precisión falla porque la tecnología nunca fue validada en humanos con estas saturaciones. Por último, se aprecia cada vez más que la pulsioximetría puede sobrestimar la saturación de hemoglobina arterial hasta en 5 a 10 puntos porcentuales de saturación de oxígeno, dependiendo de los detalles del dispositivo utilizado en personas con un color de piel más oscura (Wemple et al., 2023a).

### **Toxicidad y Efectos Adversos de la Oxigenoterapia**

Aunque la oxigenoterapia es generalmente un tratamiento seguro, su administración no está exenta de riesgos, especialmente con altas concentraciones o uso prolongado. El oxígeno, como agente químico altamente reactivo, puede producir especies reactivas de oxígeno (ROS) que, cuando su producción excede la capacidad de las enzimas antioxidantes, causan un desequilibrio conocido como "estrés oxidativo", el cual puede dañar ácidos nucleicos, proteínas y membranas lipídicas, resultando en muerte celular. El estrés oxidativo adquiere aún más relevancia con la descripción del denominado "síndrome de hipercitoquinemia hiper inflamatoria" vinculado a la neumonía por SARS-CoV-2 (Iturricastillo et al., 2022; Wemple et al., 2023b; Young & Frei, 2021; Güell Rous, 2025; Pereira et al., 2023; Valencia Gallardo et al., 2022).

### **Hipercapnia Inducida por Oxígeno**

El efecto secundario que más afecta al manejo clínico de los pacientes que precisan OCD es el desarrollo de hipercapnia. El empeoramiento de las relaciones ventilación/perfusión (V/Q) secundario a la inhibición de la vasoconstricción hipóxica y del estímulo hipóxico a nivel de los quimiorreceptores centrales, son los mecanismos principales que lo condicionan (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022; Wemple et al., 2023b).

En pacientes con EPOC, la hipoxemia es resultado de una baja presión parcial de oxígeno alveolar (PA O<sub>2</sub>) en regiones con baja relación ventilación-perfusión (V/Q). Para minimizar los efectos de estas regiones de bajo V/Q en la contribución a la hipoxemia, dos respuestas de la circulación pulmonar, la vasoconstricción pulmonar hipóxica (VPH) y la vasoconstricción pulmonar hipercápnica, desvían el

flujo sanguíneo a las regiones mejor ventiladas. Cuando la PAO<sub>2</sub> se incrementa con oxígeno suplementario, la VPH se reduce marcadamente, aumentando la perfusión a estas regiones y generando así unidades con una relación V/Q aún menor, ahora enriquecidas en oxígeno, pero menos capaces de eliminar CO<sub>2</sub>. El aumento en la perfusión a estas unidades se produce a expensas de las unidades mejor ventiladas, que ahora no eliminan tanto CO<sub>2</sub> como antes, lo que lleva a hipercapnia (Wemple et al., 2023b).

Una causa adicional es la reducción del efecto Haldane, que es el aumento de la capacidad de la sangre desoxigenada para transportar más CO<sub>2</sub> que la sangre oxigenada. A medida que la hemoglobina se desoxigena, se une a más protones (H<sup>+</sup>) y CO<sub>2</sub> como carbamatos. En cuanto la concentración de desoxihemoglobina disminuye con la oxigenoterapia, la capacidad de amortiguación de CO<sub>2</sub> y H<sup>+</sup> se reduce, disminuyendo la capacidad de transporte de CO<sub>2</sub> de la sangre venosa con el consiguiente aumento de PaCO<sub>2</sub> (Wemple et al., 2023b).

El riesgo de prescribir oxígeno en pacientes con hipercapnia es muy elevado, dado que esta puede empeorar la situación clínica al incrementar la PaCO<sub>2</sub> y conducir a una situación de coma o incluso muerte. Por ello, al administrar O<sub>2</sub> suplementario a aquellos con retención crónica de CO<sub>2</sub> o en riesgo, especialmente cuando están muy hipoxémicos y exhaustos, es importante una titulación cuidadosa de FiO<sub>2</sub> para lograr una meta de SpO<sub>2</sub> de 88 a 92%. De hecho, un ensayo controlado demostró una mayor mortalidad en pacientes con exacerbación de EPOC cuando recibían oxigenoterapia no ajustada a valores de SpO<sub>2</sub> entre 88 y 92%. La presencia de hipercapnia nocturna secundaria a la oxigenoterapia puede acentuar la disfunción muscular, disminuir la contractilidad del diafragma y favorecer el desarrollo de fatiga muscular. Además, puede influir en la contractilidad cardíaca, favoreciendo la presencia de arritmias y lesiones estructurales a nivel del miocardio. Finalmente, la hipercapnia puede producir disminución de las resistencias vasculares cerebrales con aumento de la presión intracraneal, potenciando la hipoxia tisular cerebral (Wemple et al., 2023b; Young & Frei, 2021; Valencia Gallardo et al., 2022).

### **Toxicidad Pulmonar**

Otro efecto secundario de la oxigenoterapia es la toxicidad pulmonar. El oxígeno puede producir daño pulmonar directo al provocar atelectasias de reabsorción por reducción de la concentración intraalveolar de nitrógeno, y daño pulmonar difuso (agudo y crónico) por la liberación de radicales libres. Dichas complicaciones son propias de la administración prolongada de oxígeno a altas concentraciones. Este tipo de alteraciones son dependientes de las dosis y se relacionan tanto con la presión parcial de oxígeno (pO<sub>2</sub>) como con el tiempo de exposición. Solo en los casos de daño pulmonar crónico (con proliferación capilar, fibrosis intersticial, hiperplasia epitelial y hemorragia) las lesiones observadas son irreversibles. En el tratamiento con OCD se utilizan flujos bajos de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) <0.5) que se pueden tolerar durante semanas. A pesar de ello, se han descrito casos de pacientes con OCD que han presentado cambios histológicos relacionados con toxicidad por oxígeno. De la misma manera la hiperoxemia de menor duración también se asocia con una mayor morbilidad, y el aporte excesivo de oxígeno puede deteriorar el intercambio gaseoso al incrementar el estrés oxidativo y la inflamación (efecto Lorrain-Smith) (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022; Wemple et al., 2023b; Valencia Gallardo et al., 2022; Young & Frei, 2021).

### **Toxicidad en Otros Órganos y Sistemas**

La hiperoxia puede producir toxicidad más allá de los pulmones. Se ha sugerido una asociación entre el aumento de la mortalidad y la hiperoxia después de una reanimación cardiopulmonar (RCP) exitosa, donde pacientes hiperoxémicos con PaO<sub>2</sub> superior a 300 mmHg después de la RCP tuvieron una mayor probabilidad de muerte intrahospitalaria. El aumento de la mortalidad se atribuyó al daño por reperfusión hiperóxica mediado por ROS, lo que empeora la función del sistema nervioso central después del paro cardíaco. Un estudio reciente también describió un aumento de la mortalidad en pacientes con hiperoxemia inmediatamente después de la intubación en urgencias, que se correlacionó con el grado de elevación de la PaO<sub>2</sub> (Wemple et al., 2023b; Young & Frei, 2021).

En pacientes con lesión cerebral y accidente cerebrovascular, no parece haber ningún beneficio en proporcionar oxígeno a pacientes que no estaban hipoxémicos. Un estudio realizado en un solo centro de trauma encontró mayor mortalidad y puntuaciones más bajas en la escala de coma de Glasgow al alta en pacientes con lesiones cerebrales traumáticas expuestos a hiperoxia (PaO<sub>2</sub>>200 mmHg) en comparación con normoxia. Otro estudio de pacientes tratados con oxígeno hiperbárico mostró peores resultados neurológicos (Wemple et al., 2023b; Young & Frei, 2021).

En el caso del infarto agudo de miocardio (IAM), el oxígeno suplementario es una terapia de uso común, aunque su uso en este contexto es controvertido. Cuando se trata a pacientes con IAM que están hipoxémicos, el oxígeno está indicado, ya que puede salvar vidas. Empero, en ausencia de hipoxemia el beneficio del oxígeno suplementario tradicional no está claro. Los posibles efectos deletéreos de la hiperoxia en el IAM incluyen vasoconstricción coronaria, mala distribución del flujo sanguíneo microcirculatorio, un aumento del shunt funcional de O<sub>2</sub>, una reducción del consumo de oxígeno y un mayor daño por ROS en áreas sometidas a reperfusión exitosa (Wemple et al., 2023b; Young & Frei, 2021).

### Otros Efectos Adversos

Otros efectos adversos que pueden influir en el cumplimiento del tratamiento son la congestión y la irritación de la mucosa nasal, la epistaxis, el eccema de contacto por el material con el que se realizan las cánulas nasales y los efectos psicológicos y sociales (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022). En último lugar, existe el riesgo de los incendios y de explosiones, más frecuentemente cuando el enfermo continúa fumando. El oxígeno líquido puede producir quemaduras con la manipulación de la fuente o si existen fugas en el sistema (Güell Rous, 2025; Mo et al., 2022).

### DISCUSIÓN

La oxigenoterapia es una intervención terapéutica ubicua en el ámbito de la medicina, desde la atención primaria hasta las unidades de cuidados intensivos. La evidencia acumulada a lo largo de décadas subraya su papel insustituible en el tratamiento de la hipoxemia y la mejora de la supervivencia y calidad de vida en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica. Igualmente, la complejidad de su administración y los riesgos asociados a una prescripción inadecuada exigen una comprensión profunda de su fisiología y un abordaje especializado (Ingelfinger et al., 2021; Iturricastillo et al., 2022; Wemple et al., 2023b; Güell Rous, 2025; Young & Frei, 2021).

Los estudios fundacionales, como el NOTT y el MRC, establecieron las bases para la indicación de la oxigenoterapia continua a domicilio en la EPOC hipoxémica severa. Estos ensayos, aunque realizados hace décadas, siguen siendo la piedra angular de las guías actuales, demostrando un claro beneficio en la mortalidad y la reducción de hospitalizaciones. La extensión de estas indicaciones a otras enfermedades crónicas, como la hipertensión pulmonar y la fibrosis quística, se ha realizado por analogía y por la observación de beneficios sintomáticos, si bien la evidencia de supervivencia a largo plazo en estas condiciones puede ser menos robusta. Esto resalta la necesidad de más investigación

específica para estas poblaciones de pacientes (Güell Rous, 2025; Wemple et al., 2023b; Iturricastillo et al., 2022).

La distinción entre hipoxia e hipoxemia es fundamental para una intervención terapéutica adecuada. La hipoxemia, medible por gasometría arterial, es el objetivo directo de la oxigenoterapia. No obstante, la hipoxia tisular puede tener múltiples causas más allá de la PaO<sub>2</sub> baja, incluyendo el bajo gasto cardíaco o la anemia, que requieren tratamientos concomitantes y específicos. La pulsioximetría, a pesar de ser una herramienta valiosa para la detección rápida y el seguimiento no invasivo, no reemplaza la gasometría arterial para el diagnóstico definitivo de la IR o la evaluación de la hipercapnia, un aspecto crítico en pacientes con EPOC (Güell Rous, 2025; Wemple et al., 2023a).

El ajuste individualizado del flujo de oxígeno, tanto en reposo como durante el sueño y el ejercicio, es un pilar de la oxigenoterapia efectiva. La evidencia sugiere que la titulación del oxígeno durante el ejercicio puede mejorar la capacidad funcional y la disnea, aunque su impacto en la supervivencia es menos claro. Los concentradores portátiles, a pesar de sus ventajas en movilidad, presentan desafíos en la precisión del flujo (pulsos/minuto versus litros/minuto) y requieren una evaluación cuidadosa para asegurar una oxigenación adecuada, especialmente durante el esfuerzo (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022).

La toxicidad por oxígeno es una preocupación real, especialmente en entornos de cuidados agudos donde se utilizan concentraciones elevadas. El fenómeno de la hipercapnia inducida por oxígeno en pacientes con EPOC es un ejemplo paradigmático de la necesidad de un equilibrio delicado en la entrega de oxígeno. Los mecanismos fisiológicos subyacentes, como la abolición de la vasoconstricción pulmonar hipóxica y el efecto Haldane, son complejos y justifican la recomendación de objetivos de SpO<sub>2</sub> más conservadores (88-92%) en esta población. La oxigenoterapia sin una titulación adecuada en estos pacientes puede llevar a una exacerbación de la hipercapnia, con graves consecuencias. Además, los riesgos de atelectasias por absorción y el estrés oxidativo a nivel pulmonar refuerzan la importancia de utilizar la menor FiO<sub>2</sub> posible para lograr la oxigenación deseada (Güell Rous, 2025; Iturricastillo et al., 2022; Wemple et al., 2023b; Valencia Gallardo et al., 2022; Young & Frei, 2021).

La constante evolución tecnológica ha introducido nuevos dispositivos, como las cánulas nasales de alto flujo (CNAF), que han demostrado ser prometedoras en el manejo de la insuficiencia respiratoria aguda, reduciendo la necesidad de intubación en ciertas poblaciones. Su capacidad para entregar flujos elevados de gas humidificado y calentado, junto con la generación de una PEEP modesta, ofrece ventajas fisiológicas significativas. Las CNAF han sido ampliamente aplicadas en pacientes críticos, incluyendo aquellos con fracaso respiratorio hipercápnico (intolerancia a la ventilación no invasiva) y fracaso respiratorio hipoxémico leve-moderado. Su uso durante la intubación y en el periodo postoperatorio ha mostrado mejorar la oxigenación y disminuir la necesidad de reintubación. Similarmente, su uso debe ser monitorizado de cerca, y la investigación futura deberá precisar aún más sus indicaciones y la relación costo-efectividad. Es importante reconocer que, aunque HFNO puede corregir la hipoxemia, no siempre corrige la causa subyacente, como las atelectasias, debido a su bajo nivel de presión en la vía aérea (Ingelfinger et al., 2021; González-Castro et al., 2022; Jiménez García et al., 2020; Pereira et al., 2023; Young & Frei, 2021).

Para finalizar, el oxígeno es un fármaco y, como tal, debe ser prescrito con la misma rigurosidad que cualquier otro medicamento. La formación continua del personal médico y de enfermería en los principios de la oxigenoterapia, la interpretación de los gases arteriales, el uso adecuado de los dispositivos y la identificación de los signos de toxicidad es fundamental. La prescripción debe ser una decisión individualizada, teniendo en cuenta el estado clínico del paciente, sus comorbilidades y sus preferencias (Iturricastillo et al., 2022; Wemple et al., 2023b; Güell Rous, 2025; Young & Frei, 2021).

## CONCLUSIÓN

La oxigenoterapia es una intervención fundamental en el manejo de diversas condiciones clínicas en pacientes adultos, desde situaciones agudas hasta terapias a largo plazo. Su correcta aplicación, basada en un conocimiento profundo de los dispositivos disponibles, las indicaciones clínicas precisas y las complejas consideraciones fisiológicas, es crucial para optimizar los resultados y minimizar los riesgos de toxicidad. La evolución tecnológica, con la aparición de dispositivos como las cánulas nasales de alto flujo, ha ampliado las opciones terapéuticas, mejorando la comodidad del paciente y la eficacia del tratamiento. A pesar de su ubicuidad, la oxigenoterapia debe ser considerada y prescrita con el mismo rigor que cualquier otro fármaco, asegurando una medicación individualizada y un monitoreo continuo para maximizar sus beneficios y evitar complicaciones como la hipercapnia inducida por oxígeno o el daño pulmonar.

## REFERENCIAS

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2024). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD 2025 Report.

González-Castro, A., Cuenca Fito, E., Fernandez-Rodriguez, A., Escudero Acha, P., Rodríguez Borregán, J. C., & Peñasco, Y. (2022). Oxigenoterapia de alto flujo en el tratamiento de la neumonía por síndrome respiratorio agudo grave por coronavirus tipo 2. *Medicina Intensiva*, 46(2), 94–109.

Güell Rous, M. R. (2025). Oxigenoterapia continua a domicilio. *FMC*, 32(5), 256–262.

Hardavella, G., Karampinis, I., Frille, A., Sreter, K., & Rousalova, I. (2019). Oxygen devices and delivery systems. *Breathe*, 15(3), e108–e116.

Ingelfinger, J. R., Rengasamy, S., Nassef, B., Bilotta, F., Pugliese, F., Nozari, A., & Ortega, R. (2021). Administration of Supplemental Oxygen. *The New England Journal of Medicine*, 385(9), e9.

Iturricastillo, G., García Pérez, J., Ávalos Pérez-Urría, E., & García Castillo, E. (2022). Indicaciones de la oxigenoterapia en el paciente ambulatorio e ingresado. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 13(63), 3741–3746.

Jacobs, S. S., Krishnan, J. A., Lederer, D. J., Ghazipura, M., Hossain, T., Tan, A. Y. M., et al. (2020). Home Oxygen Therapy for Adults With Chronic Lung Disease: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 202(8), e121–e141.

Jiménez García, M. J., Castellanos González, R., Martín Ventura, S., & Palacios Muñoz, C. (2020). Oxigenoterapia nasal de alto flujo en anestesia. Revisión. *Revista Electrónica de AnestesiaR*, 12(4), 3.

Lacasse, Y., Tan, A.-Y. M., Maltais, F., & Krishnan, J. A. (2018). Home oxygen in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 197(10), 1254–1264.

Lantis, J. (2020). Oxygen therapy: evidence base. *Journal of Wound Care*, 29(5 Suppl B), S11–S22.

Mo, H., Chung, S. J., Rozen, T. D., & Cho, S. J. (2022). Oxygen Therapy in Cluster Headache, Migraine, and Other Headache Disorders. *Journal of Clinical Neurology*, 18(3), 271–279.

Pereira, L. F. T., Dallagnol, C. A., Moulepes, T. H., Hirota, C. Y., Kutsmi, P., Santos, L. V. dos, Pirich, C. L., Picheth, G. F., Abouzid, M., Verma, A., Kengo, N. E., & Dongola, E. (2023). Oxygen therapy alternatives in COVID-19: From classical to nanomedicine. *Heliyon*, 9(e15500).

Ramadan, A., Ashour, A. R., Sadek, A. M., Zakaria, E., Zakaria, E., Hasan, A. A., Salah, D. A., Abdelfattah, O., Kamal, A., Salah, E., Elettrey, A. M., Abouzid, M., verma, A., Kengo, N. E., & Dongola, E. (2024). Revitalizing respiration: A comprehensive review of oxygen therapy in interstitial lung diseases. *Health Sciences Review*, 13, 100202.

Valencia Gallardo, J. M., Solé Violán, J., & Rodríguez de Castro, F. (2022). Oxigenoterapia. Consideraciones sobre su uso en el enfermo agudo. *Archivos de Bronconeumología*, 58(2), 102–103.

Wemple, M. L., Swenson, K. E., & Swenson, E. R. (2023a). Oxygen Therapy Part 1—History, Physiology, and Evaluation. *NEJM Evidence*, 2(5), EVIDra2300005.

Wemple, M. L., Swenson, K. E., & Swenson, E. R. (2023b). Oxygen Therapy Part 2—Indications and Toxicity. *NEJM Evidence*, 2(7), EVIDra2300111.

Young, P. J., & Frej, D. (2021). Oxygen therapy for critically ill and post-operative patients. *Journal of Anesthesia*, 35(6), 928–938.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .