

1. Actualización de la oxigenoterapia y el uso de la terapia inhalada por vía no invasiva en enfermería

Alba Moreno Obrador

Graduada en enfermería por la Universitat Rovira i Virgili.

RESUMEN

Introducción: La oxigenoterapia consiste en la administración de oxígeno (O₂) con fines terapéuticos mediante sistemas de bajo flujo y de alto flujo. La vía inhalatoria también es una vía de administración de fármacos muy utilizada últimamente. Para evitar complicaciones y lograr una evolución positiva de la patología a tratar, estas técnicas deben ser realizadas de forma adecuada, así como ejecutar una correcta educación sanitaria al paciente y saber escoger el dispositivo de administración más ajustado a las necesidades individuales de cada paciente. La formación continua en enfermería es una responsabilidad profesional.

Objetivo: Comprender qué es la oxigenoterapia y la inhaloterapia, así como el correcto uso de los dispositivos que integran estas terapias.

Metodología: Revisión bibliográfica. Se consultaron diferentes bases de datos: Medline, Dialnet, Google Scholar y PubMed. Se escogieron artículos en castellano, portugués y/o inglés que cumplen criterios de calidad. Lectura y análisis crítico de la información recogida.

Desarrollo: El oxígeno es considerado un fármaco. La clínica, la gasometría arterial y la pulsioximetría permiten saber cuándo retirarlo para evitar posibles efectos adversos. Con los dispositivos de bajo flujo no se consigue proporcionar todo el gas inspirado, y cantidad del volumen inspirado es cogido del medio ambiente. Los dispositivos de alto flujo aportan el requerimiento inspiratorio total del paciente. La oxigenoterapia domiciliaria prolonga la vida del paciente hipoxémico, mejora la tolerancia al ejercicio y previene el deterioro clínico ocasionado por la insuficiencia respiratoria. Los dispositivos más recomendados para la administración de medicación por vía inhalatoria son los inhaladores, sin embargo, muchos requieren nebulizaciones.

Conclusiones: El oxígeno es considerado un fármaco, por lo que es importante cumplir con sus indicaciones y conocer sus efectos adversos. Hay que iniciar el suministro de oxígeno como primera estrategia de tratamiento en los pacientes con hipoxemia. Las características de cada paciente se de-

ben tener en cuenta para elegir el dispositivo más idóneo para administrar oxígeno, inhalaciones o nebulizaciones. Considerando también los posibles beneficios de su uso en el domicilio, corroborados en el EPOC. Cuando administramos medicación a través de la vía inhalatoria conseguimos obtener el efecto objetivo con una dosis de fármaco inferior, disminuyendo el riesgo de efectos adversos.

Palabras clave: Oxigenoterapia, inhaloterapia, oxígeno domiciliario, dispositivos de oxígeno, dispositivos de inhaloterapia, educación sanitaria.

ABSTRACT

Introduction: Oxygen therapy consists of the administration of oxygen (O₂) for therapeutic purposes through low flow and high flow systems. The inhalation route is also a widely used drug route of late. To avoid complications and achieve a positive evolution of the pathology to be treated, these techniques should be performed appropriately, as well as implementing a correct health education for the patient and knowing how to choose the management device most suited to the individual needs of each patient. Continuing training in nursing is a professional responsibility.

Objective: To understand what oxygen therapy and inhalotherapy are, as well as the correct use of the devices that integrate these therapies.

Methodology: Bibliographic review. Different databases were consulted: Medline, Dialnet, Google Scholar and PubMed. Articles were chosen in Spanish, Portuguese and/or English that meet quality criteria. Reading and critical analysis of the information collected.

Development: Oxygen is considered a drug. The clinic, arterial blood gas and pulse oximetry allow to know when to remove it to avoid possible adverse effects. Low flow devices do not provide all the inspired gas, and amount of the inspired volume is taken from the environment. High flow devices provide the patient's total inspiratory requirement. Home oxygen therapy prolongs the life of the hypoxemic patient, improves exercise tolerance and prevents clinical deterioration caused by respiratory failure. The most recommended devices for administering medication by inhalation are inhalers, however, many require nebulizations.

Conclusions: Oxygen is considered a drug, so it is important to comply with its indications and know its adverse effects. Oxygen supply should be initiated as the first treatment strategy in patients with hypoxemia. The characteristics of each patient should be taken into account to choose the most suitable device to administer oxygen, inhalations or nebulizations. Considering also the possible benefits of its use in the home, corroborated in COPD. When we administer medication through the inhalation route we get the objective effect with a lower dose of drug, decreasing the risk of adverse effects.

Keywords: Oxygen therapy, inhalotherapy, home oxygen, oxygen devices, inhalotherapy devices, health education.

INTRODUCCIÓN

Aunque ya hace mucho tiempo que el oxígeno es utilizado con fines terapéuticos, en concentraciones mayores que la presente en la mezcla de gases del ambiente, son muchos los médicos y enfermeras que carecen de conocimientos y utilizan prácticas inapropiadas. A través de la vía inhalatoria también se pueden administrar diferentes sustancias y fármacos directamente en las vías respiratorias, se ha incrementado en las últimas décadas el uso de esta vía de administración de sustancias, sin embargo, hay una falta de información presente en los profesionales sanitarios.

En el Código Deontológico de la Enfermería Española, así como en la Ley 16/2003 de 28 de mayo sobre la cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud, se indica que los profesionales de enfermería estén actualizados y cualificados en los cuidados. Al igual que todas las herramientas terapéuticas, la oxigenoterapia y la inhaloterapia evoluciona a lo largo del tiempo, es por eso que los profesionales sanitarios deben estar informados de dichas actualizaciones para saber hacer un uso adecuado de la oxigenoterapia y la inhaloterapia.

Cada dispositivo de administración de fármacos inhalados precisa una técnica de administración diferente. La eficacia de la terapia inhalatoria depende de su correcta utilización, es indispensable enseñar la técnica al paciente y conocer los distintos factores que influyen en la correcta absorción del aerosol en la vía aérea. Se debe tener siempre presente la importancia de potenciar el autocuidado y autonomía del paciente a través de la educación

El oxígeno también puede ser suministrado de forma continua e indefinida en el domicilio de pacientes con insuficiencia respiratoria crónica, son numerosos los beneficios de esta terapia en algunas patologías, especialmente el EPOC, pudiendo prolongar la vida del paciente hipoxémico, mejorar la tolerancia al ejercicio y prevenir el deterioro clínico ocasionado por la insuficiencia respiratoria. Es fundamental concienciar al paciente de la importancia que tiene la adherencia al tratamiento y el conocimiento de las posibles complicaciones, y los posibles síntomas y signos que sugieren una urgencia vital. La falta de educación sanitaria en los usuarios de la oxigenoterapia domiciliaria y sus familiares, supone una problemática para el adecuado uso de esta terapia, y así minimizar los peligros o efectos adversos que se puedan producir.

Además, es imprescindible saber cuándo la oxigenoterapia ya no es necesaria e intentar reducir la cantidad de oxígeno aportada a los pacientes. Tanto la hipoxemia como la hiperoxemia tienen consecuencias más allá de la toxicidad pulmonar por oxígeno. Es por eso que es importante ser cautos en la administración de este gas inhalado. Tenemos diversos dispositivos y técnicas que nos permiten monitorizar parámetros determinantes en la retirada o disminución del flujo de oxígeno administrado.

La elección de realizar una búsqueda bibliográfica sobre este tema, y recoger la información más relevante sobre los dispositivos, técnica de administración, efectos adversos de estas terapias, nace precisamente del interés por la oxigenoterapia y inhaloterapia, y la idea de que los profesionales

de salud carecen de información importante en este ámbito para poder llevar a cabo un adecuado tratamiento y educación para la salud en el paciente. La formación continua en enfermería es una responsabilidad profesional.

OBJETIVOS

- a. Comprender qué es la oxigenoterapia y el estado actual del uso de esta terapia por vía no invasiva
 - Describir y comparar los diferentes dispositivos de administración de oxigenoterapia e indicar su adecuado uso.
 - Definir las indicaciones del uso de la oxigenoterapia.
 - Identificar las complicaciones de la oxigenoterapia.
- b. Desarrollar las principales características de la inhaloterapia mediante vía no invasiva
 - Estimar las principales indicaciones e ventajas de las distintos dispositivos.
 - Justificar la educación enfermera en el uso de los inhaladores y las nebulizaciones e indicar los principales errores.

METODOLOGÍA

El trabajo *“Actualización de la oxigenoterapia y el uso de la terapia inhalada por vía no invasiva en enfermería”* se ha estado llevando a cabo durante tres meses. Se ha realizado una revisión bibliográfica basada en la evidencia científica existente actualmente sobre la oxigenoterapia e inhaloterapia.

Para la elaboración del trabajo se ha buscado información en las siguientes bases de datos: Medline, Dialnet, Google Scholar y PubMed. Seleccionando un total de 27 documentos comprendidos entre el 2010 y 2021. La mayoría de los documentos están publicados a partir del año 2016. Los idiomas en los que son redactados son el inglés, español o francés.

Las palabras clave que se utilizaron fueron: Oxigenoterapia, toxicidad, oxigenoterapia domiciliaria, monitorización, dispositivos, inhaloterapia, nebuloterapia.

Para la selección de los artículos se ha priorizado que la mayoría de los seleccionados fuesen publicados a partir del 2016. Sin embargo, se han seleccionado artículos que han parecido relevantes para el trabajo publicados a partir del año 2010. Los documentos seleccionados proporcionan información importante acerca del papel de enfermería en el manejo de la oxigenoterapia e inhaloterapia. Se excluyeron los artículos que no permitían el acceso al texto completo.

DESARROLLO

Oxigenoterapia

La oxigenoterapia es el uso terapéutico de *oxígeno* (O₂) en concentraciones mayores a la del aire ambiental (21%).

La oxigenoterapia es un tratamiento que ya apareció hace muchos años, pero continúa considerándose una de las medidas más relevantes en el tratamiento de los pacientes con insuficiencia respiratoria. El objetivo principal es la prevención o la reversión de las consecuencias de la hipoxemia, y consecuentemente mejorar la oxigenación tisular, garantizando las necesidades metabólicas del organismo. Este tratamiento no invasivo precisa de prescripción médica, y es de gran importancia clínica.^{1,5}

Los principales objetivos de la oxigenoterapia son disminuir o prevenir la hipoxemia, prevenir o corregir la hipoxia y mejorar la oxigenación.^{1,5}

La hipoxemia se define como la disminución del contenido de oxígeno en sangre arterial, con *presión arterial de oxígeno* (PaO₂) inferior a 80 mmHg. Esta cifra corresponde con una saturación de hemoglobina del 90%. La PaO₂ es el principal parámetro que evalúa la función pulmonar, ya que es la función intercambiadora de gases del pulmón que mayormente determina su valor.¹

No todos los individuos toleran de la misma manera la hipoxemia, la tolerancia varía entre individuos. Las manifestaciones clínicas son inespecíficas, aparecen en función del nivel de actividad del sujeto, las condiciones físicas del sujeto, y de si la hipoxemia es de carácter agudo o crónico.¹

Cuando la hipoxemia es de instauración lenta, habitualmente en enfermedades crónicas pulmonares y cardíacas, los mecanismos de compensación tienen más tiempo para desarrollarse de forma eficaz. Sin embargo, si la PaO₂ disminuye de forma inmediata, las alteraciones que se producen son más graves.¹

Cuadro 1. Síntomas y signos de hipoxemia.¹

Síntomas	Signos
<ul style="list-style-type: none"> Disnea Fatiga Cefalea Alteración del estado de conciencia 	<ul style="list-style-type: none"> Taquipnea Incoordinación toracoabdominal Cianosis, palidez Taquicardia Hipertensión arterial Hipotensión y bradicardia en fase tardía

Los siguientes criterios son útiles para determinar la gravedad de la hipoxemia:

Cuadro 2. Criterios para determinar la gravedad de la hipoxemia.^{1,5}

Hipoxemia moderada	Hipoxemia importante	Hipoxemia grave	Riesgo de muerte inminente
PaO ₂ sobre 60 mmHg	La PaO ₂ está entre 40 y 60 mmHg	La PaO ₂ cae bajo 40 mmHg. Debe temerse daño miocárdico y cerebral	La PaO ₂ es menor de 20 mmHg

Algunas de las causas que pueden producir una disminución de la presión parcial del oxígeno inspirado son:¹

- *La disminución de la presión barométrica o presión atmosférica:* alturas por encima de 3000 metros del nivel del mar.
- *Disminución de la cantidad de oxígeno en el aire que se inspira:* consumo del O₂ por respiración en espacios cerrados como minas, equipos de inmersión, aparatos de o en procesos de combustión, en caso de incendios, estufas.
- *Desplazamiento del O₂ por gases inertes o tóxicos:* metano, nitrógeno. Es muy frecuente en minas o pozos.

La hipoxemia también puede ser secundaria a una reducción de la ventilación alveolar. Las patologías clínicas más típicas de esta situación son el síndrome de obesidad-hipoventilación, las enfermedades neuromusculares y la depresión del centro respiratorio por fármacos.¹

El mecanismo principal de la alteración del intercambio de gases son los desequilibrios en las relaciones ventilación-perfusión. Es la causa más frecuente de insuficiencia respiratoria crónica y aparece en todas las enfermedades que afectan tanto a las vías respiratorias de pequeño y gran calibre, como el parénquima pulmonar. La enfermedad más propias de esta causa son la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y las enfermedades intersticiales y vasculares.¹

El aumento del cortocircuito intrapulmonar (shunt) es la causa más frecuente de hipoxemia en las enfermedades cardíacas congénitas cianóticas. Es más frecuente en las enfermedades pulmonares agudas, los ejemplos más típicos son el *síndrome del distrés respiratorio agudo* (SDRA) o el edema pulmonar cardiogénico.¹

La hipoxia aparece cuando el oxígeno que se aporta a las células y los tejidos del organismo disminuye, lo que supone que la energía producida sea insuficiente para los requerimientos celulares, comprometiendo las funciones de los órganos. Este aporte depende del contenido de O₂ arterial y del volumen de sangre que llega al tejido.² Cuando existe hipoxemia implica que haya hipoxia tisular, pero ésta no siempre resulta de la hipoxemia arterial.¹

Los posibles desencadenantes a la hipoxia pueden ser:¹

- La disminución de la PaO₂ por alguna de las causas de la hipoxemia.
- La disminución de oxígeno transportado a la sangre: Metahemoglobinemia, anemia, intoxicación por CO.
- El aporte de sangre a los tejidos disminuye:
 - Generalizado: Insuficiencia cardíaca, shock.
 - Localizado: Oclusión venosa o arterial.
- El aumento de líquido celular (edema) causa el trastorno de difusión entre capilar y célula.

- Una intoxicación de los sistemas enzimáticos celulares de oxido-reducción: Intoxicación por cianuro.
- El gasto excesivo de oxígeno en los tejidos: Ejercicio muscular intenso, fiebre alta.

La reversibilidad de las consecuencias causadas por la hipoxia depende del grado y la duración de la hipoxia. Este es el principal motivo por el cual ante un paciente con sospecha de hipoxia, no hay causa que justifique esperar la determinación de gases arteriales para ordenar el suministro inmediato de oxígeno como primera opción de tratamiento. El oxígeno suplementario no trata las causas subyacentes de la hipoxemia, solo se administra para mejorar la oxigenación, por lo que las causas deben diagnosticarse y tratarse con urgencia.⁶

La hipercapnia en criterios clínicos se define como la *presión arterial de anhídrido carbónico* (PaCO_2) mayor a 45 mmHg (6,0 kPa), respirando aire ambiente y a nivel del mar. Cuando se instaura de forma aguda aparece un cuadro de encefalopatía con agitación motora, desorientación, cefalea, diaforesis facial, obnubilación y coma. Sin embargo, los pacientes con hipercapnia crónica, la toleran muy bien, manifestando sólo algunos síntomas como: Una leve somnolencia diurna y asterixis o flapping. En fases avanzadas se produce hipotensión y bradicardia.¹

La *Insuficiencia Respiratoria* (IR) se define cuando los valores de PaO_2 son menores de 60 mmHg (8,0 kPa). Hay tres motivos de ingreso por insuficiencia respiratoria, puede ser aguda, crónica o reagudizada¹:

- Insuficiencia respiratoria aguda (IRA)*: Se establece en un periodo de tiempo muy corto. No permite la producción de mecanismos de compensación, ya que ocurre en minutos, horas.⁷
- Insuficiencia respiratoria crónica (IRC)*: Aparece en un período de tiempo más largo, en días o más tiempo y puede constituir el estadio final de numerosas patologías, tanto extrapulmonares como pulmonares. De esta forma hay tiempo para que los mecanismos de compensación se establezcan.⁷
 - *IRC parcial o hipoxémica*, que resulta de un fallo de la oxigenación. La presencia de hipoxemia, es el valor gaseométrico principal, con cifras normales o bajas de la PaCO_2 .¹
 - *IRC global o hipercapnia*, que resulta de un fallo en la ventilación. La existencia de hipercapnia acompañada siempre de un grado semejante de hipoxemia es el valor gaseométrico principal.¹
- Insuficiencia respiratoria crónica reagudizada*: Se establece en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica que padecen descompensaciones agudas de su patología de base y que hacen que se deteriore el intercambio gaseoso.⁷

Debemos tener en cuenta que la oxigenoterapia aguda contribuye a resolver momentáneamente una situación patológica, pero rara vez es un tratamiento curativo o etiológico, sino una simple «tiritita». Para intentar resolver la pa-

tología de base, tendremos que tratar el problema agudo desde una perspectiva global: Causa, repercusiones, etc.⁶

Dispositivos de administración de la oxigenoterapia

Para administrar el oxígeno de forma adecuada se debe utilizar un dispositivo apropiado de administración. La *fracción inspirada de oxígeno* (FiO_2) se define como la concentración o proporción de oxígeno en la combinación del aire inspirado. Es muy importante conocer la FiO_2 que administramos en la mezcla de gas suministrada. Por ejemplo, cuando la FiO_2 es del 50%, quiere decir que si el volumen corriente de un paciente es de 500 ml está compuesto por 250 ml de oxígeno.¹

Para clasificar los dispositivos de aporte de oxígeno en alto flujo o bajo flujo, dependerá del volumen de oxígeno administrado.

Dispositivos de bajo flujo

El total del gas inspirado no es proporcionado por los dispositivos de bajo flujo, sino que una porción del volumen inspirado es cogido del medio ambiente. El resultado obtenido será una FiO_2 variable que depende del patrón ventilatorio del paciente y del flujo de oxígeno.⁵

› Gafas nasales

Consisten en un sistema muy sencillo de administración de oxígeno y consecuentemente el más utilizado en la oxigenoterapia domiciliaria continua. Son dos cánulas flexibles fabricadas por material plástico que miden cerca de un centímetro de longitud y se introducen en las fosas nasales, se mantienen en su posición fijándose por detrás de las orejas.

Son muy cómodas ya que permiten hablar, comer, expectorar y dormir sin interrupción del aporte de oxígeno. La concentración de oxígeno en el aire inspirado es inestable y depende de varios factores relacionados con el paciente: La frecuencia respiratoria, la anatomía de las fosas nasales y el patrón ventilatorio.

Están indicadas principalmente en pacientes que precisan bajas concentraciones de oxígeno, o patologías como enfermedad aguda o crónica con hipoxemia y oxígeno a domicilio. Puede suministrar una FiO_2 en un rango entre 24% al 36%, en función del volumen por minuto del paciente. Con este sistema, no es recomendable utilizar más de un 32% de FiO_2 , debido a que con fracciones más elevadas se puede producir epistaxis e irritación nasal. Mediante la pulsioximetría identificamos el flujo idóneo. Tenemos que fijar la saturación de O_2 que queremos obtener, y ajustamos el flujo hasta alcanzar dicha SatO_2 . Cuando se aumenta el flujo de oxígeno en 1 l/min (a partir de 1 l/min), aumenta la concentración de oxígeno inspirado en alrededor de un 4%.^{1,3,5}

Los cuidados de enfermería recomendados son^{1,18}:

- Controlar regularmente la posición y ajuste de la cánula nasal en las orejas y las fosas nasales.

- Comprobar que las fosas nasales del usuario estén libres de secreciones y sean permeables.
- Supervisar los puntos de soporte de la cánula, especialmente en mucosa nasal y pabellones auriculares.
- Revisar en cada turno que el flujo prescrito y el suministro de O₂ coincidan.
- Conservar el dispositivo limpio, y si está sucio o deteriorado desecharlo.
- Vigilar que las conexiones funcionen correctamente y que los cables no estén presionados por muebles, ruedas, etc.
- Concienciar de la importancia de la higiene bucal y nasal, así como facilitar la hidratación oral. Es recomendable lubricar las mucosas nasales, pero no se debe utilizar aceite ni vaselina, solo soluciones acuosas. Realizar control de la SatO₂ a través del pulsioxímetro y registrar.
- Si el caudalímetro tiene dos salidas, comprobar que el O₂ circula por el circuito que llega al paciente.
- Errores frecuentes: las gafas se movilizan fuera de las fosas nasales, desconexiones, cables acodados o aprisionados, utilización de alargadores demasiado largos.

Cuadro 3. Relación flujo/minuto y FiO₂ aptos para gafas nasales.¹

Flujo (litro/minuto)	FiO ₂ (%)
1	24
2	28
3	32
4	36

Nasal Cannula

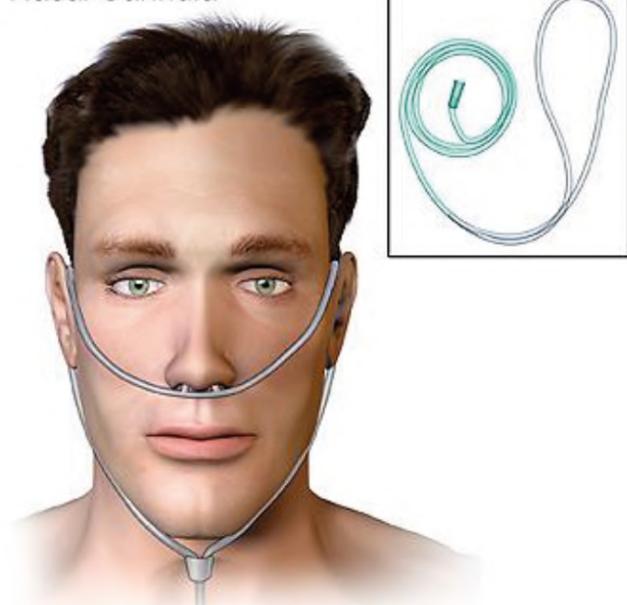


Figura 1. BruceBlas. Sonda nasal en forma de 'gafas' nasales o 'gafas de oxígeno' [Internet]. 2022 [cited 8 January 2022]. Available from: [https://de.wikipedia.org/wiki/Nasensonde#/media/Datei:Nasal_Cannula_\(Adult\).png](https://de.wikipedia.org/wiki/Nasensonde#/media/Datei:Nasal_Cannula_(Adult).png)

› *Mascarilla simple*

Es una mascarilla sencilla y ligera que abarca la nariz, boca y el mentón, tiene un orificio en cada lado que el volumen de aire espirado salga a través de válvulas unidireccionales que impiden que entre aire ambiente durante la inspiración. También tienen una cinta elástica que sirve para ajustar la mascarilla y una barra metálica que se encuentra en la parte superior de la mascarilla y al presionarla, se amolda a la nariz del paciente.^{3,5}

Está indicada en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda que precisan un control de la FiO₂ administrada y en aquellos en los que no se consigue una FiO₂ idónea con otros sistemas de oxigenoterapia. Asimismo también es administrada en concentraciones medianas de oxígeno (FiO₂ 40%) durante traslados en situaciones urgentes. Al utilizarse a menos de 5 litros minuto pueden producir la reinhalación de CO₂, y si el flujo es mayor a 8 l/min no aumentan la concentración de oxígeno inspirado.¹

Entre sus inconvenientes encontramos que es mal tolerada debido a su poca confortabilidad. No permite la alimentación ni la comunicación verbal. Dificulta la expectoración y es muy incómoda en trauma o quemaduras faciales.

Los cuidados de enfermería a tener en cuenta son^{1,3,18}:

- Vigilar la existencia de fugas de aire, especialmente hacia los ojos del paciente.
- Prevenir irritación en la piel y vigilar los puntos de soporte de la máscara y accesorios, con el fin de prevenir heridas y UPP. Proteger con gasas si es necesario.
- Valorar la mucosa oral y nasal e hidratar en caso de ser necesario.
- Controlar que la mascarilla se mantenga en la posición adecuada.
- Revisar que el flujo prescrito y el suministro de O₂ coincidan.
- Comprobar que las conexiones funcionan adecuadamente y que no haya materiales, sillas o mesas que estén presionando las conexiones.
- Conservar el dispositivo limpio, y si está sucio o deteriorado desecharlo.
- Favorecer la higiene nasal y bucal.
- Concienciar de la importancia de la hidratación oral.
- Nunca hay que lubricar las mucosas nasales con vaselina y aceite, hay que utilizar soluciones acuosas. Realizar control de la SatO₂ a través del pulsioxímetro y registrar.
- Los errores más comunes son:
 - Ajustar los flujos en el caudalímetro inferiores a los descritos para la FiO₂ indicada.
 - Creer que si aumentamos el flujo en el caudalímetro, se aumenta consecuentemente la FiO₂ (este hecho solo aumenta el flujo inspiratorio, pero la FiO₂ no varía).

- Pensar que se aumenta la FiO_2 cubriendo con cinta la ventana regulable. De este modo se elimina el efecto Venturi y la mascarilla pasa a hacer la misma función que un sistema de bajo flujo en el que el paciente no puede complacer su demanda de flujo inspiratorio incorporando aire ambiente.¹

Cuadro 4. Relación flujo/minuto y FiO_2 aptos para mascarilla simple.¹

Flujo (litro/minuto)	FiO_2 (%)
5-6	40
7-8	50
9-10	60



Figura 2. Nursing. Mascarilla simple [Internet]. 2010 [cited 10 November 2021]. Available from: <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=S0212538210703666&r=40>

› **Mascarilla de oxígeno con reservorio**

Al igual que la mascarilla simple, es sencilla y ligera abarca la nariz, boca y el mentón, tiene un orificio a cada lado que hacen posible la salida del volumen de aire espirado a través de unas válvulas unidireccionales que impiden la entrada de aire ambiente durante la inspiración. Se le añade una bolsa reservorio tiene una capacidad de 750 cc.^{3,18}

Es útil cuando se quiere administrar oxígeno a altas concentraciones, se logran altos niveles de $FiO_2 > 60\%$. El flujo debe ser mayor de 10-15 l/min para que la bolsa de reservorio se mantenga llena y garantizar el aporte de O_2 a altas concentraciones.

Está indicada en pacientes que precisan un control estricto de la FiO_2 , pacientes en estado crítico, con insuficiencia respiratoria grave o intoxicación por monóxido de carbono, administración de gases anestésicos o al haberles retirado la ventilación mecánica. Entre sus contraindicaciones encontramos a los pacientes con hipercapnia.¹

Algunas de sus ventajas son las altas concentraciones de O_2 que permite administrar, el buen resultado del tratamiento a corto plazo, permitir mantener al paciente sin intubación, su precisión para el control de la FiO_2 y su bajo coste. Además es útil en el traslado de pacientes.¹

Entre sus inconvenientes encontramos que es mal tolerada por los pacientes, incómoda en trauma o quemaduras faciales, dificulta la expectoración, y puede producir resequead

o irritación en los ojos. No debe usarse más de 4 horas por riesgo a provocar retención de CO_2 . La mascarilla puede quedar comprimiendo los globos oculares, es importante prevenirlo ya que puede producir úlceras corneales.¹⁸

Hay dos tipos las mascarillas con reservorio; de reinhalación parcial y la mascarilla con reservorio de no reinhalación.³

- En la mascarilla con reservorio de reinhalación parcial la concentración de oxígeno obtenida es de aproximadamente entre el 35% y el 60%. Está indicada en procesos de hipoxia moderada. En el reservorio se concentra hasta un tercio del aire exhalado por el paciente y oxígeno.
- Se diferencian en que en la mascarilla de no reinhalación el aire exhalado no entra en el reservorio. Posibilita FiO_2 mayores del 80% y es útil en hipoxemia severa. Sin embargo, se debe revisar el correcto funcionamiento de las válvulas.

Los cuidados de enfermería son los siguientes^{3,18}:

- Vigilar que el aire no fugue, especialmente hacia los ojos del paciente.
- Controlar que la mascarilla se encuentre bien adecuada a la cara del paciente. Revisar los puntos de sujeción de la máscara y accesorios, con el fin de prevenir heridas y UPP. Proteger con gasas u otros métodos si fuera necesario.
- Revisar que el flujo prescrito y el suministro de O_2 coincidan.
- Conservar el dispositivo limpio, y si está sucio o deteriorado desecharlo.
- Comprobar que no hay desconexiones, sobre todo si se usan alargaderas, que funcionan correctamente y que los cables no están presionados por mesas, sillas u otros materiales de la habitación.
- Prevenir irritación en la piel y la aparición de úlceras por presión. Valorar la mucosa oral y nasal. Favorecer la higiene nasal y bucal. Facilitar la hidratación oral. Lubricar con soluciones acuosas las mucosas nasales, no utilizar nunca aceite ni vaselina.
- Realizar control de la $SatO_2$ con un pulsioxímetro y registrar.

Cuadro 5. Relación flujo/minuto y FiO_2 aptos para mascarilla reservorio.

Flujo (litro/minuto)	FiO_2 (%)
10-15 (reinhalación parcial)	60-80
10-15 (no reinhalación)	90-100

- **Dispositivos de alto flujo.** Con los dispositivos de alto flujo se consigue aportar el requerimiento inspiratorio total del paciente. La mayoría, utilizan el sistema Venturi, éste se basa en el principio de Bernoulli, por el cual el equipo mezcla en forma homogénea el O_2 con aire ambiental a través de dos orificios. Es decir, por un orifi-



Figura 3. BruceBlas. Sonda nasal en forma de ‘gafas’ nasales o ‘gafas de oxígeno’ [Internet]. 2022 [cited 8 January 2022]. Available from: [https://de.wikipedia.org/wiki/Nasensonde#/media/Datei:Nasal_Cannula_\(Adult\).png](https://de.wikipedia.org/wiki/Nasensonde#/media/Datei:Nasal_Cannula_(Adult).png)

cio central pasa a alta velocidad un flujo de oxígeno que arrastra gas ambiental a través de otro orificio dentro de la corriente. Consecuentemente, el flujo total de salida será la suma del flujo puesto en el caudalímetro más el flujo de aire ambiente arrastrado por succión de los alrededores de la mascarilla.¹⁻³ Otros, como el catéter nasal de alto flujo, realizan la mezcla a través de un mezclador.

Son independientes del patrón respiratorio del paciente, la FiO₂ administrada al paciente es conocida.

➤ **Mascarilla tipo Venturi**

Sus características son iguales a las de la mascarilla simple, pero se diferencian en que la tipo Venturi en su parte inferior tiene una ventana regulable que permite controlar la cantidad de O₂ que se está administrando. En el dispositivo suele venir indicado el flujo que hay que seleccionar en el caudalímetro para conseguir la FiO₂ objetivo de O₂. Casi

todos los sistemas de alto flujo utilizan el mecanismo Venturi, que se basa en el principio de Bernoulli. Se especifica la FIO₂ fija a administrar mediante un dispositivo que permite una combinación de O₂ y aire ambiente. Dependen del diámetro del orificio de comunicación las concentraciones obtenidas. Estas serán variables y estarán entre 24, 28, 31, 35, 40 y 50 %. Del 24% al 40% aplicando flujos de O₂ entre 4 y 8 L/min y del 40% al 50% empleando una velocidad de flujo de 10 a 12 l/min.¹

Los flujos que debemos seleccionar para cada FiO₂ posible, se han de escoger en función de la mascarilla a utilizar. Con cada combinación en la tabla se refleja un número resultante, que es el flujo inspiratorio que se consigue. La regulación de la mascarilla es correcta cuando este número es mayor a 30 l/min, quiere decir que se ha superado la demanda de flujo inspiratorio del paciente. En la tabla de abajo se refleja que si regulamos la mascarilla al 40% y ponemos 3 l/min en el caudalímetro, el número resultante es 13, sin duda es deficiente. Si seguimos esta tabla necesitaremos para esa FiO₂ al menos 9 l/min.¹

Las ventajas de la Mascarilla Venturi son que suministra una concentración precisa de oxígeno sin depender del patrón respiratorio del paciente y aun cuando la llave del flujómetro se mueve accidentalmente. También, no produce sequedad de mucosas. Este mecanismo logra ofrecer altos flujos de gas manteniendo una FIO₂ fija. El exceso de gas y el CO₂ respirado se escapa de la máscara por el agujero perforado impidiendo así la inhalación de CO₂.^{1,3,18}

Entre sus desventajas encontramos que puede irritar la piel, dar sensación de calor y confinamiento. Si no está bien ajustada, la concentración de oxígeno puede alterarse. No es posible comer con la mascarilla en funcionamiento, y al ser cerrada se pueden acumular secreciones mucosas dentro de la misma. Una vez estabilizados los pacientes que utilizan mascarilla Venturi hay que plantearse cambiar a gafas nasales.^{1,3,18}

Los cuidados de enfermería correspondientes son^{3,18}:

- Controlar que no haya posibles fugas de aire, concretamente hacia los ojos del usuario.

	3 l/min	6 l/min	9 l/min	12 l/min	15 l/min
24 %	79	158			
26 %	47	95	142		
28 %	34	68	102	136	
31 %	24	47	71	95	118
35 %	17	34	51	68	84
40%	13	25	38	50	63
50 %	8	16	25	32	41

Figura 4. Chiner E, Giner J. Tabla orientativa de los flujos que debemos utilizar en una máscara Venturi para cada FiO₂ posible. 2014. [Internet]. 2022 [cited 8 January 2022]. Available from:https://issuu.com/separ/docs/manual_29_sistemas_de_oxigenoterapi?e=3049452/7299084

- Vigilar regularmente que la mascarilla se encuentre adecuada en la cara de forma correcta.
- Valorar los puntos de soporte de la mascarilla y accesorios, con el fin de prevenir heridas y úlceras por presión. Proteger con gafas u otros mecanismos.
- Revisar que el flujo prescrito coincida con el suministro de O₂ de forma frecuente.
- Si situamos al usuario en posición de fowler, mejoraremos la respiración.
- Controlar que el dispositivo esté limpio, y desecharlo en caso de que se encuentre en mal estado.
- Valorar la mucosa nasal y oral. Favorecer la higiene nasal y bucal. Concienciar de la importancia de la hidratación oral.
- Realizar control regular de la SatO₂ con el pulsioxímetro y registrar.
- Hay que regular la velocidad de flujo de oxígeno como mínimo de 6 l/min para que el paciente no vuelva a respirar el CO₂ exhalado y así conservar una mayor concentración de oxígeno inspirado.

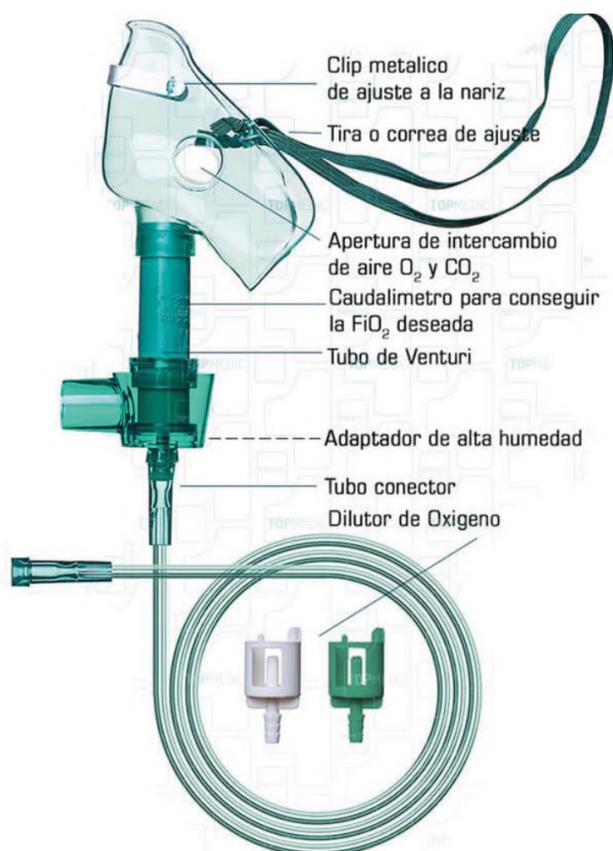


Figura 5. TopMedic. Mascarilla de oxígeno Venturi [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://topmedic.cl/producto/mascarilla-oxigeno-venturi/>

» Cánula nasal de alto flujo

Son cómodas y generalmente bien toleradas. Estos dispositivos están compuestos de tres partes. Es similar a la con-

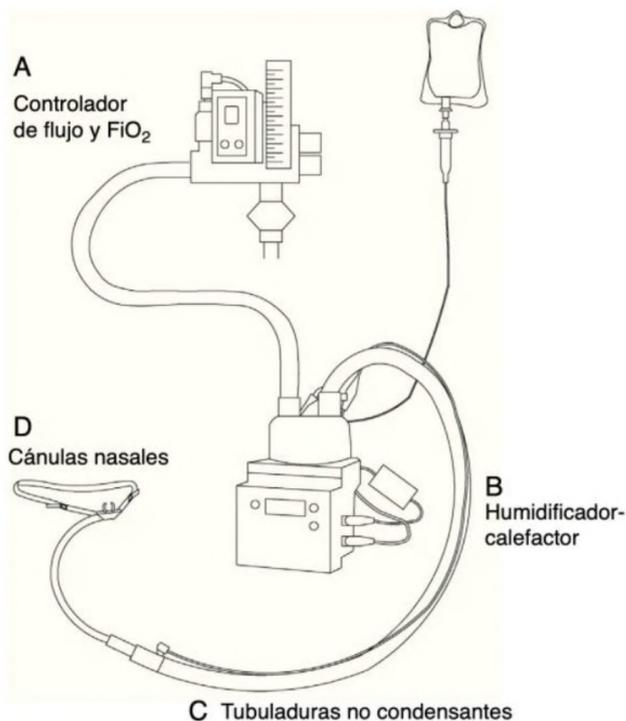


Figura 6. Pérez-Terán P, Masclans J, Roca O. Esquema del sistema de oxigenoterapia de alto flujo. [Internet]. 2015 [cited 18 January 2022]. Available from: <https://www.medintensiva.org/es-papel-oxigenoterapia-alto-flujo-insuficiencia-articulo-S0210569115001217>

vencional, asimismo permite al usuario comer y comunicarse verbalmente.¹⁸

Se componen de tres elementos¹:

- **Gafas nasales de alto flujo:** son cánulas hechas para administrar flujos de hasta 60 l/min, siendo más gruesas y robustas, con cintas que permiten la sujeción a la cabeza. Además hay adaptadores para pacientes traqueotomizados.
- **Mezclador de O₂:** Está conectado a la conducción central de O₂ y aire medicinal de la habitación. Con sistemas manuales o electrónicos podemos seleccionar el flujo y la FiO₂ deseada.
- **Humidificador:** Es imprescindible en los dispositivos de alto flujo y humidificación activa.

Para garantizar que el paciente reciba a través de las gafas nasales un flujo de gas caliente y con 100% de humedad se deben regular los equipos de alto flujo y humidificación activa, para ello hay que programar la el flujo, la temperatura y FiO₂. El alto grado de humedad permite al paciente tolerar flujos más altos.¹

Consiguen un efecto CPAP al disminuir el trabajo respiratorio. Rellenan con gas el CO₂ del espacio muerto respiratorio. Suministran FiO₂ constante alcanzando niveles superiores al 50%. Normalmente, se empieza administrando 60 l/min, hasta administrar administran 2 l de O₂ por kg de peso con un máximo de 60 l/min. Elegiremos la FiO₂ en función de la SatO₂ del paciente que queramos obtener. Es imprescindible monitorizar constantemente al paciente, vigilando concretamente la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, trabajo respiratorio y parámetros

de oxigenación. Siempre hay que intentar administrar oxígeno al paciente con sistemas más convencionales, por lo que en el momento en que la situación clínica del paciente lo sugiera, se debe ir reduciendo la FiO_2 y el flujo.¹

El uso de las gafas de alto flujo para la administración de oxigenoterapia ha sido muy relevante durante la pandemia provocada por el COVID-19. Algunos estudios corroboran que entre los pacientes con COVID-19 grave, el uso de oxígeno de alto flujo a través de una cánula nasal disminuyó significativamente la necesidad de soporte de ventilación mecánica y el tiempo de recuperación clínica en comparación con la terapia de oxígeno convencional de bajo flujo.¹²

Cuadro 5. Relación flujo/minuto y FiO_2 aptos para cánula nasal alto flujo.¹

Flujo (litro/minuto)	FiO_2 (%)
20-60	21-100

» *Otros dispositivos de oxigenoterapia*

En los sistemas cerrados no se puede mezclar de forma adicional el oxígeno administrado con aire del medio ambiente. A veces, la cantidad de gas suministrada no es suficiente para prevenir el lavado, y existe mayor posibilidad de reinhalación de CO_2 . Por ejemplo:

»» *Balón autohinchable (AMBU)*

Es un dispositivo con una bolsa semejante a un balón, es autohinchable. Esta bolsa está conectada a una válvula unidireccional. La válvula tiene un tamaño estándar que permite conectarse a una mascarilla de ventilación asistida, a un tubo endotraqueal o a una cánula de traqueostomía. Su finalidad es insuflar aire en la vía aérea para oxigenar al paciente, solo debe ser utilizado por personal entrenado. Es de primera indicación en situaciones de ventilación contraproducente o cuando las características del paciente le impiden realizarla. Puede considerarse un sistema de bajo flujo o alto flujo. Si se encuentra encajada a una mascarilla de ventilación convencional es de bajo flujo y de alto cuando se acopla a un tubo endotraqueal, por ejemplo en usuarios intubados. Al tener un reservorio lo suficientemente grande, la concentración de oxígeno suministrada puede ser mayor del 90% de FiO_2 , dependiendo del ritmo de ventilación/minuto aplicada, así como el flujo de oxígeno. Cuando el balón está conectado a una fuente de O_2 puede administrar hasta oxígeno al 100%. Cuando está desconectada, el aire administrado tiene la concentración de oxígeno ambiental (21%).^{18,19}

La técnica adecuada consiste en¹⁹:

1. Colocar al paciente en decúbito supino, y el reanimador detrás de la cabeza del paciente.
2. La colocación de una cánula orofaríngea facilita la entrada de aire.
3. Tras hiperextender el cuello en ausencia de lesión cervical, debemos sellar la mascarilla a la cara del paciente. El

dedo pulgar y el dedo índice sujetarán la mascarilla en la zona nasal en forma de "C".

4. Utilizaremos el tercer, cuarto y quinto dedo para mantener la hiperextensión de la cabeza, traccionando de la mandíbula hacia atrás, es muy importante no ejercer presión en los tejidos blandos en forma de "E".
5. Utilizar la otra mano para realizar compresiones sobre la bolsa autoinflable.

Es importante conocer si las ventilaciones se están realizando de la forma adecuada. Una ventilación excesiva puede llegar a ser perjudicial, ya que la hiperventilación produce aumento de presión intratorácica y disminuye la perfusión coronaria y cerebral, pudiendo comprometer la supervivencia.¹⁹

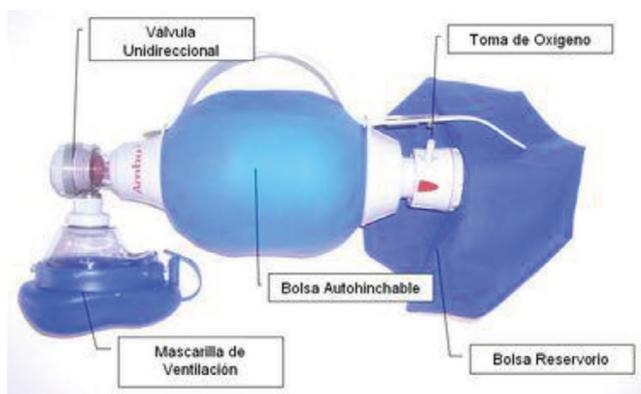


Figura 7. Juan Jiménez. Partes del balón autohinchable. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/EME/ASESE/ASESE02/es_EME_ASESE02_Contenidos/webseite_61_resucitador_manual.html

Si los adaptadores de tubo en T para tubos endotraqueales, las tiendas faciales y las máscaras de traqueostomía se conectan a un sistema Venturi, funcionan como sistemas de O_2 suplementario de alto flujo. Requieren humidificadores o reservorios. El oxígeno se mezcla de forma complementaria con el aire del medio ambiente, y disminuye la probabilidad de reinhalación de CO_2 pero la FiO_2 es más difícil de garantizar¹:

- *Tubo en T:* Funcionan por efecto Venturi. Se usa en pacientes con cánula de traqueostomía de silicona para administrar O_2 , en estas cánulas la boca de la cánula sobresale del estoma para poder conectar el tubo en T. Aportan un alto grado de humedad. Suelen llenarse de secreciones, por lo que hay que cambiarlos.^{1,18}



Figura 8. Covidien. Tubo en T. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://materialmedico24.es/conexiones-en-t-para-tubos-endotraqueales.html>

- **Tienda facial:** Cuando se acopla a un nebulizador Venturi funcionan como un sistema de alto flujo. Asegura que la mezcla de gas no se separe de la vía aérea superior del paciente. Es muy utilizada en aquellos pacientes que no toleran la mascarilla facial o que padecen un traumatismo facial, aunque suelen recomendarse para su uso a corto plazo por la claustrofobia que produce en el paciente.^{1,18}

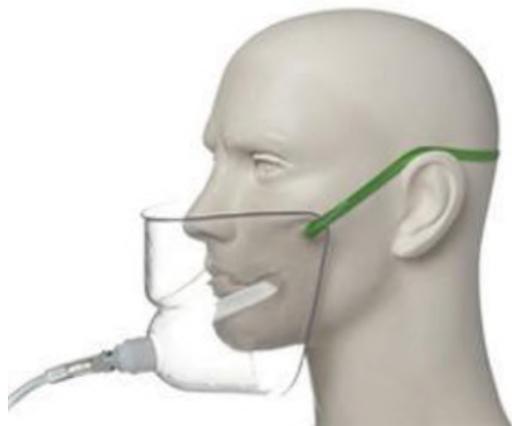


Figura 9. Galemed. Tienda facial. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://www.medicaexpo.es/prod/galemed-corporation/product-68550-510735.html>

- **Mascarilla de traqueostomía:** Es un dispositivo plástico que se adapta en torno al cuello de los usuarios con traqueotomía. Al proporcionar un alto grado de humedad es imprescindible la eliminación de la condensación aglomerada, como mínimo cada 2 horas. Por el orificio delantero de la máscara se pueden aspirar las secreciones y no debe ocluirse. Es de fácil instalación, ligera, transparente y desechable.^{1,18}
- **Filtro para cánula de traqueotomía y con toma de administración de O₂:** Es útil para pacientes portadores de cánula de silicona donde se sujeta el filtro y se le puede administrar el oxígeno. No es recomendable para flujos altos, y no se pueden administrar más de 4 l/min de oxígeno. Cuando se llena de secreciones hay que cambiarlo.¹



Figura 10. Intersurgical. Mascarilla Intersurgical EcoLite de traqueostomía de adulto. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://es.intersurgical.com/productos/oxigeno-y-aerosolterapia/mascarillas-de-traqueostomia-y-piezas-en-t>

- La oxigenoterapia hiperbárica consiste en la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas, por encima de la presión atmosférica. Dentro de una cámara se respira oxígeno puro a una presión ambiental superior a la atmosférica, su finalidad es tratar intoxicaciones por monóxido de carbono (siendo el método más eficaz para revertir esta intoxicación) y el tratamiento de embolias aéreas y gaseosas, quemaduras, curación de heridas y osteomielitis.¹⁸

Sistemas de administración de oxigenoterapia

Fuente de suministro de oxígeno

El oxígeno se almacena a gran presión, comprimido, con el objeto de almacenar la mayor cantidad posible en los tanques. La alta presión puede dañar el sistema respiratorio, es por eso que deberá ser disminuida antes de administrarlo.¹⁸

Encontramos tres tipos de fuentes:

- **Central de oxígeno:** Es la que se utiliza en los hospitales. El gas se halla en un depósito central en el exterior del edificio hospitalario. Desde el tanque, a través de un sistema de tuberías el gas se distribuye hasta las multitudes de tomas centrales de oxígeno que se encuentran dentro del hospital.^{1,18}
- **Cilindro de presión:** Consiste en un recipiente metálico alargado de mayor o menor capacidad, donde se almacena O₂ comprimido en forma de gas a una presión de 2 × 124 kPa. Las bombonas pesan mucho y son muy voluminosas, por lo que impiden la autonomía del paciente. Hay bombonas de transporte de 400 y de 1000 litros con una duración entre 2 y 8 horas, respectivamente. Es el sistema de reserva si fallase la fuente central de oxígeno. Podemos encontrarlo en atención primaria y también en el hospital.^{1,18}
- **O₂ líquido:** Se almacena en un tanque “nodriza”, es un cilindro con ruedas de unos 40 kg, puede desplazarse dentro del domicilio. En estos dispositivos encontramos oxígeno comprimido, el oxígeno al enfriarse (–183 °C) se vuelve líquido y ocupa menos espacio. Disponen de regulador de flujo, indicadores de carga o llenado, conector de llenado y conector de salida y una almohadilla de condensación. Aportan oxígeno de forma estática en el domicilio y para rellenar un recipiente pequeño llamado “mochila”, que funciona como fuente portátil, permitiendo a los usuarios poder salir a pasear algunas horas. Aportan una elevada concentración (99%) y no dependen del suministro eléctrico ni hacen ruido. Debe ser recargado cada 10-15 días.¹

Manómetro y manorreductor

Se aplica al cilindro de presión. El manómetro mide la presión del oxígeno que se encuentra en el interior del cilindro. En cambio el manorreductor regula la presión a la que sale el oxígeno del flujómetro. En el ámbito hospitalario no precisan ni el manómetro ni el flujómetro ya que el oxígeno que proviene de un tanque al llegar a la toma de oxígeno viene con la presión reducida.¹



Figura 11. SEFIC. Regulador de presión de oxígeno con medidor de flujo para cilindro de oxígeno. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/oxygen-pressure-regulator-with-flow-meter-for-oxygen-cylinder-1600061647453.html>

Flujómetro o caudalímetro

Se acopla al manorreductor, su función es controlar el flujo (litro/min) de gas administrado. El flujo de oxígeno que queremos se puede indicar mediante una aguja sobre una escala numerada o mediante una "bola" que se encuentra en una escala numerada y sube o baja por un cilindro. El sistema más común es una "bola" que sube y baja en un cilindro.¹



Figura 12. Hersill. Caudalímetros de bola Oxyll. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://www.hersill.com/material-y-equipos-de-oxigenoterapia/caudalímetros-flujómetros-oxígeno/>

Humidificadores

Es un recipiente que se llena de agua bidestilada estéril. Hay controversia en la utilización de humidificadores. Si es desechable se debe cambiar cuando sea necesario y no se puede utilizar el mismo para dos pacientes diferentes. Si el humidificador es reutilizable, cada 24 horas hay que limpiarlo

con jabón desinfectante y rellenar con agua estéril destilada, sin sobrepasar el nivel señalado en el recipiente.¹

La *Guía de la British Thoracic Society (BTS)* para el uso de oxígeno en adultos en entornos de atención médica y de emergencia afirma que no se requiere humidificación para el suministro de oxígeno de bajo flujo (mascarilla o cánula nasal) o para el uso a corto plazo de oxígeno de alto flujo. Si es razonable utilizar oxígeno con humidificador en aquellos pacientes a los que se les deba administrar oxígeno de alto flujo más de 24 horas. Otro criterio a utilizar humidificador es que el paciente refiere sequedad en la boca. En caso de nebulizaciones, sería recomendable usar el humidificador en pacientes que presenten secreciones viscosas difíciles de expectorar. El principal motivo para no utilizar humidificadores es el elevado riesgo de infección que conlleva su uso.⁶

Sin embargo, el documento publicado por la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica y el BTS afirman que el hecho que los pacientes traqueostomizados acumulen abundantes secreciones dentro del tubo de traqueotomía, requiere humidificar el oxígeno para mantener su permeabilidad, y así también evitar la sensación disneica en los pacientes. En caso de utilizar el humidificador se debe hacer el cambio de caudalímetro y agua bidestilada estéril cada 24-48 horas.^{1,6}



Figura 13. Hospitalia. Humidificador de burbuja prelleno con agua estéril para inhalación. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://www.hospitalia.cl/product/humidificador-prellenado/>

Indicaciones de la oxigenoterapia

Se debe administrar oxígeno para lograr un valor de saturación de O₂ del 94% al 98% en aquellos pacientes con enfermedades agudas. En aquellos pacientes con riesgo de insuficiencia respiratoria hipercápnica el valor de saturación objetivo es del 88% al 92%.

Con la administración de oxígeno lograremos mejorar la oxigenación, pero no resuelve las causas subyacentes de la hipoxemia, que deben diagnosticarse y tratarse con urgencia.⁶

Parámetros que se deben valorar para comprobar la eficacia del oxígeno

El control de la eficacia del oxígeno es necesario ya que nos permite ajustar la dosis FiO_2 dependiendo del objetivo propuesto y valorar la necesidad de poder disminuir el flujo de oxigenoterapia o precisar medidas más agresivas. Para el control de la eficacia de la VMNI se monitorizan una serie de parámetros fisiológicos (nivel de conciencia, frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardíaca (FC), $SatO_2$) y en la práctica de una gasometría.^{1,2}

Los indicadores de la eficacia de oxígeno son los siguientes:

- **La clínica:** Es el indicador que más rápido nos dará información. Es importante la valoración del grado de disnea, la mejoría o empeoramiento de los síntomas, la adaptación a la hipoxemia, así como la presencia de signos como disminución de la diuresis, obnubilación y signos vitales anormales que indican secuelas tardías de hipoxia tisular. Su eficacia está limitada a la valoración del observador. Sin embargo, en el medio extrahospitalario es el indicador más importante.^{1,2}
- **Gasometría arterial:** La gasometría arterial es considerada el "gold standard" para estimar el fallo respiratorio. No hay que demorar la administración de oxígeno mientras esperamos la gasometría. Es el método que nos permite la medición invasiva del estado de los gases y el ácido-base en sangre. Es muy utilizada en el paciente crítico o con insuficiencia respiratoria retenedor de CO_2 . Destaca su precisión, especialmente sobre el estado de oxigenación, hipoventilación y equilibrio ácido-base. El principal inconveniente es no poder ser utilizada en emergencias extrahospitalarias. El lugar de elección para la punción arterial es la arteria radial.^{1,16}



Figura 14. Todo diagnóstico. Gasometría arterial. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://www.tododiagnostico.com/enfermedades-respiratorias/gasometria-arterial-componentes-procedimiento-y-relevancia-clinica/>

Es importante realizarla tan pronto como sea posible en algunas situaciones urgentes:

- Pacientes hipoxémicos
- Pacientes que pueden desarrollar hipercapnia, con riesgo de acidosis respiratoria.

Cuadro 6. Valores normales de gasometría arterial y venosa.¹⁶

	Gasometría arterial	Gasometría venosa
pH	7,38-7,42 mmHg	7,36-7,40 mmHg
pO_2	90-100 mmHg	35-45 mmHg
pCO_2	35-45 mmHg	40-50 mmHg
$SatO_2$	97-97%	55-70%
HCO_3	21-29 mmol/l	24-30 mmol/l
BE	-2 a +2	-2 a +2

Posteriormente es indicada al haber pasado una hora desde el comienzo de la administración de oxigenoterapia. También se debe valorar la eficacia a las 4-6h, es un buen indicador del fracaso o éxito de la ventilación mecánica no invasiva. Si no se percibe mejoría clínica (reducción de la frecuencia respiratoria, reducción del trabajo respiratorio, reducción de la escala de disnea, mejoría de encefalopatía) o gasométrica (persistencia o aumento de la hipoxemia o de la acidosis respiratoria, según el tipo de insuficiencia respiratoria) en este periodo de tiempo debemos considerar el fracaso de la técnica.¹⁶

› Pulsioximetría

Es un método de medición continua no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina dentro de los vasos sanguíneos. La pulsioximetría mide la $SatO_2$ en sangre. Está compuesto por dos partes:

- Emisor de luz en dos longitudes de onda (roja e infrarroja)
- Sensor o fotodetector (en forma de pinza o dedal)

El sensor se coloca en una parte del cuerpo que sea algo translúcida y tenga un buen aporte de sangre como el pulpejo de los dedos o el lóbulo de la oreja. La luz roja se absorbe por la oxihemoglobina y la infrarroja por la hemoglobina no oxigenada. El pulsioxímetro mide la relación entre las diferentes longitudes de onda de la sangre que pasa por los tejidos, través de la información que detecta el sensor, y se interpreta en la saturación de oxígeno.^{1,2}



Figura 15. Bippex. Pulsioxímetro de dedo. [Internet]. [cited 10 January 2022]. Available from: <https://culturacientifica.com/2015/12/21/el-pulsioximetro-y-laca-de-unas/>

Con la pulsioximetría no se puede medir el pH, la presión parcial de oxígeno (PaO₂), la presión parcial de dióxido de carbono (PaCO₂). Por tanto, nunca va a sustituir a la gasometría en la valoración completa de los pacientes con patologías respiratorias.

Debe estar disponible en todos los lugares donde se usa oxígeno de emergencia. Se recomienda una evaluación clínica si la saturación cae por debajo del rango objetivo para el paciente.⁶ Se realiza a través de un pulsioxímetro, algunas de sus limitaciones consisten en que sólo es fiable para saturaciones de oxígeno entre 80% y 100%, y no proporciona información alguna sobre la pCO₂. Además los resultados pueden verse alterados por los siguientes factores 1:

- **Onda pletismográfica:** Depende de la efectividad de contracciones cardíacas. El tamaño de la onda disminuye o aumenta según los cambios en volumen sanguíneo de las arterias periféricas, disminuyendo en vasoconstricción, dolor, frío, etc. y aumentando en vasodilatación, hipercapnia y fiebre.
- **Mala perfusión periférica:** Es la causa más frecuente de error. Puede impedir la detección del pulso. El pulsioxímetro precisa un flujo pulsátil para su detección. Los factores que pueden producir mala perfusión periférica son el frío ambiental, la disminución de temperatura corporal, hipotensión, hipovolemia, esclerosis sistémica, etc..
- **El movimiento del paciente:** Como el transductor suele colocarse en un dedo de la mano, cuando el paciente se mueve afecta a la fiabilidad. Pueden producirse por temblores.
- **Anemia grave:** Cuando la hemoglobina es inferior a 5 g/dl puede causar lecturas erróneas.
- **Contrastes intravenosos:** Pueden interferir en la absorción de luz, confundiendo una longitud de onda parecida a la de la hemoglobina.
- **Luz ambiental intensa:** Fluorescentes, xenón, infrarrojos.
- **Ictericia:** Cuando los valores de bilirrubina son superiores a 20 mg/ml pueden interferir con la lectura.

Relación entre la Saturación de O ₂ y PaO ₂	
Saturación de O ₂	PaO ₂ (mmHg)
98,4 %	100
95 %	80
90 %	59
80 %	48
73 %	40
60 %	30
50 %	26
40 %	23
35 %	21
30 %	18

Figura 16. De la Horra I. Relación entre Saturación de O₂ y PaO₂. [cited 8 November 2021]. Available from: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/837/course/section/902/Apuntes%2520de%2520Oxigenoterapia.pdf>

- **Obstáculos a la absorción de la luz:** Laca de uñas, uñas postizas, pigmentación de la piel. En pacientes con piel oscura cuando da valores inferiores al 80-85% son imprecisos.
- **Lugar de colocación:** El sitio más exacto para la colocación del pulsioxímetro son los dedos de la mano, seguido por el lóbulo de la oreja, y como última opción los dedos de los pies.

Recientemente se han desarrollado varios sistemas automáticos innovadores para intentar lograr el ajuste de oxígeno en circuito cerrado. Son dispositivos que cambian una variable fisiológica de forma automática (el flujo de O₂) utilizando uno o más sensores para mantener así el nivel de oxigenación determinado para cada paciente. Con estos sistemas automáticos se logra optimizar la oxigenoterapia, evitando los errores producidos con el ajuste manual. El objetivo son cifras de oxigenación adecuadas y sostenidas en el tiempo, reduciendo así el riesgo de infra- y sobredosificación, así como la sobrecarga asistencial.^{10,11}

- **FreeO₂:** Es el más evaluado por ahora. La fuente de oxígeno está conectada al aparato FreeO₂. El aparato monitoriza de forma continua la SaO₂, la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria. Consecuentemente, ajusta los parámetros de flujo de oxígeno (entre 0 y 20 l/min) cada segundo dependiendo de la SaO₂ medida y la SaO₂ objetivo. Se utiliza para pacientes con respiración espontánea con gafas nasales o mascarilla. Cuando pierde la señal, automáticamente el equipo mantiene el flujo que se estaba administrando antes de la pérdida, como mecanismo de seguridad.^{10,11}



Figura 17. S.B. Heili-Frades, E. L'Her, F. Lellouche. Principios operativos del ajuste automatizado de oxígeno por FreeO₂. [cited 8 November 2021]. Available from: https://www.revistadepatologias-respiratoria.org/descargas/PR_23-1_15-23.pdf

Oxigenoterapia a domicilio

El concepto "Oxigenoterapia Continua Domiciliaria" (OCD) se define como el suministro de oxígeno de manera continuada y normalmente indefinida, en el domicilio de aquellos pacientes que presentan insuficiencia respiratoria

crónica hipoxémica. Los objetivos de esta terapia son mejorar la tolerancia al ejercicio, prolongar la vida del paciente hipoxémico y prevenir el deterioro clínico causado por la insuficiencia respiratoria.²⁷

No debe confundirse con el concepto de "Oxigenoterapia ambulatoria" (OA), ésta hace referencia al uso de oxígeno suplementario durante el ejercicio y aquellas actividades cotidianas que suponen un esfuerzo. La principal diferencia es que la OA está indicada en aquellos pacientes que fuera de su casa continúan teniendo vida activa laboral o social. Se indica en²⁶:

- Pacientes que presentan desaturación solamente durante los esfuerzos con el fin de lograr la capacidad de ejercicio a corto plazo.
- Pacientes usuarios de OCD que persisten con una vida activa laboral y social, para mejorar el rendimiento de sus actividades y cumplir con las horas de OCD mínimas aconsejadas por cada día.
- Pacientes que no presentan hipoxemia en reposo pero realizan rehabilitación respiratoria, y les permite tolerar más tiempo el entrenamiento muscular y disminuir la sensación de disnea.
- Pacientes que padecen un riesgo elevado de presentar hipoxemia durante transportes en avión

Es imprescindible que se cumpla la adherencia a la OD o OA puesto que el no cumplimiento del tiempo recomendado reduce los beneficios para la salud conseguidos con esta terapia. La educación al paciente es imprescindible.²⁷

La principal indicación para la oxigenoterapia domiciliaria es la insuficiencia respiratoria hipoxémica crónica, se define como la incapacidad del aparato respiratorio para mantener el intercambio gaseoso. Constituye el estado final de muchas entidades patológicas, pulmonares (neuromusculares, sistema nervioso central, caja torácica) y extrapulmonares (vías aéreas o parénquima pulmonar).²⁷

Los criterios fisiológicos que muestran la necesidad de oxigenoterapia domiciliaria son²⁵:

1. PaO₂ igual o menor de 55 mmHg en reposo. Una SatO₂ menor o igual a 90% no es válida para la prescripción de O₂, aunque sí sugestiva.
2. PaO₂ entre 55 y 60 mmHg si coexiste:
 - Cp. Pulmonar o hipertensión pulmonar.
 - Poliglobulia (Hematocrito > 55%)
3. Se requiere que los candidatos se encuentren clínicamente estables y sigan un tratamiento médico adecuado.

Los pacientes en los que está indicada la oxigenoterapia domiciliaria son los que padecen patologías como EPOC en situación estable, y es insuficiente el tratamiento farmacológico adecuado para conseguir mantener una PaO₂ suficiente para que no exista hipoxia tisular. En pacientes con EPOC e hipoxemia grave en reposo, la oxigenoterapia a largo plazo produce un beneficio evidente en la supervivencia, incluyendo las horas de sueño.²⁶

Sin embargo, en aquellos pacientes con EPOC que únicamente presentan desaturación nocturna la indicación de oxígeno es cuestionable. La indicación de OCD en pacientes con patologías distintas de la EPOC, respiratorias o no, es aún más controvertida.^{1,27}

La SatO₂ objetivo sólo se alcanza durante la administración de O₂. En el momento en que se para el aporte suplementario de oxígeno, reaparece de nuevo la hipoxemia, por lo que para obtener un efecto continuo es necesario prolongar el tiempo de administración. Hoy en día, con la existencia de dispositivos portátiles, la administración de oxígeno no supone a los pacientes ningún impedimento para desarrollar las actividades de la vida diaria. Por tanto, se debería considerar un tratamiento de al menos 15 horas diarias e idealmente 24 horas al día.¹

En los pacientes en OCD hay que evaluar el beneficio, el cumplimiento y monitorizar las necesidades de oxígeno. Deben recibir visitas periódicas a domicilio del equipo de atención para reajustar el flujo en caso de ser necesario. Es recomendable un control al mes o dos meses desde la primera prescripción de OCD. Si la prescripción de oxígeno se ha hecho en un momento de inestabilidad, tras un ingreso, el control debe hacerse antes, con la finalidad de verificar de forma más exhaustiva si es beneficioso seguir con el tratamiento. Se sugiere que se valore la gravedad de la enfermedad y consecuentemente realizar los controles de los pacientes con OCD se hagan cada 6-12, incluyendo la valoración clínica y una gasometría.^{1,4}

Hay distintos tipos de fuente de oxígeno, ésta se escogerá en función de las características del paciente, su capacidad de movilidad y, ¡con la adecuada corrección de la SpO₂ en reposo, durante el esfuerzo o el sueño. Dependiendo de la capacidad de movimiento del paciente recomendaremos:¹

- *Movilidad escasa o nula:* Se recomienda el concentrador estático, ya que permite la movilidad dentro del domicilio con una alargadera de longitud de hasta 17 metros. Sin embargo, se necesitaría una botella de oxígeno portátil para las salidas ocasionales fuera del domicilio. También se puede prescribir un concentrador con recargados de botella portátil de oxígeno.¹
- *Movilidad, pero salidas cortas:* Se recomienda oxígeno portátil, puede ser con concentrador portátil o líquido. La duración del concentrador portátil es aproximadamente de 1-3 y la duración de la mochila de oxígeno líquido de 2-6 horas dependiendo del flujo necesario durante el esfuerzo.¹

No hay evidencia de que la oxigenoterapia domiciliaria incremente la supervivencia ni tampoco la calidad de vida en otras enfermedades, respiratorias o no, que cursan con hipoxia moderada o grave.²⁷

Se ha desarrollado un aparato que es capaz de controlar la adherencia terapéutica al oxígeno. Su nombre comercial es Vision Ox. Se coloca entre la fuente de oxígeno y los sistemas de administración. Registra el número de horas que el paciente ha estado recibiendo oxígeno, el valor medio del flujo que se administraba y el patrón de uso de la terapia por su parte.¹

Educación sanitaria en el paciente con oxigenoterapia domiciliaria

Los pacientes candidatos a utilizar OCD deben asistir a unas sesiones de formación sobre los aspectos más relevantes de esta terapia. También deberían realizarse sesiones de control después de un tiempo del inicio de la terapia. Estas sesiones deben comprender conocimientos generales sobre la oxigenoterapia, la explicación del sistema que el paciente utiliza, el correcto manejo de la oxigenoterapia, las precauciones en su utilización, el adecuado mantenimiento del equipo. Las sesiones deberían establecerse con el paciente y sus familiares o cuidadores habituales.^{1,27}

- Es importante que el paciente conozca la importancia de llevar el oxígeno al menos 16 horas al día. Debe saber que no puede quitarse el oxígeno para realizar la higiene personal y otras actividades de la vida diaria que suponen un esfuerzo.
- A pesar de que no mejore la sensación de disnea, se les debe explicar que el oxígeno aun así mejora el funcionamiento del cuerpo. Así que por mucho que no perciban mejoría inmediata, deben mantener la adherencia al tratamiento por sus numerosos beneficios a largo plazo.
- No deben incrementar el flujo de oxígeno sin consultarlo con un profesional sanitario.
- Los pacientes que tengan indicado un flujo mayor de oxígeno durante el ejercicio, deben acordarse de cambiarlo una vez terminada la actividad física.
- Forzando la tos y expectoración logrará la higiene bronquial
- La higiene nasal se realizará con lavados con agua tibia por la mañana. Es beneficiosa y debe realizarse.

Las precauciones más importantes a tener en cuenta son ^{1,27}:

- El oxígeno a pesar de no ser un combustible, activa la combustión de materias inflamables.
- Almacenar los depósitos de oxígeno en lugares ventilados, nunca en armarios, en el interior del coche, etc. Nunca almacenarlos cerca de fuentes de calor como estufas, horno, aparatos eléctricos, etc.
- No fumar alrededor de la habitación donde se administra oxígeno o donde este se encuentra almacenado.
- Mantener los depósitos de oxígeno en posición vertical.
- No utilizar aerosoles o disolventes.
- Las alargaderas de los sistemas de administración de oxígeno (gafas o mascarillas), sin empalmes, deben ser de 17 m aunque hoy día algunos equipos pueden aceptar hasta 30 m.
- Hay que limpiar las gafas nasales, máscaras y alargaderas; lavar diariamente con agua la fracción de las cánulas reservorio o de las gafas nasales que se introducen en la nariz y las máscaras. Debemos aclararlas y secarlas bien. Las alargaderas deben lavarse una vez a la semana.

- Es usual que las alargadoras tengan posibles fugas: Para ello una vez al mes comprobaremos que están conectadas a las gafas y al oxígeno, rellenamos un recipiente de agua, sumergimos la conexión y las gafas, excepto el extremo que va a la nariz. De esta manera, al entrar el oxígeno, si están rotas o tienen algún agujero saldrán burbujas en el agua. Si están rotas hay que usar otras nuevas.
- Hay que cambiar las gafas nasales entre los quince días y el mes como mucho. Si se endurecen, hay que cambiarlos antes.

Precauciones especiales para la carga de la "mochila" ¹:

- La mochila cuando ha sido cargada a veces necesita unos minutos para suministra correctamente el flujo de oxígeno, es aconsejable cargarla al menos media hora antes de salir.
- Cerrar los depósitos (impidiendo el suministro de oxígeno).
- El local debe estar bien ventilado.
- Ponerla en un suelo firme.
- No ir muy lejos del depósito durante la recarga de la mochila.
- Puede haber fugas al separar la mochila del tanque nodriza, en este caso hay que conectar de nuevo la mochila. Si es imposible, debemos ventilar el local, nunca tocar las fugas, ni fumar.

Complicaciones de la oxigenoterapia

El primer objetivo de la oxigenoterapia es tratar la hipoxemia, también evitar la hiperoxia. Las principales complicaciones de la oxigenoterapia se asocian a sus altas dosis y tiempo de uso prolongado. Por ese motivo el oxígeno debe ser administrado en la dosis y el tiempo requerido ^{1,3,4,9,11,27}.

Las principales complicaciones son:

- *Toxicidad por oxígeno:* El metabolismo del oxígeno genera radicales libres que al reaccionar químicamente con el tejido pulmonar se produce toxicidad. Los pacientes más afectados son los que sufren exacerbaciones de EPOC, ya que casi el 25% están expuestos a periodos importantes de hiperoxia, consecuentemente aumenta el riesgo de mortalidad y empeoran los resultados clínicos.¹¹
- *Retención de O₂:* El riesgo se eleva cuando la PaCO₂ es mayor de 50 mmHg. Hay pacientes que su mecanismo de respuesta a los niveles de CO₂ en términos de ventilación es deficitario. Pueden deprimir su respuesta a la hipoxia y empeorar la hipercapnia, produciendo una acidosis respiratoria por retención del CO₂. Para prevenir que esto ocurra se debe utilizar oxígeno con flujo limitado. Se debe mantener la oxigenoterapia a bajos niveles. La mayoría de estos pacientes padecen EPOC dando lugar al colapso de las vías respiratorias.

- **Infecciones:** El riesgo de contaminación cruzada, causado por agentes víricos y/o bacterianos, pudiendo causar infecciones en el paciente es elevado, para minimizar el riesgo hay que limpiar o cambiar los equipos.
- **Hipotensión arterial:** Se puede producir una vasodilatación refleja cuando se inspiran fracciones de oxígeno elevadas, y consecuentemente disminuir los valores de la presión arterial.
- También puede producir *sequedad de mucosas e irritación*. Está contraindicado usar vaselina en la piel de la cara o en mucosas de boca y nariz, porque al derivar del petróleo, el riesgo de inflamación es muy elevado. Para hidratar la piel o mucosas, se deberán utilizar sustancias no inflamables como la crema de cacao o aloe vera.
- Entre las principales precauciones que se tienen que tener con el oxígeno, especialmente en domicilios, está la de no fumar, ya que se podría producir una *explosión*.

Cuadro 7. Síntomas y signos de la hipercapnia.

Hipercapnia: síntomas	Hipercapnia: signos
<ul style="list-style-type: none"> • Desorientación • Obnubilación 	<ul style="list-style-type: none"> • Flapping • Taquicardia • Hipertensión arterial • Hipotensión y bradicardia en fase tardía

Administración de medicación por vía inhalatoria

Mediante la vía inhalatoria se administra el fármaco o gas directamente en el sistema respiratorio. De esta forma se permite una acción más inmediata y menor absorción sistémica, se obtiene el efecto deseado con menor dosis de fármaco utilizada, disminuyendo el riesgo de efectos adversos.

Cada dispositivo de administración de fármacos inhalados precisa una técnica de administración diferente, este hecho supone una de las principales dificultades para esta técnica, ya que es muy importante conocer cómo funciona cada dispositivo. Son varios los estudios que concluyen que los conocimientos de los profesionales y usuarios acerca de estos dispositivos son deficitarios, afectando al adecuado tratamiento de la enfermedad. Según un estudio donde participaron médicos y enfermeras que completaron los cuestionarios, el 50% sabían que varios medicamentos intravenosos no se pueden nebulizar. El 22% de ellos eligen siempre oxígeno como gas impulsor y 77% piensan que los nebulizadores de un solo uso se pueden reutilizar para el mismo paciente²⁰

Hay tres tipos de dispositivos que se utilizan para la administración de fármacos por vía inhalatoria son²⁴:

› **Inhaladores de cartuchos presurizados dosificados, Metered-dose inhaler (MDI) o Presurized metered-dose inhaler (pMDI)**

Estos dispositivos están compuestos por:

- Un cartucho presurizado, contiene el fármaco con un gas propulente y otros excipientes

- Una válvula dosificadora
- Una boquilla, permite la administración.

Se genera un aerosol del fármaco con partículas sólidas y con distintos tamaños (1-8 µm). Son multidosis y al presionar el dispositivo se administra una dosis precisa del fármaco. El gas propulente habitualmente utilizado es el *hidrofluorocarbano* (HFA). El propio dispositivo expulsa el fármaco, por lo que se debe realizar una inspiración lenta y suave, una excesiva velocidad aumenta la cantidad de fármaco depositada en la orofaringe.^{21,22,24}



Figura 18. Farmacia Germana. Imagen y diseño habitual de los cartuchos presurizados. La coordinación inhalación-pulsación es fundamental. [cited 8 November 2021]. Available from: <https://www.farmaciegermana.com/blog/dispositivos-para-inhalacion-tecnica-correcta-de-inhalacion>

Cuadro 8. Ventajas e inconvenientes Inhaladores de cartuchos presurizados dosificados

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Medida pequeña, transportable • Dosificación exacta y reproducible • Permiten la percepción de la inhalación • Se acoplan a las cámaras de inhalación, evitando la necesidad de coordinar la pulsación para liberar el fármaco y la inhalación 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de sincronización entre la inspiración y la activación • Se deposita gran cantidad de fármaco en orofaringe por la gran velocidad de salida de las partículas (100 Km/h). El depósito pulmonar es solo de aproximadamente el 10% • Efecto freón-frío (se corta la inspiración por el impacto del propulente frío en la orofaringe) • Para el uso óptimo de los dispositivos es precisa una formación adecuada del paciente • Hay que agitar antes de uso (salvo formulaciones en solución) • La mayoría no presentan contador de dosis • Los que contienen formoterol deben almacenarse en la refrigeradora

› **Cámara espaciadora**

Las cámaras espaciadoras se disponen entre el inhalador de cartucho presurizado dosificado y la boca del pacien-

te. Facilitan al usuario la técnica de inhalación y mejoran la eficiencia.²⁴

Evitan la necesidad de coordinar la inspiración con el disparo y constan de una o dos válvulas unidireccionales. Asimismo, la cámara es sellada con los labios, y las partículas del aerosol quedan en suspensión dentro de la cámara, siendo inhaladas. Entre sus virtudes, retiene las partículas grandes del fármaco que se depositarán en la orofaringe, impidiendo así que las partículas se absorban en el espacio oral y gastrointestinal, su disponibilidad sistémica y las consecuencias sistémicas y locales.²⁴

Una vez pulsado el MDI se debe inhalar inmediatamente a través de la cámara, cuanto más segundos pasen, la proporción de fármaco que llega a los pulmones disminuye. Es recomendable pulsar el inhalador de una en una vez para cada inhalación, si se pulsa varias veces consecutivas en la cámara la dosis receptora en los pulmones puede reducirse a la mitad.

Están indicadas en^{21,24}:

- Personas con dificultad para colaborar, como niños, personas mayores.
- Personas con deterioro cognitivo, en enfermedades como Alzheimer.
- Pacientes con dificultad para coordinar movimientos y sincronizar la respiración con el inhalador.
- Personas con muy poca capacidad respiratoria.

Pueden adaptarse al paciente de dos formas^{21,24}:

- **Con mascarilla:** Pegada a la cámara se encuentra una mascarilla que cubre la nariz y la boca y debe sellarse en la cara. Aunque la mascarilla cubra nariz y boca se debe inspirar y espirar el aire únicamente a través de la boca. Están indicadas siempre en bebés y niños menores de 3 o 4 años, y en personas mayores que no colaboran lo indicado.



Figura 19. Cámara espaciadora. [cited 8 November 2021]. Available from: <https://www.quetehadichoelmedico.com/novedades/como-usar-camara-inhalacion/>

- **Con boquilla:** Al final de la cámara inhalatoria hay una boquilla, los labios tienen que sellar y se debe morder con los dientes y sellar los labios. Es considerada mejor que la que lleva mascarilla si el paciente es capaz de compren-



Figura 20. Phillips. ProChamber Cámara de inhalación con válvula. [cited 8 November 2021]. Available from: <https://www.philips.es/healthcare/product/HCHS2003050/prochamber-valved-holding-chamber>

der que se debe sellar con los labios correctamente la boquilla, durante la técnica se debe respirar exclusivamente por la boca y no se debe sacar la boca de la boquilla hasta no terminar las inhalaciones necesarias.

Los pasos para realizar una inhalación eficaz del fármaco son los siguientes^{21,24}:

1. Quitar la tapa y agitar el inhalador.
2. Insertar el inhalador en la parte posterior de la cámara.
3. Introducir la boquilla de la cámara de inhalación dentro de la cavidad oral, pasados los dientes, y sellar con tus labios.
4. Apretar con la mano libre el inhalador, hay que escuchar un "puf".
5. Respirar sin cambiar de posición, inspirando y expirando aire unas cinco veces.
6. Desmontar las piezas y sumergir las partes de la cámara de inhalación con agua tibia y jabón como mínimo cinco minutos.
7. Aclarar los restos de jabón debajo de un chorro de agua.
8. Dejar secar las partes de la cámara, es importante no secarlas con un paño, evitar frotarlas por dentro, sobre

Cuadro 9. Ventajas e inconvenientes cámara espaciadora.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • No precisan coordinación entre pulsación/inhalación • Al enlentecer el flujo y disminuir el tamaño de las partículas, el depósito pulmonar aumenta al 20% • Disminuyen el depósito orofaríngeo, ya que las partículas de mayor tamaño se sedimentan en la cámara • Disminuyen los efectos secundarios al reducirse el impacto de partículas en orofaringe • Existe variedad en el material, con distintos volúmenes y válvulas con/ sin mascarilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño y manejabilidad • Incompatibilidad entre cámaras y dispositivos • Limpieza periódica • Efecto electrostático (menor en las cámaras de metal y en algunas de plástico, fabricadas con material antiestático) • No todas están financiadas por el Sistema Sanitario



Figura 21. GPS. Diferentes dispositivos inhaladores de polvo seco. [cited 8 November 2021]. Available from: <https://www.aepap.org/sites/default/files/gvr/dt-gvr-7-inhaladores.pdf>

todo en las cámaras de inhalación hechas de plástico. Se genera electricidad estática que hace que las partículas del medicamento queden en las paredes y no lleguen a los pulmones.

› **Inhaladores de polvo seco o Dry- powder inhaler (DPI)**

En estos inhaladores el fármaco se administra como polvo seco y se activan cuando el paciente realiza una inhalación, por lo que se precisa un flujo inspiratorio de 30-60 l/min. A diferencia de los inhaladores de cartucho presurizado evitan los problemas de coordinación entre la activación del dispositivo y la inhalación. La inspiración debe ser profunda y enérgica, tiene que lograr generar la corriente que aporta el medicamento.²²

Se dividen en dos grupos^{21,24}:

- **Inhaladores de polvo seco multidosis:** Cada dosis del fármaco se encuentran individualizada en pequeñas cápsulas. El número de dosis de estas unidades puede variar. El dispositivo debe cargarse, y puede contener una o varias dosis. Para ser administrada la dosis, debe cargarse antes. Para cargarla hay que girar o presionar el dispositivo.
- **Inhaladores de polvo seco unidosis:** La dosis del fármaco debe introducirse en el dispositivo, éste se puede abrir. La dosis se encuentra generalmente contenida en una cápsula, y tras perforar se inhala.

Cuadro 10. Ventajas e inconvenientes Inhaladores de polvo seco o Dry- powder inhaler (DPI).

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • No precisan coordinación • La dosis liberada del fármaco es uniforme • Depósito pulmonar superior a los otros sistemas (25-35%) • Dispositivos pequeños, fáciles de manejar y transportar • Informan de las dosis que quedan disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisan un flujo inspiratorio variables según el dispositivo • Aumentan el depósito en orofaringe • La humedad puede alterar las partículas en algunos dispositivos • Dificulta la percepción de la administración del medicamento

› **Nebulizaciones**

En las nebulizaciones el fármaco se encuentra en forma líquida (solución o suspensión) dentro de una cámara ne-

bulizadora o cazoleta. Al accionarse se genera un aerosol del fármaco formando partículas de entre 1-5 µm, que son inhaladas por el paciente. En situación ideal el 90% se introducen lentamente a las zonas más distales de la vía aérea proporcionando un 100% de humedad y fluidifican las secreciones. El sistema de nebulización permite la administración de la medicación lentamente durante un largo período de tiempo y de manera pasiva. El tiempo que tarda la nebulización a finalizar depende del sistema de nebulizador y compresor utilizados, así como del volumen y viscosidad de la solución (o suspensión). Las nebulizaciones de soluciones de broncodilatadores o suero salino finalizan antes que las de suspensiones de antibióticos.^{21,23}

El aerosol es definido como la suspensión de partículas muy pequeñas de líquido o sólido en un gas. Los medicamentos inhalados que más se utilizan son los broncodilatadores, antiinflamatorios, mucolíticos y antibióticos.²³

Los fármacos nebulizados cuando son administrados a pacientes con acidosis hipercapnia, tienen que ser propulsado por aire comprimido. En caso de precisar al mismo tiempo administrar oxígeno, se puede administrar por una cánula nasal entre 2 y 4 l/min para obtener un valor de SatO₂ entre 88-92%.⁴

En conclusión, los objetivos principales de la nebuloterapia son administrar medicamentos con efecto local o general, humidificar el aire y mejorar la movilización y la salida de las secreciones respiratorias.²³

El uso de nebulizaciones se recomienda en las siguientes situaciones²⁴:

- Cuando los inhaladores no pueden alcanzar las dosis de broncodilatadores recomendadas para un paciente. En este caso es necesario administrar dosis más elevadas a través de nebulizaciones.
- Cuando hay que administrar fármacos como antibióticos, que solo pueden ser administrados mediante nebulizaciones.
- Cuando las condiciones del paciente lo exijan, como una exacerbación grave del asma. Los nebulizadores requieren una mínima cooperación del paciente.

Los nebulizadores son dispositivos compuestos por un pequeño contenedor donde se deposita la solución salina y el medicamento que es convertido en pequeñas gotas (aerosol) y de una fuente de energía. Todos los nebulizadores se componen por:

- Fármaco prescrito.
- Interfase (cámara de nebulización con boquilla o mascarilla), a través de la cual las partículas producidas llegarán al individuo. La boquilla es la más recomendada. Con la máscara parte del aerosol es depositado en los ojos, cara y en las fosas nasales, produciendo efectos secundarios en algunos casos. La mascarilla nasobucal sólo se recomienda en las infecciones del tracto respiratorio superior, como la sinusitis, en los pacientes menores de 6 años, y cuando el paciente no es capaz de utilizar la pieza bucal correctamente.
 - Compresor, si es necesario.
 - Toma de oxígeno con caudalímetro.
 - Gafas nasales, si es necesario.
 - Conector en T, en caso de traqueostomía.
 - Suero fisiológico 0,9% / agua estéril

Los principales tipos de nebulizadores son^{21,23}:

» **Nebulizadores neumáticos o tipo jet**

Están formados por una cámara de nebulización, donde se genera el aerosol cuando se introduce el líquido a nebulizar, además también necesitan de una fuente de energía para hacer funcionar el nebulizador basándose en el efecto Venturi. Los gases que se utilizan para que funcione son el aire comprimido u oxígeno a presión, que a través de un pequeño orificio entra al nebulizado, y convierte el líquido en pequeñas gotas. Varios factores influyen en el tamaño de las partículas: Las características de la solución, la velocidad y el flujo del gas. Son necesarios flujos de como mínimo entre 6 y 9 l/min para conseguir partículas de tamaño respirable. Cuando las partículas son más grandes pueden ser reconducidas al depósito, y así poder ser nebulizadas otra vez. Sin embargo, siempre sobra un volumen residual de unos 0,5-1ml que no puede ser nebulizado. Entre sus ventajas encontramos que proporcionan altos flujos, son más rápidos

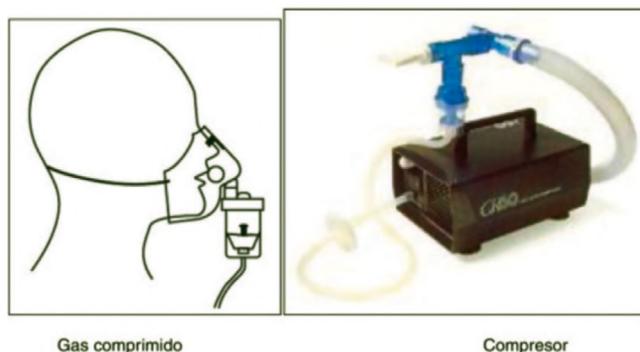


Figura 22. Nebulizador neumático o de chorro. [cited 8 November 2021]. Available from: <https://www.elsevier.es/en-revista-open-respiratory-archives-11-articulo-aerosolterapia-S2659663620300126>

que los nebulizadores ultrasónicos y pueden nebulizar soluciones y suspensiones.

Los nebulizadores jet se clasifican dependiendo de su funcionamiento durante la inhalación²¹:

- **Nebulizadores jet con débito constante:** El flujo de aerosol se propaga de forma mantenida, tanto en la fase inspiratoria como durante la espiratoria. Durante la fase espiratoria un 60-70% del volumen del líquido a nebulizar se pierde al ambiente. El volumen de líquido que se pierde contamina el aire ambiente y perjudica a las personas que están alrededor del paciente.
- **Nebulizador jet con efecto Venturi activo durante la inspiración:** La parte del nebulizador que genera el aerosol absorbe el aire inspirado del paciente. Con lo cual durante la fase inspiratoria el flujo generado por el compresor tipo Ventstream se suma al flujo. Constan de válvulas que obstaculizan la salida del aerosol al ambiente en la espiración. Son más rápidos y efectivos que los nebulizadores jet con débito constante.
- **Nebulizadores jet dosimétricos o de liberación adaptada de aerosol:** Son los más efectivos, ya que reducen totalmente la cantidad de fármaco liberado al ambiente. El

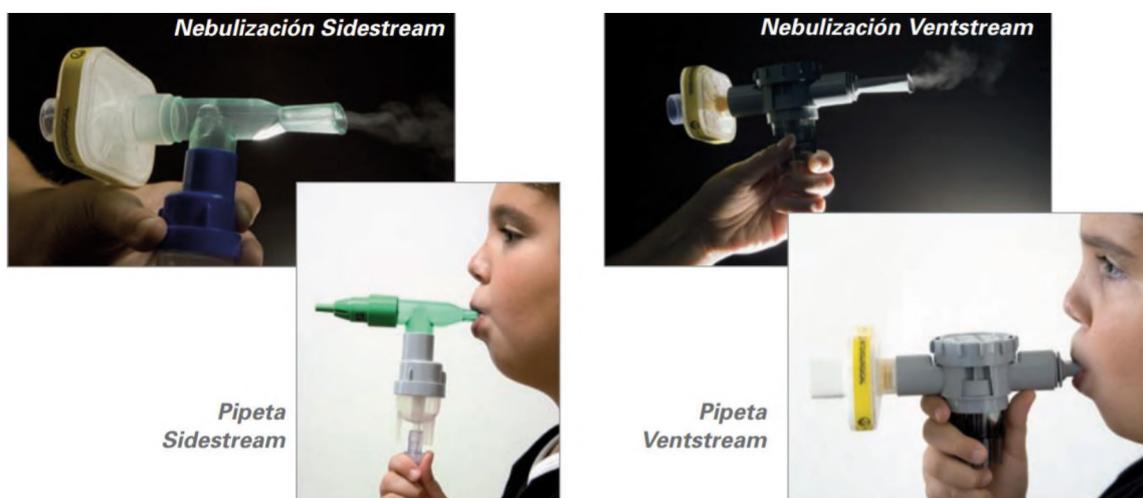


Figura 23. Vitalaire. Nebulización tipo jet. Pipeta sidestream y pipeta ventstream. [cited 8 November 2021]. Available from: https://www.vitalaire.es/sites/vitalaire_es/files/2016/11/21/aerosolterapia.pdf

aerosol se administra solo durante la fase inspiratoria y es liberado según el flujo respiratorio de cada paciente.

»» *Nebulizadores ultrasónicos*

Son necesarias vibraciones de alta frecuencia para generar el aerosol. La energía eléctrica se convierte en vibratoria transmitiendo el líquido al nebulizador, y así produciendo su dispersión en partículas.²¹

No son apropiados para los corticoides, cuando se utilizan medicamentos en suspensión, las ondas ultrasónicas pueden inactivarlos. Tampoco son recomendables para la nebulización de antibióticos, el calor que desprenden puede afectar a la suspensión. Tampoco son recomendables para el tratamiento crónico como ataques de asma agudos. Su indicación se restringe en exacerbaciones graves o pacientes no candidatos a utilizar otros dispositivos. Sin embargo, entre sus ventajas encontramos que nebulizan grandes volúmenes de líquidos, y son muy silenciosos.²¹



Figura 24. OMRON. Nebulizador ultrasónico. [cited 8 November 2021]. Available from: <https://www.logarsalud.com/geriatria-discapacidad/nebulizadores/nebulizador-ultrasonico-omron-ne-u780-profesional.html>

»» *Nebulizadores de malla*

Cuando el líquido a nebulizar pasa por los orificios de una malla se genera el aerosol. Son poco voluminosos y muy rápidos. Al igual que los nebulizadores jet sirve para nebulizar suspensiones y antibióticos. En cuenta a la eficacia, los de malla son mejores que los jet al obtener un mayor depósito pulmonar y una pérdida mínima del fármaco al ambiente. Además, pueden funcionar con baterías o pilas y son silenciosos.

Recomendaciones para la administración de medicación mediante nebulización en entorno hospitalario:

1. Comprobar la prescripción médica.
2. Informar al paciente de la administración del fármaco mediante nebulización y de los motivos de administración.
3. Antes de iniciar el tratamiento nebulizador, se debe realizar un lavado de manos con jabón antiséptico o solución hidroalcohólica.

4. Preparar la medicación prescrita y el equipo nebulizador.
5. Comprobamos la medicación y completamos con SF al 0,9% hasta aproximadamente 4 ml.
6. Explicamos al paciente que debe realizar respiraciones a ritmo normal, con alguna inspiración a ser posible y realizar de tanto en tanto pausas respiratorias de 5 segundos, permitiendo así una mejor distribución del medicamento.
7. Colocamos al paciente bien sentado, incorporado con el respaldo de la cama a unos 45°.
8. Se puede utilizar la mascarilla o la pieza bucal. La pipeta en general es el dispositivo de elección. Sin embargo, hay pacientes, con disnea severa o deterioro del nivel de conciencia, que son incapaces de realizar correctamente la nebulización con pipeta, y se aconseja mascarilla.
9. El sistema de nebulización se debe conectar al oxígeno y fijar el flujo entre 6 y 8 litros por minuto hasta que empiece a salir la niebla a través de la mascarilla.
10. Si el nebulizador tiene un compresor hay que conectarle la boquilla, comprobamos que esté enchufado en la red eléctrica y pulsaremos el botón de encendido. El compresor debe estar en un espacio bien ventilado y limpio mientras se está nebulizando.
11. Colocamos la mascarilla al paciente comprobando que siga nebulizando adecuadamente.
12. Si el paciente siente dificultad para respirar durante la nebulización, se debe detener.
13. El tiempo que se tarda a administrar la sustancia nebulizada coincide con la finalización de emisión de partículas. No debe pararse hasta que finalice, aproximadamente en 10-15 minutos. El tiempo de nebulización depende del flujo de aire y la densidad y volumen del fármaco nebulizado.
14. En caso de haber administrado corticoides, se deberán realizar enjuagues bucales con antiséptico bucal o bicarbonato sódico diluidos.
15. Al retirar el nebulizador, volveremos a comprobar si hay oxigenoterapia prescrita, comprobando de nuevo el flujo prescrito.
16. La reutilización de las cazoletas aumenta el riesgo de infecciones respiratorias.
17. Se procederá a retirar los guantes y realizar higiene de manos con un jabón antiséptico, o utilizar una solución hidroalcohólica.
18. Se explicará al paciente como toser, y así movilizar secreciones.

Cuidado del nebulizador:

- En todos los nebulizadores hay que apuntar la fecha de apertura y el nombre del paciente.

- El vaso del nebulizador se limpiará con agua después de cada uso y se dejará secar al aire.
- Se cambiará el equipo de nebulización cada 48 horas como máximo, hay que revisar la fecha etiquetada en el dispositivo.

Ventajas de la administración de nebulizaciones²²:

- La relación de la dosis y la eficacia es adecuada.
- Actúan sobre el órgano diana.
- Máximo efecto terapéutico en menor tiempo.
- Causan menos efectos secundarios.
- No precisan de coordinación ni un flujo inspiratorio mínimo.
- Permite administrar fármacos o dosis más elevadas de fármacos que no se pueden utilizar en inhaladores.

Complicaciones y reacciones adversas²²

- Al inhalar fármacos adrenérgicos se pueden producir insomnio, cefalea y nerviosismo.
- Cuando se inhalan aerosoles fríos o muy densos se puede producir broncoespasmo.
- Cuando se administran algunos fármacos, como la N-acetilcisteína de forma nebulizada se puede producir broncoconstricción.
- Con el uso de nebulizadores hay un mayor riesgo de infección en los profesionales y acompañantes del usuario al que se le nebuliza por inhalación de aerosoles.
- Es importante sellar la mascarilla adecuadamente en la cara para evitar irritación en los ojos, al administrar la nebulización con mascarilla muchas partículas se acumulan en los ojos.

Factores que determinan el depósito de los aerosoles

Los factores que influyen en el depósito de partículas de un aerosol en la vía aérea está condicionado por diversos factores. Los más relevantes son el tamaño de partícula, el flujo aéreo inspiratorio que el paciente es capaz de producir y las dimensiones de la vía aérea. Sin embargo también influyen la cantidad de aerosol generado, la capacidad de absorción de la humedad atmosférica, el patrón ventilatorio y las características anatómicas de la vía aérea.²³

El tamaño de las partículas se define mediante el diámetro de la masa media aerodinámica (DMMA). Mayormente, las partículas con DMMA de 0,5-5 μm se depositan en las pequeñas vías aéreas y alvéolos, las de 5-10 μm en las vías aéreas centrales y las de mayor de 10 μm se depositan en la orofaringe.²³

La penetración, deposición y retención del aerosol dependen del patrón ventilatorio de cada individuo. El patrón respiratorio idóneo radica en una respiración pausada y profunda, acompañada de una apnea al final de la inspira-

ción. De esta forma se permite una mayor concentración de partículas en las vías aéreas más periféricas. En conclusión, la efectividad de la administración de medicamentos por vía inhalatoria es directamente proporcional al volumen corriente e inversamente proporcional a la frecuencia respiratoria, por lo que cuanto mayor volumen se inhale, las partículas de aerosol se distribuirán más periféricamente.²³ En los pacientes con las vías aéreas más estrechas (patologías como EPOC, niños, etc.), las partículas se depositan en las zonas más próximas de la vía aérea. Por lo que la efectividad de la aerosolterapia depende de:²³

- La patología pulmonar subyacente
- La anatomía de la vía aérea

CONCLUSIÓN

El oxígeno es considerado un tratamiento de gran importancia clínica, por lo que tiene indicaciones precisas para algunas patologías. Asimismo, también produce efectos adversos con manifestaciones tóxicas, que se asocian a su uso a altas concentraciones durante tiempo prolongado.

La oxigenoterapia es el tratamiento primordial de la hipoxemia. Su principal objetivo es la prevención o la reversión de las consecuencias de la hipoxemia, mejorando así la oxigenación tisular. El déficit de oxígeno afecta al funcionamiento de los tejidos del organismo, por lo que hay que administrar oxígeno de forma inmediata ante la sospecha de hipoxemia.

Cuando se administra la dosis adecuada, puede enriquecer la calidad de vida de los pacientes y aumentar sus expectativas de vida. La dosis tiene que ser individualizada para cada paciente y según su necesidad clínica en determinado momento. En todos los pacientes críticos hay que intentar alcanzar cifras normales de oxigenación, SatO_2 de 94-98%, pero en los pacientes que tienen riesgo de fallo respiratorio hipercápnico debemos alcanzar una SatO_2 de 88-92%.

La clínica y algunas técnicas como la pulsioximetría o gasometría nos dan parámetros objetivos para regular la necesidad de oxigenoterapia. La oxigenoterapia debe ser pautada a la concentración mínima posible para que consigan los objetivos recomendados.

Son distintos los factores que influyen en la selección de los dispositivos de administración de oxigenoterapia. Todos tienen ventajas, desventajas e indicaciones precisas. Es importante valorar tanto las características del dispositivo, las individuales, la patología y la respuesta a la administración de este medicamento. Los sistemas que se utilizan para la administración de oxigenoterapia se clasifican en sistemas de bajo flujo y de alto flujo. Si queremos administrar al paciente una FiO_2 conocida tendremos que utilizar un sistema de alto flujo.

Para administrar oxígeno se puede utilizar un humidificador. Sin embargo, no es necesario el humidificador para la administración de oxígeno de bajo flujo, con mascarilla o cánula nasal, o para el uso a corto plazo de oxígeno de alto flujo.

El tratamiento con OCD debe ser de como mínimo 16 horas/día para ser efectivo, aunque sería óptimo 24 horas. Aumenta la esperanza y calidad de vida en aquellos pacientes con EPOC y insuficiencia respiratoria.

El uso de la vía inhalatoria para la administración de medicación permite una acción más inmediata y menor absorción sistémica, se obtiene el efecto deseado con menor dosis de fármaco utilizada, disminuyendo el riesgo de efectos adversos.

El uso de nebulizadores incrementa el riesgo de infección, por lo que solo deben utilizarse cuando no sea posible el uso de inhaladores. Utilizar nebulizadores con pipeta también disminuye el riesgo de infección.

Para conseguir que salga una niebla fina por la mascarilla el flujo debe estar fijado entre 6 a 8 litros por minuto y debemos completar la cazoleta hasta 4 cc con SF 0,9%. Los equipos de oxigenoterapia y nebuloterapia deben cambiarse cada 48h.

Los factores que determinan el depósitos de partículas de un aerosol en la vía aérea está condicionado por el tamaño de partícula, el flujo aéreo inspiratorio que el paciente es capaz de generar y las dimensiones de la vía aérea, la cantidad de aerosol producido, la capacidad de absorción de la humedad atmosférica y el patrón ventilatorio.

Los conocimientos acerca de la oxigenoterapia y la administración de fármacos por vía inhalatoria por parte de enfermería son deficientes. Este colectivo es responsable del manejo de estos sistemas, y tiene el deber de conocer sus características y uso. Además realizan la educación sanitaria a los usuarios de oxigenoterapia y terapia inhalatoria.

BIBLIOGRAFÍA

- Chiner E, Giner J. Manual SEPAR de procedimientos: Sistemas de oxigenoterapia [Internet]. Barcelona: Editorial Respira; 2014 [cited 18 January 2022]. Available from: https://issuu.com/separ/docs/manual_29_sistemas_de_oxigenoterapi?e=3049452/7299084
- Pérez C, Peluffo G, Giachetto G. Oxigenoterapia. Archivos de Pediatría del Uruguay [Internet]. 2020 [cited 11 November 2022];(91). Available from: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12492020000700026
- Alonso Fernández C, Pélaez J, Sánchez J. La oxigenoterapia en pediatría y sus complicaciones. NPunto [Internet]. 2018 [cited 8 December 2021];. Available from: <https://www.npunto.es/revista/5/la-oxigenoterapia-en-pediatría-y-sus-complicaciones-5>
- González-Sanz A, Martín-Vaquero Y, Villar-Bustos C. Evidencias de los cuidados para NIC 3320 oxigenoterapia. Revista Cubana de Enfermería [Internet]. 2018 [citado 8 Ene 2022]; 34 (3) Disponible en: <http://www.revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/2961>
- Anastasia S, Ugencio A, Zamora J. Oxigenoterapia: conceptos generales, objetivos y dispositivos para su administración. Revisión bibliográfica. Revista Electrónica de PortalesMedicoscom [Internet]. 2020 [cited 8 December 2021];(15). Available from: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/oxigenoterapia-conceptos-generales-objetivos-y-dispositivos-para-su-administracion-revision-bibliografica/>
- O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J on behalf of the BTS Emergency Oxygen Guideline Development Group, et al British Thoracic Society Guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings BMJ Open Respiratory Research 2017;4:e000170. doi: 10.1136/bmjresp-2016-000170 (<https://bmjopenrespres.bmj.com/content/4/1/e000170>)
- García M. MANEJO DE LA INSUFICIENCIA RESPIRATORIA EN RESPIRATORIA EN URGENCIAS. AGUDIZACIÓN DE LA EPOC [Internet]. Badajoz: Servicio de Urgencias. CHU Infanta Cristina; 2017 [cited 19 January 2022]. Available from: <https://www.areasaludbadajoz.com/images/stories/epoc.pdf>
- Branson, RD, Robinson, BRH Oxígeno: ¿cuándo es más enemigo del bien ?. Intensive Care Med 37, 1-3 (2011). <https://doi.org/10.1007/s00134-010-2034-y>
- Gordo-Vidal F, Calvo-Herranz E, Abella-Álvarez A, Salinas-Gabiña I. Toxicidad pulmonar por hiperoxia. Medicina Intensiva [Internet]. 2010 [cited 2 December 2021];34(2):134-138. Available from: <https://www.medintensiva.org/es-toxicidad-pulmonar-por-hiperoxia-articulo-S0210569109000382>
- Heili-Frades S, L'Her E, Lellouche F. Oxigenoterapia. Nuevos datos de toxicidad, nuevas recomendaciones y soluciones innovadoras: sistemas automatizados de titulación y destete de oxigenoterapia. REVISTA DE PATOLOGÍA RESPIRATORIA [Internet]. 2020 [cited 18 January 2022];23(1). Available from: https://www.revistadepatologiaspiratoria.org/descargas/PR_23-1_15-23.pdf
- Mayoralas-Alises S, Carratalá J, Díaz-Lobato S. Nuevas perspectivas en la titulación de la oxigenoterapia: ¿es la titulación automática el futuro?. Archivos de Bronconeumología [Internet]. 2019;55(6). Available from: <https://www.archbronconeumol.org/es-nuevas-perspectivas-titulacion-oxigenoterapia-es-articulo-S0300289618303405#bib0415>
- Ospina-Tascón G, Calderón L, García A. Effect of High-Flow Oxygen Therapy vs Conventional Oxygen Therapy on Invasive Mechanical Ventilation and Clinical Recovery in Patients With Severe COVID-19. [Internet]. 2021 [cited 18 January 2022];. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2786830>
- Código deontológico - CODEM. Ilustre Colegio Oficial de Enfermería de Madrid [Internet]. Codem.es. 2022 [cited 9 January 2022]. Available from: <https://www.codem.es/codigo-deontologico>
- Banco de Preguntas Preevid. A una persona con oxigenoterapia, ¿es necesario humidificar el oxígeno durante todo el tiempo? Murciasalud, 2019. Disponible en <http://www.murciasalud.es/preevid/23308>

15. Banco de Preguntas Preevid. ¿Está indicado el uso de humidificador con la mascarilla reservorio? Murciasalud, 2020. Disponible en <http://www.murciasalud.es/preevid/23834>
16. Luján M, Peñuelas Ó, Cinesi Gómez C, García-Salido A et al. Sumario de las recomendaciones y puntos clave del Consenso de las Sociedades Científicas Españolas (SEPAR, SEMICYUC, SEMES; SECIP, SENEo, SEDAR, SENP) para la utilización de la ventilación no invasiva y terapia de alto flujo con cánulas nasales en el paciente adulto, pediátrico y neonatal con insuficiencia respiratoria aguda grave. *Medicina Intensiva* [Internet]. 2021 [cited 18 January 2022];45(5):298-312. Available from: <https://www.medintensiva.org/es-sumario-recomendaciones-puntos-clave-del-articulo-S0210569120303338>
17. Chiner Vives E, Fernández Fabrellas E, Agüero Balbín R, MartínezGarcíaM. Aerosolterapia. *Open Respiratory Archives* [Internet]. 2020 [cited 18 January 2022];2(2):89-99. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2659663620300126>
18. Arraiza N. Guía rápida y póster de dispositivos de oxigenoterapia para enfermería [Internet]. 2015 [cited 8 December 2021]. Available from: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/18478/Nahia%20Arraiza%20Gulina.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
19. Fernández D, Ordás B, Josefa D. Técnicas y procedimientos de Enfermería en urgencias y emergencias I. Leioa: Salusplay; 2018.
20. Eychenne N, Jaouadi A, Macquart D. Évaluation des connaissances et des pratiques de la nébulisation par les soignants. *Revue des maladies respiratoires* [Internet]. 2016 [cited 8 December 2021];5187(5):525-590. Available from: <https://www.rev-mal-respir.com/article/1124884>
21. García S, Caro I, Aguinagalde A. DISPOSITIVOS Y GUÍA DE ADMINISTRACIÓN VÍA INHALATORIA [Internet]. Grupo de Productos Sanitarios de la SEFH; 2017 [cited 8 November 2021]. Available from: https://grupos-detrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/dispositivos%20de%20inhalacion_gps.pdf
22. Rodríguez-Tallo J. Protocolo de enfermería para la administración de medicación inhalatoria y nebulizaciones. ICUE [Internet]. 2017 [cited 8 November 2021];1(3). Available from: <https://www.revistaicue.es/revista/ojs/index.php/ICUE/article/view/43/pdf>
23. Solé A, Girón R. Antibioterapia inhalada y dispositivos de inhalación en patología infecciosa pulmonar. *Revista Esp Quimioter* [Internet]. 2015 [cited 8 November 2021];28(1):19-24. Available from: https://seq.es/wp-content/uploads/2015/02/seq_0214-3429_28_sup1_sole.pdf
24. Úbeda Sansano M, Montón Álvarez J, Cortés Rico O. Dispositivos de inhalación [Internet]. Aepap.org. 2013 [cited 8 November 2021]. Available from: <https://www.aepap.org/sites/default/files/gvr/dt-gvr-7-inhaladores.pdf>
25. Codinardo, Carlos, Cáneva, Jorge Osvaldo, Montiel, Guillermo, Uribe Echevarría, María Elisa, Lisanti, Raúl, Larrateguy, Luis, Larrateguy, Santiago, Ciruzz, Julián, Torres, Rubén, Recomendaciones sobre el uso de oxigenoterapia en situaciones especiales. *Revista Americana de Medicina Respiratoria* [Internet]. 2016;16(2):150-162. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382145839008>
26. Cordinardo C, Cáneva J, Gil B. Recomendaciones sobre el uso de oxigenoterapia ambulatoria. *Revista Americana de Medicina Respiratoria* [Internet]. 2018 [cited 18 January 2022];18(2). Available from: https://www.vitalaire.cl/sites/vitalaire_cl/files/2018/09/19/recomendaciones_sobre_el_uso_de_oxigenoterapia_ambulatoria.pdf
27. Rodríguez J, Bravo L, Alcázar B. Oxigenoterapia continua domiciliaria. *Open Respiratory Archives* [Internet]. 2020 [cited 8 November 2021];2(2):33-45. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2659663620300138>