

CAPÍTULO XXXI

Oxigenoterapia

*Luisa Fernanda Güell Camacho, Enf.
Especialista en Cuidado Respiratorio.
Coordinadora del Programa de Rehabilitación Pulmonar
Fundación Santa Fe de Bogotá.*

INTRODUCCIÓN

Esta guía describe la administración de oxígeno en pacientes agudamente enfermos que se encuentran en un servicio de urgencias. Ha sido basada parcialmente en la excelente guía de práctica publicada por la American Association for Respiratory Care (AARC) y en una amplia revisión bibliográfica tanto internacional como nacional.

DEFINICIÓN DEL PROCEDIMIENTO

La oxigenoterapia es la administración de oxígeno a concentraciones mayores que las del aire ambiente, con la intención de tratar o prevenir los síntomas y las manifestaciones de la hipoxia.

INDICACIONES

Cuando un paciente ingresa al servicio de urgencias con dificultad respiratoria y signos de hipoxemia, inmediatamente se inicia oxígeno y, de manera simultánea, se mide la saturación de oxígeno y se realizan gases arteriales.

En pacientes agudos, sin antecedentes de enfermedad respiratoria crónica, se inicia la oxigenoterapia con FiO_2 elevadas (FiO_2 de 0,5 o más) y monitoreo del paciente con la satu-

ración percutánea dentro de las siguientes 8-12 horas asegurando la FiO_2 necesaria para mantener la saturación sobre 90% o más.

En pacientes con EPOC y agudización se debe iniciar la oxigenoterapia con bajas concentraciones de oxígeno y aumentarlas progresivamente hasta lograr una saturación alrededor del 90%, vigilando en forma clínica y mediante gasimetría el posible aumento de la hipercapnia. El seguimiento del paciente con EPOC se realiza con determinación de gases arteriales en las siguientes dos horas de iniciada la oxigenoterapia.

La oxigenoterapia está indicada en las siguientes situaciones:

- Hipoxemia documentada: hipoxemia se define como la disminución de la PaO_2 por debajo del rango normal. A nivel del mar, el valor normal de la PaO_2 es de $90 \text{ mmHg} \pm 10$, y, a 2.640 metros sobre el nivel del mar, el valor normal de la PaO_2 es de 63 ± 3 . Se debe iniciar oxígeno en cualquier persona con saturación arterial de oxígeno (SaO_2) menor de 90 %.
- En una situación aguda en que se sospecha hipoxemia: en tal caso, se requiere confirmarla en un período apropiado de tiempo después del inicio de la terapia.

- Traumatismo severo.
- Infarto agudo de miocardio o angina inestable.
- Terapia a corto plazo o intervención quirúrgica (por ejemplo recuperación pos anestesia).

Además de evaluar la indicación de la oxigenoterapia es importante determinar el origen de la hipoxemia, y de esta manera, complementar el manejo con la corrección de la causa. En la práctica es casi imposible establecer la causa de la hipoxemia sólo con los gases arteriales; sin embargo, una adecuada evaluación clínica y la presencia de enfermedades específicas pueden orientar la toma de decisiones.

Las principales causas de hipoxemia de origen respiratorio son las siguientes:

- Alteración en la relación ventilación/perfusión. Es la causa más frecuente de hipoxemia en enfermedades pulmonares como asma, neumonía, atelectasia, bronquitis y enfisema.
- Hipoventilación alveolar; además de hipoxemia se observa elevación de la PaCO_2 .
- Trastornos en la difusión; rara vez causan hipoxemia en reposo.
- Aumento del cortocircuito intrapulmonar; puede ocurrir por alteración en el parénquima pulmonar como en el SDRA.
- Aumento del espacio muerto.

Las causas más frecuentes de hipoxemia de origen no respiratorio son las siguientes:

- Disminución de la presión parcial (tensión) del oxígeno o de la cantidad de oxígeno en el gas inspirado. Ocurre en las grandes alturas (baja presión parcial) o al inspirar mezclas de gases inertes como propano (baja cantidad). El aire ambiente que se respira normalmente contiene 21% de oxígeno.

- Disminución del gasto cardiaco.
- Cortocircuito intracardiaco de derecha-izquierda.
- Shock.
- Hipovolemia.
- Disminución de la hemoglobina o alteración química de la molécula.

Otras indicaciones de oxigenoterapia en urgencias son:

Insuficiencia respiratoria crónica agudizada, crisis asmática, obstrucción de vía aérea superior, compromiso neuromuscular, oxigenoterapia previa por tiempo indefinido (EPOC, fibrosis pulmonar, falla cardiaca), intoxicación por monóxido de carbono e intoxicación por cianuro.

CONTRAINDICACIONES

No existen contraindicaciones específicas para la oxigenoterapia cuando las indicaciones han sido confirmadas.

PRECAUCIONES Y POSIBLES COMPLICACIONES

El oxígeno, como cualquier medicamento, debe ser administrado en las dosis y por el tiempo requerido, con base en la condición clínica del paciente y, en lo posible, fundamentado en la medición de los gases arteriales. Se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Los pacientes con hipercapnia crónica (PaCO_2 mayor o igual a 44 mmHg a nivel del mar y mayor o igual a 35 mmHg a nivel de Bogotá) pueden presentar depresión ventilatoria si reciben concentraciones altas de oxígeno; por lo tanto, en estos pacientes está indicada la administración de

oxígeno a concentraciones bajas (no mayores de 30%). En pacientes con EPOC, hipercápnicos e hipoxémicos crónicos, el objetivo es corregir la hipoxemia (PaO_2 por encima de 60 mmHg y saturación mayor de 90%) sin aumentar de manera significativa la hipercapnia.

- Con FiO_2 mayor o igual a 0,5 (50%) se puede presentar atelectasia de absorción, toxicidad por oxígeno y depresión de la función ciliar y leucocitaria.
- En prematuros debe evitarse llegar a una PaO_2 de más 80 mmHg, por la posibilidad de retinopatía.
- En niños con malformación cardiaca ducto-dependiente el incremento en la PaO_2 puede contribuir al cierre o constricción del conducto arterioso.
- El oxígeno suplementario debe ser administrado con cuidado en intoxicación por paraquat y en pacientes que reciben bleomicina.
- Durante broncoscopia con láser, se deben usar mínimos niveles de oxígeno suplementario por el riesgo de ignición intratraqueal.
- El peligro de un incendio aumenta en presencia de concentraciones altas de oxígeno. Todo servicio de urgencias debe tener a mano extintores de fuego.
- Otro posible riesgo es la contaminación bacteriana asociada con ciertos sistemas de nebulización y humidificación.

EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD

La necesidad de oxigenoterapia se determina por la presencia de una inadecuada presión parcial de oxígeno en la sangre arterial o por una baja saturación, determinados por métodos invasores o no invasores o por la presencia de alguno de los indicadores clínicos anteriormente descritos.

Para determinar la presencia de hipoxemia se debe realizar una gasimetría arterial. Ésta permite no sólo la medición de la PaO_2 , sino también, de la PaCO_2 y el cálculo de la D(A-a)O_2 , datos que ayudan a determinar la causa de la hipoxemia.

La pulsoximetría puede ser útil en algunas circunstancias; sin embargo, si se sospecha hipercapnia es mejor realizar gasimetría arterial para evitar una mayor retención de CO_2 con la oxigenoterapia guiada sólo por este método no invasor.

LIMITACIONES DEL PROCEDIMIENTO

Los beneficios de la oxigenoterapia en el tratamiento de hipoxia secundaria a anemia o a alteraciones circulatorias (shock hipovolémico, shock séptico) son limitados en la medida en que, a pesar de ser la oxigenoterapia indispensable, su empleo no consigue revertir la hipoxia tisular a menos que se pongan en marcha simultáneamente los tratamientos específicos de las alteraciones señaladas.

En los casos en los que está indicado el soporte ventilatorio, la oxigenoterapia no debe ser usada en lugar de la ventilación mecánica.

EQUIPOS

Existen dos sistemas para la administración de oxígeno: los sistemas de bajo flujo y los sistemas de alto flujo.

SISTEMAS DE BAJO FLUJO

Estos sistemas suministran oxígeno puro (100%) a un flujo menor que el flujo inspiratorio del paciente. El oxígeno administrado se mezcla con el aire inspirado y, como resultado, se

obtiene una concentración de oxígeno inhalado (FiO_2) variable, alta o baja, dependiendo del dispositivo utilizado y del volumen de aire inspirado por el paciente. Es el sistema de elección si la frecuencia respiratoria es menor de 25 respiraciones por minuto y el patrón respiratorio es estable, de lo contrario, el sistema de elección es un dispositivo de alto flujo.

CÁNULA NASAL

Puede suministrar una FiO_2 de 0,24-0,40 (24%-40%) de oxígeno a un flujo de hasta 6 litros por minuto en adultos (dependiendo del patrón ventilatorio). En recién nacidos y en niños el flujo se debe limitar a máximo 2 litros/minuto.

Los consensos sobre oxigenoterapia establecen que el oxígeno suministrado a los adultos por cánula nasal con cantidades de flujo menor o igual a 4 litros por minuto no necesita ser humidificado; sin embargo, es común observar en servicios de urgencias y hospitalización la utilización de humidificación. Si la institución establece por protocolo la humidificación de todos los gases inhalados, asimismo, debe establecer los mecanismos de seguimiento, manejo y cambio de las soluciones de humidificación utilizadas con el fin de evitar contaminación.

No se aconseja la utilización de cánula cuando son necesarios flujos superiores a 6 litros por minuto, debido a que el flujo rápido de oxígeno ocasiona resequeidad e irritación de las fosas nasales y no aumenta la concentración del oxígeno inspirado.

MÁSCARA DE OXÍGENO SIMPLE

Puede suministrar una FiO_2 de 0,35-0,50 (35%-50%) de oxígeno con flujos de 5-10 litros por minuto. Es necesario mantener un flujo mínimo de 5 litros por minuto con el fin de

evitar la reinhalación de CO_2 secundario al acúmulo de aire espirado en la máscara. Se deben tomar precauciones cuando se utiliza una máscara simple, pues, su empleo a largo plazo puede ocasionar irritación en la piel y úlceras de presión. Durante el periodo de alimentación el paciente debe utilizar cánula de oxígeno para evitar hipoxemia.

MÁSCARA DE REINHALACIÓN PARCIAL (MÁSCARA CON RESERVORIO)

Es una máscara simple con una bolsa o reservorio en su extremo inferior; el flujo de oxígeno debe ser siempre suficiente para mantener la bolsa inflada. A un flujo de 6 a 10 litros por minuto puede aportar una FiO_2 de 0,4-0,7 (40%-70%). Las máscaras de no reinhalación de oxígeno son similares a las máscaras de reinhalación parcial, excepto, por la presencia de una válvula unidireccional entre la bolsa y la máscara que evita que el aire espirado retorne a la bolsa. Las máscaras de no reinhalación deben tener un flujo mínimo de 10 litros por minuto y aportan una FiO_2 de 0,6-0,8 (60%-80%).

CÁNULA TRANSTRAQUEAL

Los pacientes que reciben oxígeno por cánula transtraqueal (pequeñas cánulas transtraqueales diseñadas para oxigenoterapia domiciliaria), pueden continuar recibiendo oxígeno por este método al llegar a urgencias si no hay problemas adicionales. Si se presentan dificultades relacionadas con la ruta de administración transtraqueal, la oxigenación debe ser asegurada por otros medios.

SISTEMAS DE ALTO FLUJO

Los sistemas de alto flujo aportan mezclas preestablecidas de gas con FiO_2 altas o bajas a velocidades de flujo que exceden las deman-

das del paciente, es decir, el flujo total de gas que suministra el equipo es suficiente para proporcionar la totalidad del gas inspirado. Los dispositivos de alto flujo utilizan el sistema Venturi con base en el principio de Bernuolli, en el cual, el equipo mezcla en forma estandarizada el oxígeno con el aire ambiente a través de orificios de diferente diámetro. Proporciona FiO_2 conocidas entre 24 y 50% (Tabla 1).

Las máscaras de traqueostomía, los adaptadores de tubo en T para tubos endotraqueales y las tiendas faciales, funcionan como sistemas de oxígeno suplementario de alto flujo si se conectan a un sistema Venturi. Requieren humidificadores de aerosol (micronebulizado) o humidificadores de cascada o reservorios.

MASCARILLA VENTURI

Suministra una concentración exacta de oxígeno independientemente del patrón respiratorio del paciente. Puede producir en el paciente sensación de confinamiento, calor e inclusive irritar la piel. Impide al paciente comer y hablar. La concentración de oxígeno puede variar si no se ajusta adecuadamente la mascarilla, si se angulan los tubos conectores, si se bloquean los orificios de entrada de la mascarilla o si se aplica un flujo de oxígeno inferior al recomendado.

TUBO EN T

El tubo en T proporciona un alto grado de humedad; se utiliza en tubos endotraqueales. La extensión en chimenea funciona como un sistema de recirculación parcial y, por lo tanto, debe mantenerse colocada; de lo contrario, se disminuye en forma significativa la FiO_2 .

CAMPANA DE OXÍGENO

Es una campana cerrada y compacta que se utiliza en lactantes. Proporciona un alto grado de humedad y funciona como un sistema de alto flujo si se conecta a un sistema Venturi. Es indispensable utilizarla con un nebulizador. Tiene como desventajas la dificultad para alimentar al lactante y la dificultad para su aplicación en niños activos. Se recomienda eliminar la condensación acumulada en los tubos por lo menos cada dos horas y, si se utiliza calentador, asegurar una temperatura de 34,5-35,6°C en el interior de la cámara con controles cada 4 horas.

TIENDA FACIAL

La tienda facial funciona como un sistema de alto flujo cuando se acopla a un nebulizador Venturi. Es útil en pacientes que no toleran la mascarilla facial o en caso de traumatismo facial. Es poco práctica para tratamiento a largo plazo, debido a que, en algunos pacientes produce sensación de calor y de confinamiento. El riesgo de reinhalación de CO_2 disminuye cuando la máscara se acopla a un sistema Venturi.

COLLAR O MASCARILLA DE TRAQUEOSTOMÍA

Proporciona un alto grado de humedad. Debe eliminarse la condensación acumulada, por lo menos cada dos horas, con el propósito de evitar el drenaje hacia la traqueostomía. La mascarilla debe ser limpiada cada cuatro horas con agua, puesto que, las secreciones acumuladas producen infección en el estoma. El orificio frontal de la máscara permite la aspiración de secreciones y no debe ser ocluido. Se recomienda evitar el uso de aerosoles calientes en traqueostomías recientes por el riesgo de causar hemorragias.

TABLA 1. FRACCIÓN INSPIRADA DE OXÍGENO CON DISPOSITIVOS DE BAJO Y ALTO FLUJO

SISTEMAS DE BAJO FLUJO		
DISPOSITIVO	Flujo en L/min	FiO ₂ (%)
Cánula nasal	1	24
	2	28
	3	32
	4	36
	5	40
Máscara de oxígeno simple	5-6	40
	6-7	50
	7-8	60
Máscara de reinhalación parcial	6	60
	7	70
	8	80
	9	90
	10	99
Máscara de no reinhalación	4-10	60-100
SISTEMAS DE ALTO FLUJO		
Máscara de Venturi(Verificar el flujo en l / min. Según indicaciones del fabricante).	3	24
	6	28
	9	35
	12	40
	15	50

FRECUENCIA

La oxigenoterapia debe ser administrada de manera continua, a menos que se haya demostrado que la necesidad de oxígeno está limitada a situaciones específicas (dormir por ejemplo).

MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE

- La evaluación clínica incluye el estado cardíaco, pulmonar y neurológico.
- Evaluación de parámetros fisiológicos. La medición de la presión arterial de oxígeno

(PaO₂) o de la saturación de oxígeno debe hacerse con la siguiente periodicidad:

- Al inicio de la terapia.
- Dentro de las 12 horas de inicio con una FiO₂ menor de 0,40 (40%).
- Dentro de las 8 horas de iniciación con una FiO₂ mayor o igual a 0,40 (40%), incluyendo recuperación post- anestésica.
- Dentro de las siguientes 72 horas en infarto agudo de miocardio.
- Dentro de las siguientes 2 horas en el paciente cuyo diagnóstico principal es EPOC.
- Dentro de la primera hora en el neonato.

Se debe considerar la necesidad de realizar ajustes en la FiO₂ en los pacientes que

incrementan el nivel de actividad (baño, desplazamientos, etc.).

MONITORIZACIÓN DEL EQUIPO

- Todos los sistemas de administración de oxígeno tienen que ser evaluados por lo menos una vez al día.
- Es necesario realizar evaluaciones más frecuentes con analizadores calibrados a algunos sistemas de administración de oxígeno:
 - Sistemas susceptibles de variación en la concentración de oxígeno (ej: sistemas mezcladores de alto flujo).
 - Sistemas de oxigenoterapia aplicados a pacientes con vía aérea artificial.
 - Sistemas que suministran mezclas de gas precalentado.
 - En pacientes que están clínicamente inestables o que requieren $FiO_2 \geq 0,50$.
 - Evitar la interrupción de la oxigenoterapia en situaciones como la deambulación o el transporte para procedimientos.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se evalúan mediante una valoración clínica y fisiológica que establezca una adecuada respuesta del paciente a la terapia. Después de iniciada la oxigenoterapia se debe evaluar periódicamente los beneficios clínicos, la corrección de la hipoxemia y la presencia de efectos deletéreos.

En los pacientes con EPOC agudizado se requieren 20 a 30 minutos para llegar a una situación de estabilidad luego de cualquier cambio en la FiO_2 . Por esta razón, las pulsoximetrías realizadas antes de este lapso de tiempo pueden dar información errónea que conduce a decisiones inadecuadas.

Se recomienda vigilar el posible empeoramiento de la $PaCO_2$ durante la oxigenoterapia en los siguientes pacientes:

- Pacientes con antecedente de retención de CO_2 en hospitalizaciones anteriores.
- Pacientes con EPOC que presentan empeoramiento súbito de la hipoxemia.
- Pacientes que correspondan al estereotipo del “abotagado azul”, con hipoxemia y cor pulmonale pero con disnea leve.
- Pacientes sin diagnóstico previo en quienes la hipoxemia aguda se acompaña de hipersomnolencia.

CONTROL DE LA INFECCIÓN

Bajo circunstancias normales los sistemas de oxígeno de flujo bajo (incluyendo cánulas y máscara simples) no representan riesgos clínicamente importantes de infección, siempre y cuando se usen en el mismo paciente, y no necesitan ser reemplazados rutinariamente. Los sistemas de alto flujo que emplean humidificadores precalentados y generadores de aerosol, especialmente cuando son aplicados a personas con vía aérea artificial, generan un importante riesgo de infección. Ante la ausencia de estudios definitivos sobre los intervalos de cambio de los equipos la guía de la American Association for Respiratory Care (AARC) recomienda establecer la frecuencia de cambio de los equipos de acuerdo con los resultados obtenidos por el comité de infecciones en cada institución. En forma general, se recomienda hacerlo cada 2-3 días.

LECTURAS RECOMENDADAS

1. American Academy of Pediatrics, American College of Obstetricians and Gynecologists. Guidelines for perinatal care. Second edition. Washington, 1988.

2. American Association for Respiratory Care (AARC). Clinical Practice Guideline. Oxygen therapy for adults in the acute care facility. *Respir Care* 2002; 47(6):717-720.
3. American Association for Respiratory Care (AARC). Clinical practice guideline. Selection of an oxygen delivery device for neonatal and pediatric patients. Revision & Update. Reprinted from *Respir Care* 2002; 47:707-716.
4. Bazuaye EA, Stone TN, Corris PA, et al. Variability of inspired oxygen concentration with nasal cannulas. *Thorax* 1992; 47:609-611.
5. Branson R. Respiratory care equipment. Lippincott Williams & Wilkins. New York, 1999.
6. Campbell EJ, Baker MD, Crites-Silver P. Subjective effects of humidification of oxygen for delivery by nasal cannula: a prospective study. *Chest* 1988; 93:289-293.
7. Chien JW, Ciuffo R, Novak R, et al. Uncontrolled oxygen administration and respiratory failure in acute asthma. *Chest* 2000; 117:728-733.
8. Estey W. Subjective effects of dry versus humidified low-flow oxygen. *Respir Care* 1980; 25:1143-1144.
9. Fairley HB. Oxygen therapy for surgical patients. *Am Rev Respir Dis* 1980; 122: 37-44.
10. Fisher AB. Oxygen therapy: side effects and toxicity. *Am Rev Respir Dis* 1980; 122:61-69.
11. Friedman SA, Weber B, Brisco WA, et al. Oxygen therapy: evaluation of various air-entraining masks. *JAMA* 1974; 228:474-478.
12. Fulmer JD, Snider GL. ACCP-NHLBI. National conference on oxygen therapy. *Chest* 1984; 86:234-247. Concurrent publication in *Respir Care* 1984; 29:922-935.
13. Giraldo-Estrada H. Oxigenoterapia en pacientes agudos. En: *Neumología*. J Roa, M Bermúdez, R Acero (Editores). McGraw Hill Interamericana. Bogotá, 2000.
14. Goldstein RS, Young J, Rebeck AS. Effect of breathing pattern on oxygen concentration received from standard face masks. *Lancet* 1982; 2:1188-1190.
15. Hanson CW 3rd, Marshall BE, Frasch HF, et al. Causes of hypercarbia with oxygen therapy in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med* 1996; 24:23-28.
16. Ingrassia TS 3rd, Ryu JH, Trastek VF, et al. Oxygen-exacerbated bleomycin pulmonary toxicity. *Mayo Clin Proc* 1991; 66: 173-178.
17. Jensen AG, Johnson A, Sandstedt S. Rebreathing during oxygen treatment with face mask: the effect of oxygen flow rates on ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1991; 35:289-292.
18. Kacmarek RM. Methods of oxygen delivery in the hospital. *Prob Respir Care* 1990; 3:563-574.
19. Konschak MR, Binder A, Binder RE. Oxygen therapy utilization in a community hospital: use of a protocol to improve oxygen administration and preserve resources. *Respir Care* 1999; 44:506-511.
20. Páez-Moya S. Oxigenoterapia. En: *Fundamentos de medicina: neumología*. Editado por C Chapparro, CE Awad, CA Torres. Corporación para las Investigaciones Biológicas. Medellín, 1998.
21. Patiño JF. Gases Sanguíneos, Fisiología de la Respiración e Insuficiencia Respiratoria Aguda. Sexta edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Bogotá, 2001.
22. Pierson DJ. Pathophysiology and clinical effects of chronic hypoxia. *Respir Care* 2000;45:39-53.
23. Reinartz JA, Pierce AK, Mays BB, et al. The potential role of inhalation therapy equipment in nosocomial pulmonary infections. *J Clin Invest* 1965; 44:831-839.
24. Servera E, Escarrabill J, Cresencia V. Oxigenoterapia. En: *Prevención y Rehabilitación en Patología Respiratoria*. M Giménez, E Servera, P Vergara (Editores). Editorial Panamericana. Madrid, 2001.
25. Snider GL, Rinaldo JE. Oxygen therapy in medical patients hospitalized outside of the intensive care unit. *Am Rev Respir Dis* 1980; 122:29-36.
26. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, Centers for Disease Control. Guideline for prevention of nosocomial pneumonia and guideline ranking scheme. CDC. Atlanta, 1982.