

CAPÍTULO 2

OXIGENOTERAPIA

¡ EN ESTE CAPÍTULO

Conceptos básicos
Objetivos de la oxigenoterapia
Indicaciones
Fisiología de la oxigenoterapia
Elementos materiales
Cuidados de enfermería
Sistemas de monitorización



Con libertad, libros, flores y la luna ¿quién podría no ser feliz?

Oscar Wilde

Aquí encontrarás:

La gran batalla del ser humano contra las enfermedades respiratorias ha incluido desarrollar técnicas que sean capaces de soportar y, en algunos casos, reemplazar la función del sistema respiratorio en su objetivo de aporte de oxígeno y eliminación de dióxido de carbono. Este capítulo integra en forma ágil y resumida las definiciones, conceptos básicos que involucran la administración de oxígeno, define claramente la finalidad de su administración, cuándo usarlo y cuidados básicos durante la oxigenoterapia.

▣ INTRODUCCIÓN

La oxigenoterapia se define como el aporte suplementario de oxígeno (O_2) en el aire inspirado (16). Es el tratamiento más utilizado en el sistema respiratorio y ello ha llevado a desarrollar el concepto, muy acertado, de considerarse como un medicamento, en el sentido de que requiere establecerse una necesidad real del mismo, definir la dosis precisa y ejercer vigilancia y evaluación contante según las condiciones particulares de cada persona.

El objetivo más importante de la administración de oxígeno con fines terapéuticos es evitar o minimizar los efectos de la hipoxemia, a fin de garantizar la oxigenación adecuada de los tejidos.

Bajo esta premisa, es indispensable desarrollar un adecuado dominio de los diferentes aspectos fundamentales de la oxigenoterapia desde identificar oportunamente las indicaciones del tratamiento, plantear las metas terapéuticas, seleccionar acertadamente el sistema de administración, evaluar la respuesta al mismo y proponer cambios.

▣ CONCEPTOS BÁSICOS

- **Hipoxemia**

Descenso de la presión parcial de O_2 (PaO_2) en sangre arterial por debajo de valores normales establecidos.

Es importante considerar que los valores de PaO_2 son variables y están muy relacionados con factores muy particulares como la altura sobre el nivel del mar (la altitud), la fracción inspirada de oxígeno disponible (FiO_2) y por su puesto factores propios de la persona como la etapa del ciclo vital en la que se encuentre, morbilidades, etc.

Para efectos prácticos consideraremos hipoxemia como una PaO_2 por debajo de 80 mmHg, en condiciones de altitud nivel cero (sobre el nivel del mar) y sin ningún aporte suplementario de oxígeno.

Mediante la toma y evaluación de los gases arteriales conseguiremos medir la PaO_2 y determinar si existe o no hipoxemia.

- **Hipoxia**

Aporte insuficiente de oxígeno a los tejidos, resultado de una mala oxigenación celular que compromete la producción de energía, siendo deficiente para las necesidades metabólicas celulares (16). Su presencia se evidencia en la disfunción del órgano afectado y sus efectos pueden ser o no reversibles.

- **Fracción inspirada de oxígeno (FiO_2)**

El aire ambiental inspirado tiene diferentes componentes gaseosos como hidrogeno argón y oxígeno, en una mezcla con representación en proporción diferente para cada uno. El oxígeno tiene en promedio presencia en esta mezcla en un porcentaje del 21 %, con una variación, aunque mínima según condiciones de altura y presión de oxígeno.

- **Oximetría de pulso**

Se trata de un método que mide de manera no invasiva, el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial, se realiza con la ayuda de un dispositivo llamado oxímetro o pulsioxímetro. Su medición es posible gracias a la espectrofotometría que mide la hemoglobina que ha sido oxigenada (17).

Es importante aclarar que el resultado de esta medición se denomina saturación parcial de oxígeno (SpO_2). Cuando se mide la saturación de oxígeno directamente en sangre arterial (gases arteriales) se denomina saturación arterial de oxígeno (SaO_2).

A nivel del mar, los valores adecuados pueden variar entre un 97 % y un 99% y se acepta un límite inferior de 94 % (18).

En general, iniciamos oxigenoterapia cuando encontramos SpO_2 inferiores al 90 %, demoras en el inicio de la terapia pueden llevar a un descenso vertiginoso de la presión arterial de oxígeno. Sin embargo, en EPOC u otras enfermedades pulmonares, posiblemente no apliquen estos rangos.

▣ OXIGENOTERAPIA

Es la administración de O_2 adicional al aire inspirado, a través de dispositivos especializados, con una finalidad establecida (19).

La administración de oxígeno se debe iniciar cuando se identifique hipoxemia (aguda o crónica), es decir cuando la PaO_2 es inferior a 60 mmHg, que en general corresponde a una saturación parcial de oxígeno (SpO_2) del 90 %.

Cuando la presión arterial de oxígeno disminuye por debajo del valor antes mencionado, la capacidad de adhesión del oxígeno a la hemoglobina disminuye dramáticamente y la oxigenación de los tejidos se ve comprometida (20). Por ello, es indispensable que cuando se identifiquen SpO_2 por debajo del 90 % se inicie oportunamente oxígeno suplementario.

▣ OBJETIVOS DE LA OXIGENOTERAPIA

El objetivo general de la administración de oxígeno es garantizar la oxigenación celular y de los tejidos, evitando las consecuencias negativas de las medidas compensatorias a nivel cardiopulmonar.

Algunos objetivos específicos se describen a continuación.

- Disminuir los síntomas asociados a hipoxemia crónica.
- Corregir hipoxia establecida o sospechada.
- Minimizar el esfuerzo cardiopulmonar secundario a la hipoxemia
- Mejorar la respuesta a la actividad física.
- Contribuir a la formación de tejidos y a su desarrollo.
- Evitar o modular la hipertensión pulmonar.

▣ INDICACIONES DE LA OXIGENOTERAPIA

La necesidad de iniciar oxígeno puede ser determinada de forma objetiva mediante la interpretación de los gases arteriales (GA), cuando

se identifique una PaO_2 menor a 60 mmHg y la SpO_2 inferior a 90 % o cuando haya signos y síntomas de dificultad respiratoria: compromiso del murmullo vesicular, cianosis central o periférica, uso de músculos accesorios, taquipnea y manifestación de disnea, etc.

Ante una situación clínica donde se sospeche hipoxia, es pertinente iniciar oxígeno con prontitud, incluso sin contar con datos de gases arteriales.

Una vez se presenta cianosis central (coloración azulada en labios lengua y mucosas), los niveles de PaO_2 y saturación de oxígeno estarán inferiores a 50 mmHg y 85 % respectivamente, es pertinente actuar oportunamente iniciando la oxigenoterapia y paralelamente buscar el origen de la hipoxia y establecer medidas pertinentes (21).

Algunas situaciones de hipoxia aguda que tienen indicación de oxígeno suplementario son (16):

Causas de hipoxemia arterial

- Cualquier condición que lleve al desequilibrio de la ventilación/perfusión V/Q: neumonía, asma, atelectasias, entre otras.
- Hipoventilación alveolar (central o periférica): en este grupo pueden estar enfermedades que comprometan el sistema nervioso y muscular, así mismo medicamentos que provoquen impacto negativo en el patrón respiratorio.
- Shunt derecha-izquierda (intrapulmonar o extrapulmonar): cardiopatías cianosantes fistulas arteriovenosas y embolismos
- Grandes alturas: menor porcentaje de oxígeno en el aire inspirado.
- Eventos agudos que puedan provocar hipoxemia; trauma moderado o severo, anestesia, recuperación postanestésica, infarto agudo de miocardio.

Causas de hipoxia tisular sin presentación de hipoxemia

Existen situaciones en las cuales encontramos una PaO_2 por encima de 60 mmHg pero puede necesitarse la oxigenoterapia, ya que puede comprometer el aporte de oxígeno a los tejidos. El aire entra y se realiza el intercambio gaseoso, pero la distribución celular no es óptima.

Bajo estas circunstancias hay que buscar y corregir el origen de la situación. Algunas pueden ser:

1. Bajo gasto cardiaco: anemia, insuficiencia cardíaca y shock hipovolémico.
2. Intoxicación por monóxido de carbono: encontramos una PaO₂ normal, pero por la competencia del monóxido y el oxígeno en la adhesión a la hemoglobina, requiere aumentar esta concentración de oxígeno con oxigenoterapia.

Situaciones de hipoxia crónica que indican uso de oxigenoterapia:

- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)
- Hipertensión pulmonar (HTP)
- Cuidados paliativos
- Fibrosis quística
- Enfermedades neuromusculares y de la pared torácica
- Apnea e hipoapnea del sueño
- Cardiopatías estructuralmente difíciles

El aporte de oxígeno en condiciones crónicas debe estar sujeto a una evaluación objetiva e identificación de la necesidad real, no necesariamente el tener las condiciones mencionadas justifican el uso de oxigenoterapia, las indicaciones pueden variar, de acuerdo con el patrón de sueño, la actividad física y la frecuencia de agudización de los episodios.

El tiempo de uso del oxígeno puede ser continuo o por periodos: durante el sueño, la alimentación, etc.

▣ FISIOLÓGÍA DE LA OXIGENOTERAPIA

La hipoxemia se corrige aumentando los niveles de oxígeno en los alvéolos y la sangre, resultado que se mide con facilidad por medio una pulsioximetría.

Con la disminución de la hipoxemia, se alivian los síntomas y molestias iniciales, también logramos disminuir el trabajo cardiopulmonar, aumentado en compensación al déficit, como son el aumento de la ventilación y gasto cardiaco que en condiciones como un infarto agudo de miocardio impacta positivamente en el desenlace clínico (6).

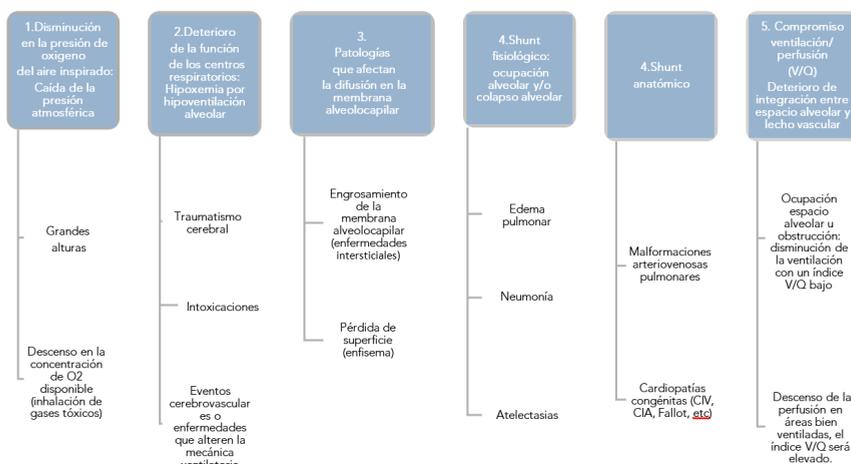
El uso adecuado de la oxigenoterapia se fundamenta en dos aspectos básicos: fisiopatología de la hipoxemia y la acción benéfica del oxígeno administrado.

Fisiopatología de la hipoxemia

El trabajo articulado entre la ventilación alveolar, la difusión alveolo capilar, el control de la ventilación y la perfusión pulmonar garantizan el intercambio gaseoso adecuado. Ante el fallo de algún mecanismo de intercambio se presenta la hipoxemia arterial, que puede ir o no acompañada de hipercapnia o aumento de los niveles de CO₂, desencadenando en una insuficiencia respiratoria.

Los mecanismos generales por los cuales se produce hipoxemia se describen en la figura 15.

Figura 15. Mecanismos generales en los que se produce la hipoxemia



Fuente: Adaptada de (22)

Cuando está presente la hipoxemia, los mecanismos compensatorios dan inicio a cambios funcionales los cuales pueden tener beneficios o consecuencias negativas, estos mecanismos se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. Efectos y consecuencias de los mecanismos de compensación de la hipoxemia

Mecanismo compensatorio secundario a la hipoxemia	Efecto	Consecuencia
Ventilatorio	Se eleva la presión de oxígeno (PO ₂) a partir del aumento de la ventilación alveolar.	Incremento de esfuerzo respiratorio que lleva al uso de músculos accesorios y agotamiento físico y respiratorio.

Mecanismo compensatorio secundario a la hipoxemia	Efecto	Consecuencia
Cardiovascular	Aumento del gasto y la frecuencia cardíaca para favorecer el transporte de O_2 .	Incremento del trabajo miocárdico y paralelamente mayor necesidad de oxígeno para el músculo cardíaco.
Hematológicos	La hipoxemia crónica aumenta la producción de eritropoyetina con posterior poliglobulia, ya que la afinidad del O_2 disminuye cuando la PO_2 cae por debajo de 55 mmHg. Este proceso se da para facilitar la difusión de oxígeno a los tejidos (más células más transporte, pero con menos eficiencia por glóbulo rojo).	Fenómeno que puede potenciar el desarrollo de hipertensión pulmonar. Paradójicamente produce una disminución en la concentración de O_2 .
Sistémico	Durante episodios de hipoxemia crónica hay vasodilatación e hipotensión.	

Fuente: Adaptada de (16)

Efectos de la oxigenoterapia

Aumentando la concentración de oxígeno en el aire inspirado aumenta la presión arterial de oxígeno (PO_2), por lo cual los mecanismos de compensación se frenan disminuyendo la taquicardia, vasodilatación y la hiperventilación; asimismo, cualquier manifestación neurológica, cardíaca y renal.

Con la administración de oxígeno, los determinantes funcionales de la presión arterial de O_2 pueden verse impactados; la FiO_2 real que se consigue suministrando oxígeno depende de la capacidad de ventilación alveolar, el aumento de la PaO_2 alveolar ayuda a la difusión de este hacia el capilar, sin embargo, la vasoconstricción, que se originó por la hipoxia, disminuye al iniciar la oxigenoterapia, comprometiendo la relación ventilación/ perfusión.

Es importante considerar que un aumento excesivo de la PaO_2 puede tener un efecto negativo sobre la ventilación alveolar por depresión del centro respiratorio.

El efecto positivo del oxígeno suplementario para prevenir la hipoxia en los tejidos debe ir de la mano con la búsqueda minuciosa del origen de la misma, ya que no solo la oxigenoterapia por sí sola garantiza la adecuada oxigenación de los tejidos, depende además del gasto cardiaco, del correcto transporte de O₂ a los tejidos por parte de la hemoglobina, una adecuada ventilación y concentración. No es apropiado considerar la administración de oxígeno como única estrategia para corregir la hipoxemia, asumirlo de esta manera pone en riesgo la vida de las personas y un buen desenlace clínico.

✚ MATERIAL NECESARIO PARA LA ADMINISTRACION DE OXIGENO

En la tabla 5 se describen los elementos necesarios para administrar el oxígeno adecuadamente.

Tabla 5. Materiales necesarios para para la administración de oxígeno

Fuentes de Oxígeno	<p>Central de oxígeno Deposito central de almacenamiento y sistema de distribución de oxígeno para las diferentes áreas institucionales.</p>	
	<p>Cilindros de presión Recipientes metálicos con capacidad limitada donde se almacena el oxígeno para utilizarlo en desplazamiento dentro de las áreas o donde no se disponga del sistema de distribución central.</p>	
Manómetro y válvula reguladora	<p>Su función es regular la presión del oxígeno comprimido en las diferentes fuentes.</p>	
	<p>De la fuente de suministro se acopla y su funcionamiento inicia abriendo las válvulas hacia la derecha para medir correctamente la presión.</p>	

<p>Flujómetro</p>	<p>Su función es garantizar un flujo controlado de oxígeno en términos de litros por minuto, se acopla a la fuente de oxígeno y una barra vertical y una esfera metálica permiten regular este flujo.</p>	 <p>Flujómetro</p>
<p>Humidificador</p>	<p>Su función es calentar y humedecer el oxígeno. El oxígeno nasal calentado y humidificado tiene una mayor tolerancia, especialmente cuando los flujos son mayores a 6lt/min, produce un efecto beneficioso sobre el movimiento de los cilios y de secreciones, además minimiza la respuesta de bronco-constricción que provoca el gas frío y seco.</p>	 <p>Humidificador de oxígeno</p>
<p>Sistemas de administración</p>	<p>Estos incluyen diferentes dispositivos de acuerdo con el flujo deseado de administración. Existen de bajo y alto flujo: podemos encontrar cánulas nasales, mascarillas faciales, mascarillas tipo Venturi, máscaras con o sin reservorio, máscara de reinhalación y no reinhalación. La información detallada de estos dispositivos se amplía en el capítulo 3.</p>	 <p>Algunos dispositivos para la administración de oxígeno</p>

Fuente: Adaptado de (23). Fotos tomadas por las autoras en el centro de simulación clínica FCS, en colaboración con la oficina de comunicaciones oficiales digitales de la UPTC.

▣ CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN LA ADMINISTRACION DE OXIGENOTERAPIA

Según el momento para la oxigenoterapia, existen unos cuidados específicos que garantizan una buena práctica.

Previo a la administración

- Informar sobre la razón de la administración, flujo, dispositivo elegido y duración aproximada del tratamiento.
- Si existe alguna condición que impida una adecuada comunicación (compromiso neurológico, discapacidad, etc.) brindar la información al acompañante.
- Realizar acompañamiento e incluir actividades de alivio de ansiedad.

Técnica de administración

1. Lavado de manos.
2. Garantizar un procedimiento seguro: Confirmar el adecuado estado del dispositivo, a nivel físico, perfecto ensamble sin fugas, identificar riesgos del entorno, tomas eléctricas o fuentes generadoras de calor, que potencialmente puedan causar chispas.
3. Posicionar a la persona: elevar la cabecera en posición Fowler o semifowler
4. Insertar el flujómetro a la fuente de oxígeno, girar la válvula hacia la derecha y ajustar el flujo deseado con la esfera.
5. Garantizar un óptimo desempeño del sistema: verificar si hay fugas, sonidos agudos (pitos), burbujeo en el humidificador y salida de oxígeno al final del dispositivo.
6. Colocar el sistema escogido: cánulas nasales, sistema Venturi, máscara con sin reservorio

Precauciones durante la administración de oxígeno

1. La administración de oxigenoterapia debe ser gradual, empezando por flujos bajos, los cuales deben incrementarse o disminuirse según la respuesta a su administración.
2. Verificar que el flujo escogido corresponda a la FiO2 efectiva de administración.
3. Realizar control de las constantes vitales.
4. Garantizar el flujo adecuado de oxígeno: sistema sin acodaduras o secreciones que pueda obstruir la salida de oxígeno.

5. Cuidar y proteger la piel en los puntos de contacto con dispositivos.
6. Garantizar una correcta humificación del sistema vigilando el volumen de agua del humidificador.
7. Promover rutinas de alimentación e hidratación óptimas.
8. Promover comodidad con la terapia: dispositivos protegidos y bien posicionados, así como la comodidad física de la persona.

Monitorización durante la administración de oxígeno

Como métodos de monitorización de la oxigenoterapia se analizarán las mediciones de gases arteriales y la pulsioximetría: establecer la mejoría de la PaO₂, la SaO₂ y SpO₂ y otros parámetros en déficit.

Así mismo, vigilar la mejoría de síntomas de hipoxemia e hipoxia, como disconfort, distres respiratorio, cianosis, entre otros.

Una vez se verifica mejoría general, se debe realizar una disminución gradual del flujo de administración (destete) y evaluar dosis-respuesta.

Si, al contrario, la oxigenoterapia tiene criterios de fracaso como hipercapnia, acidosis respiratoria, persistencia de la taquipnea y trabajo respiratorio, ir aumentando la FiO₂ y considerar el aumento del soporte de oxígeno a métodos de ventilación no invasiva o invasiva según sea el caso.

Cuidados de la piel

- El cuidado de la piel debe estar siempre garantizado desde el inicio de la terapia
- Puede presentarse daño de la integridad de la piel en áreas en contacto con los dispositivos elegidos; la parte superior del pabellón auricular y mejillas son los que más se ven afectados, sin embargo, cualquier área usada para reposar dichos elementos puede verse comprometida.
- Se debe realizar el cuidado de la piel con apósitos protectores y evaluación de las zonas en riesgo.
- Una vez haya daño de la integridad de la piel rotar los puntos de apoyo de los dispositivos.
- La higiene de la boca y nariz permite una administración correcta de oxígeno, permitir la autonomía en esta actividad produce confort.

Actividades de educación en salud

Temas para desarrollar con la persona, cuidadores y su familia:

1. Evolución de la oxigenoterapia: tendencia a la mejoría o empeoramiento clínico.
2. Aplicación de los dispositivos y correcto posicionamiento.
3. Informar de la importancia del cumplimiento de las horas prescritas.
4. El riesgo de combustión que tiene el uso de oxígeno.
5. Normas de higiene del material.



Consideraciones pediátricas

La presentación de signos clínicos hipoxémicos en niños, sobre todo con infecciones agudas de las vías respiratorias, tiene marcada diferencia con la población adulta (5,19).

Signos como cianosis, somnolencia y cabeceo, pueden presentarse con distintas SpO₂, que pueden variar desde porcentajes muy bajos hasta leves disminuciones de los parámetros normales, por lo tanto, es importante tener en cuenta, algunos signos no muy evidentes de hipoxemia, que indican el uso de la oxigenoterapia, a fin de evitar desenlaces no deseados. La oxigenoterapia en niños se debe iniciar inmediatamente con la presencia de estos signos:

- Saturación parcial de oxígeno menor a 90 %.
- Color violáceo en boca y mucosas: cianosis central.
- Apertura anormal de las fosas nasales con cada respiración: aleteo nasal.
- Incapacidad para beber o alimentarse (cuando se debe a problemas respiratorios).
- Sonidos sibilantes o quejidos durante la respiración.
- Compromiso del estado neurológico: apatía, retraso en el tiempo de reacción, somnolencia o confusión).

La terapia de administración de oxígeno en niños debe tener especial consideración, sobre todo en la selección del método a utilizar y flujo adecuado.

Con respecto al método, si no se utiliza adecuadamente o se garantiza un uso constante y adecuado del dispositivo elegido, que muchas veces es difícil por la irritabilidad del menor, por la lactancia y condiciones específicas de los niños, puede favorecer un aumento indiscriminado de la Fio₂ o incluso terminar en un soporte ventilatorio más invasivo cuando la condición clínica inicial no lo requería.

Así mismo, es común encontrar conceptos erróneos que los niños de menor edad requieren mayor flujo de oxígeno, dicho flujo debe estar relacionado con la respuesta del niño al tratamiento.

Los flujos en niños y lactantes se inician en rangos pequeños a dosis de tan solo fracciones de litro: 0.125 - 0.28- 0.36 lt/min hasta máximo 2 litros si se utiliza cánula nasal.

Para garantizar estos flujos, es necesario contar con flujómetro de alta precisión que tenga la posibilidad de regular esta medida.

Precauciones y recomendaciones para administración de oxígeno en lactantes y niños:

- Los flujos mayores de 0,5 litros / minuto pueden provocar toxicidad por oxígeno, comprometiendo la función ciliar y leucocitaria además de posibilidad de atelectasias.
- Vigilar la PaO₂ en prematuros, ya que aumentos por encima de 80 mmHg incrementa el riesgo de retinopatía.
- En cardiopatías congénitas, mantener PaO₂ muy altas tiene injerencia negativa del flujo sanguíneo pulmonar y sistémico.
- Dirigir el flujo de oxígeno directo a la cara de lactantes puede producir deterioro del patrón respiratorio.
- La colonización bacteriana de los dispositivos de oxigenoterapia en niños es mayor que en los adultos, por lo tanto, se debe considerar su cambio con mayor frecuencia y cuando exista una evidente contaminación o posibilidad de la misma.

▣ SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN

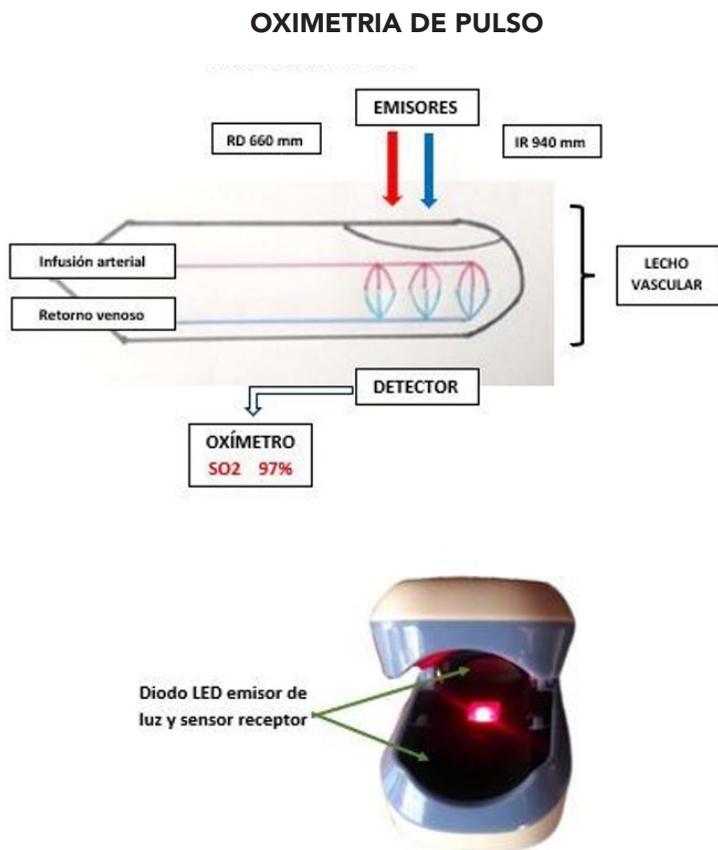
Pulsioximetría u oximetría de pulso

La oximetría de pulso es un método no invasivo que brinda una información rápida y bastante confiable sobre el estado de oxigenación arterial de un individuo, a través de varias tecnologías capaces de medir la saturación de oxihemoglobina. Estos incluyen diodos emisores de luz, tecnología de micro-procesador, pletismografía y espectrofotometría (5)(10).

El funcionamiento del dispositivo está dado por la Ley de Beer-Lambert, que establece que la concentración de un soluto desconocido en un solvente puede ser determinada por la absorción de la luz. En este caso particular, los solutos corresponden a la hemoglobina reducida y la oxihemoglobina con sus correspondientes coeficientes de absorción. Para lograr esto, los haces luminosos se aplican sobre un área del cuerpo que sea lo suficientemente delgada para permitir que

la luz atraviese un lecho capilar y sea captada por el fotodetector, tal como se puede apreciar en la figura 16 (24).

Figura 16. Sistema de medición pulsátil de longitudes de onda de un pulsioxímetro



Fuente: Basado, (25)

Las longitudes de onda que oscilan entre 660 y 940 nm corresponden a las características absorptivas de las dos hemoglobinas. El pulsioxímetro posee un microprocesador que capta la saturación de oxígeno por comparación de las absorbancias de la línea base y pico del pulso transmitido en las ondas mencionadas. El incremento de la saturación de oxígeno de la hemoglobina aumenta la absorción de la luz (17,26) fácil de aplicar e interpretar, que mide la saturación porcentual de oxígeno en los tejidos (SpO₂).

El uso de la oximetría tiene varias ventajas (17,25):

- Es un método cómodo, no invasivo, de fácil aplicación e interpretación; además, los pulsioxímetros actuales son instrumentos fáciles de transportar.
- Los datos ofrecidos son estimaciones continuas de la SaO₂, en función del tiempo real.
- Ofrece una alta sensibilidad para la detección de episodios de desaturación que pueden pasar inadvertidos en el examen clínico.
- Los resultados se obtienen de manera rápida.
- Es un método rápido y confiable para ser usado en personas que asisten a salas de emergencia por dificultad respiratoria o en salas de nacimientos con los recién nacidos.
- Es útil para el monitoreo de pacientes que se encuentren bajo los efectos de la anestesia general.

Dentro de las limitaciones de la pulsioximetría se encuentran (5):

- Puede causarse lectura excesiva ante la presencia de variaciones en la hemoglobina como la caboxihemoglobina. La razón es porque la metahemoglobina tiene un coeficiente de absorción similar y crea un sesgo en la lectura hasta de un 85 % sin importar el grado de oxigenación y la hemoglobina fetal interfiere con el porcentaje de absorción de la luz de la hemoglobina del adulto.
- La anemia importante (hemoglobina- Hb menor o igual a 5 gr/dl) produce lecturas oximétricas poco confiables debido a la disminución de Hb apta para el transporte de oxígeno.
- Las lámparas infrarrojas o de calentamiento utilizadas en el área de pediatría pueden interferir con las lecturas.
- No existe un método unificado o estándar para la calibración de los pulsioxímetros y esto depende directamente del fabricante.
- Algunos oxímetros pueden mostrar un Shunt óptico, el cual ocurre cuando parte de la luz del diodo emisor alcanza al receptor sin pasar a través del dedo.
- Los estados de hipovolemia, hipotermia y vasoconstricción pueden dar lugar a lecturas poco confiables debido a inadecuada onda de pulso que se presenta y de la que depende el dispositivo.

Equipo

El equipo a utilizar debe ajustarse a la edad de la persona sujeto de cuidado. Principalmente, se utilizan los pulsioxímetros, a continuación, pueden apreciarse sus partes en la figura 17:

Figura 17. Oxímetro de pulso y sus partes



Fuente: Foto archivo personal de las autoras.

También pueden encontrarse en los diferentes entornos clínicos otros dispositivos como:

- Monitor con pantalla, donde se recibe la información (SpO2 FC y amplitud de pulso)

Figura 18. Monitor con pantalla donde se recibe la información



Fuente: Foto archivo personal de las autoras.

- Sensor, conectado mediante un cable al monitor, conformado por un diodo emisor de luz (roja e infrarroja) y de un fotodiodo detector. El sensor se escogerá según la edad, el peso y la movilidad de la persona (puede ser una pinza o un sensor con cinta adhesiva).

Figura 19. Tipos de sensores de pulsioxímetros



Fuente: Fotos archivo personal de las autoras.

En neonatos y lactantes pequeños se utiliza el sensor con cinta adhesiva. Este debe ubicarse en la palma de la mano o en el tobillo/dorso del pie, sujetando el cable con una cinta adhesiva hipoalergénica. En adultos y niños puede utilizarse el sensor de pinza, el cual se ubica en el segundo o tercer dedo de la mano, mediante un sensor con forma de pinza. También puede usarse el grueso artejo del pie en lactantes mayores (figura 20).

Figura 20. Sensor con cinta adhesiva



Fuente: Foto archivo personal de las autoras.

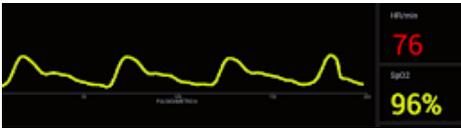
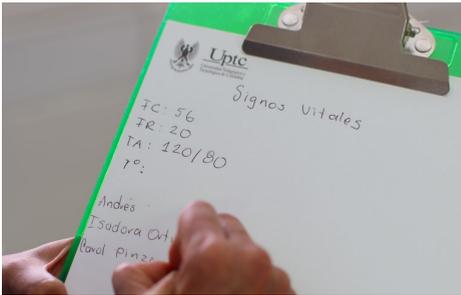
Precauciones

Como enfermeros(as) es necesario mantenerse actualizados sobre los equipos disponibles en su institución de trabajo y tener en cuenta las siguientes precauciones y causas de lecturas falsas en la oximetría de pulso en el momento de la valoración (2,27).

- En caso de que el paciente tenga motorización de tensión arterial, es importante no colocar el manguito del tensiómetro en la misma extremidad del sensor, ya que puede producirse desaparición de la pulsioximetría.
- Interferencias con otros equipos eléctricos como la energía electromagnética externa proveniente de tomógrafos, teléfonos móviles y otros elementos similares.
- Movimientos del sensor, lo cual produce lecturas inexactas al añadir pulsatilidad a los componentes sanguíneos no arteriales. Se recomienda realizar fijación del dispositivo, empleando cintas adhesivas.
- La luz ambiental o blanca intensa produce valores de la pulsioximetría superiores, en cambio la luz roja, valores inferiores. Esto puede corregirse cubriendo el sensor con un material opaco.
- Estados ambientales o patológicos que producen mala perfusión periférica: frío ambiental, disminución de temperatura corporal, hipotensión, bajo gasto cardíaco, anemia severa, vasoconstricción. Esto puede arrojar lecturas incorrectas o imposibilidad de medición.
- Estados patológicos que aumenten el pulso venoso: falla cardíaca o insuficiencia tricuspídea. Puede corregirse colocando el dispositivo encima del corazón.
- Estados patológicos que se presenten con alteración de la hemoglobina: carboxihemoglobina (intoxicación por monóxido de carbono) o la metahemoglobina (intoxicación por sulfonamidas, anestésicos, óxido nítrico y hemoderivados artificiales). Estos registran valores falsamente elevados de SpO₂.

Procedimiento

Tabla 6. Procedimiento para realizar oximetría de pulso

<p>Informe a la persona o cuidador el procedimiento a realizar y solicite su colaboración.</p>	
<p>Seleccionar el tipo de sensor.</p>	
<p>Ubicar en posición cómoda a la persona.</p>	
<p>Ubique el sensor en el lugar anatómico elegido y encienda.</p>	
<p>Verifique la curva y frecuencia cardíaca durante un minuto y realice lectura.</p>	
<p>Interprete y registre en la historia clínica.</p>	

Fuente: Fotos tomadas por las autoras en el centro de simulación clínica FCS, en colaboración con la oficina de comunicaciones oficiales digitales de la UPTC.

Cuidados de enfermería, educación y registro

- Realizar valoración de la curva plestimográfica y la frecuencia cardíaca para que la lectura sea de calidad. Para ello se ha tenido que esperar un minuto desde que el sensor está correctamente ajustado para obtener una adecuada captación. Este hecho es fundamental para dar como válido el valor de SpO₂.
- Tener siempre conectado el equipo a la fuente eléctrica para evitar que se descargue la batería interna o verificar el funcionamiento de las baterías en caso de que estas sean la fuente de energía.
- Elegir el sensor adecuado por peso y tipo de la persona sujeto de cuidado.
- Evaluar edemas por riesgo de disminución de la perfusión.
- En neonatos se ajustará con cuidado con una tela adhesiva, teniendo la precaución de no presionar sobre la piel y se protegerá el sensor con una gasa para evitar falsas mediciones por ser muy sensible a luces externas.
- Al encender el monitor, se colocarán los límites de alarmas teniendo en cuenta la patología de la persona sujeto de cuidado.
- Vigilar e interpretar los datos proporcionados.

GASOMETRÍA

Consiste en la obtención de una muestra sanguínea mediante la punción de una arteria para analizar los valores de gases en sangre tras el intercambio pulmonar. También permite valorar el equilibrio ácido-base (EA-B) de la persona, y, además, los analizadores actuales obtienen valores de hemoglobina (Hb) y hematocrito, glucemia, sodio, potasio y ácido láctico, entre otros. Es la prueba más rápida, eficaz y fiable para valorar el intercambio de gases y EA-B de la persona. Su principal indicación es el diagnóstico, pronóstico y monitorización del tratamiento de la insuficiencia respiratoria (28).

Figura 21. Recomendaciones, indicaciones, contraindicaciones y limitaciones de la oximetría de pulso

Principales recomendaciones	Principales indicaciones	Principales contraindicaciones	Limitaciones	Principales fuentes de error en la obtención de la muestra
<p>Paciente en reposo, durante 15 minutos. Arterial radial. Inyección de anestésico local. Tras la punción comprimir durante varios minutos para evitar la aparición de hematomas. Una vez obtenida la muestra, debe mantenerse en estricta anaerobiosis (poner tapón a la jeringa) hasta realizar el análisis. Agitar durante 30 segundos antes de introducirla en el gasómetro.</p>	<p>-Medir la oxigenación, valorar el estado ventilatorio -Diagnóstico de alteraciones del EA -Cuantificación de la respuesta a la oxigenoterapia. -Monitorizar la gravedad y progresión de enfermedades respiratorias.</p>	<p>-Prueba de Allen positiva (punción de arteria radial). -Evidencia de enfermedad vascular periférica o infecciosa de la extremidad seleccionada. -Coagulopatía o tratamiento con altas dosis de anticoagulante.</p>	<p>-Al realizar la punción: dolor, hematoma, espasmo arterial, anafilaxia por la anestesia, reacción vagal, hiperventilación y traumatismo arterial por la aguja.</p>	<p>Burbujas en la muestra. Hiperventilación por punción dolorosa. Leucocitosis >50.000/mm</p>

Fuente: tomado de (28,29)

Tabla 7. Equipo para realizar toma de gases arteriales

Jeringas desechables de 1 mililitro	
Agujas: Se recomienda utilizar agujas hipodérmicas cuyo tamaño se encuentre entre 20 y 23 Fr.	
Anticoagulante: Heparina	
Soluciones antisépticas tipo Clorhexidina al 2 % o alcohol al 70 %.	
Gasas estériles.	
Guantes estériles.	
Equipo de protección ocular.	
Dispositivo descansa-brazo.	

Fuente: Fotos tomadas por las autoras en el centro de simulación clínica FCS, en colaboración con la oficina de comunicaciones oficiales digitales de la UPTC.

Precauciones

1. La persona debe evitar realizar ejercicio intenso antes del procedimiento.

2. Evitar fumar al menos 2 horas antes de la prueba.
3. No se requiere de ayuno para la toma de la muestra.
4. No debe suspender medicación de base.
5. La persona debe estar hemodinámicamente estable. En caso de que utilice oxígeno suplementario, este deberá ser suspendido por al menos 20 minutos previo a la toma de la muestra. En caso de presentarse síntomas de disnea al retirar el oxígeno, se deberá notificar al laboratorio para la mejor toma de decisión relacionada con el procedimiento.
6. El personal encargado del procedimiento deberá cerciorarse de que las jeringas preheparinizadas se encuentren debidamente empaquetadas. En caso de jeringas no preheparinizadas, deberá lubricar el contenedor de la jeringa empleando heparina 0.1 mL (dilución 1: 1,000 UI/mL).

Procedimiento

Tabla 8. Procedimiento para realizar toma de gases arteriales

<p>Se puede obtener la muestra sanguínea de la arteria femoral, humeral o pedia; no obstante, el sitio más común es la arteria radial. Exceptuando condiciones que dificulten la toma de la muestra, se recomienda la arteria radial de la extremidad no dominante.</p>	
<p>Colocar la extremidad en dorso flexión (ángulo de 45 grados) sobre un respaldo plano.</p>	
<p>Realizar la maniobra de Allen modificada con el objetivo de conocer si las arterias radial y cubital son permeables.</p> <p>Ejecución de la maniobra de Allen modificada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solicitar a la persona, que será sometida a la toma de muestra, que realice varias maniobras de apertura y cierre de la mano. - El personal que realice el procedimiento deberá ejercer presión en las arterias radial y cubital con el objetivo de obstruir el flujo sanguíneo. - Indicar a la persona que mantenga abierta la palma de la mano e inmediatamente liberar la presión de la arteria cubital. 	

<p>- Observar el retorno de la coloración habitual que no debe exceder a 10 segundos y ser considerada como prueba positiva para la presencia de adecuada circulación colateral.</p> <p>- Al confirmar la presencia de una adecuada circulación colateral, se lleva a cabo la desinfección del área (2 centímetros cuadrados) donde se realizará la punción arterial empleando soluciones antisépticas (clorhexidina al 2 %) durante 2 minutos.</p>	
<p>Localizar el sitio de punción palpando el pulso de la arteria. Mientras continúa palpando el pulso, deberá utilizar la mano con mayor habilidad para llevar a cabo la punción de la arteria colocando la aguja adaptada a la jeringa con un ángulo de 45 grados en sentido rostral (contrario al flujo sanguíneo).</p>	
<p>Al finalizar el procedimiento, retirar la jeringa y comprimir con una gasa limpia y seca a una distancia de 1 o 2 centímetros del sitio de punción, en sentido proximal o rostral para vigilar complicaciones inmediatas. Se sugiere comprimir durante un tiempo de 3 minutos para minimizar las complicaciones.</p>	
<p>La muestra obtenida debe ser mezclada continuamente utilizando las palmas de las manos en sentido rotatorio.</p>	
<p>Desechar residuos</p>	

Fuente: Fotos tomadas por las autoras en el centro de simulación clínica FCS, en colaboración con la oficina de comunicaciones oficiales digitales de la UPTC.

ACTIVIDAD DE REPASO/AUTOEVALUACIÓN

Completa los siguientes cuadros con los conocimientos adquiridos.

Oxigenoterapia			
Su definición es:	Su objetivo principal:	Algunas indicaciones	Se considera como un medicamento porque
		<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4. 5. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3.

La diferencia básica entre hipoxia e hipoxemia es:

