

# Dispositivos para

# la administración de oxígeno

**Conozca los pros y los contras de la oxigenoterapia suplementaria, incluyendo los dispositivos de aporte de oxígeno más adecuados para cada paciente.**

John C. Stich, RN, CCRN, MSA, MSN, y  
David M. Cassella, RN, CCNS, CCRN, MSN

AL ENTRAR EN LA HABITACIÓN de la paciente al comienzo de su turno de trabajo, usted observa que tiene una dificultad respiratoria grave. Está pálida y sudorosa, y presenta taquipnea y disnea; la saturación de oxígeno en sangre periférica determinada mediante oximetría de pulso ( $SpO_2$ ) es del 86%. Usted avisa al equipo de respuesta rápida. Mientras espera su llegada, determina los signos vitales y prepara todo lo necesario para la administración de oxígeno suplementario. ¿Qué dispositivo para el aporte de oxígeno es el más adecuado para esta paciente?

En este artículo se expone cómo poder tomar una decisión mediante la presentación de una panorámica general de la oxigenoterapia en los adultos atendidos en centros de agudos, con la definición de los distintos tipos de dispositivos existentes para la administración de oxígeno suplementario y la presentación de los puntos fuertes y débiles de cada uno de estos tipos.

## **Oxigenoterapia: ¿Cómo y a quién?**

Tal como sabemos, la oxigenoterapia es una forma de prevención o de tratamiento de la hipoxia que se lleva a cabo mediante la administración de oxígeno con una concentración superior a la existente en el aire ambiente. El aire ambiente está constituido por un 21% de oxígeno, un 79% de nitrógeno y concentraciones muy pequeñas de dióxido de carbono y otros gases. La

oxigenoterapia está indicada en los pacientes con:

- Hipoxemia demostrada o una presión arterial de oxígeno ( $PaO_2$ ) inferior a la normal, definida por un nivel menor de 60 mmHg (o por una saturación arterial de oxígeno [ $SaO_2$ ] menor del 90%) en un paciente que respira aire ambiente, o bien por una  $PaO_2$  o una  $SaO_2$  inferiores al rango adecuado respecto al estado clínico del paciente.
- Una situación aguda en la que es probable la hipoxemia, tal como un traumatismo grave, un infarto de miocardio agudo o una intervención quirúrgica<sup>1</sup>.

La oxigenoterapia no presenta contraindicaciones específicas pero, al igual que ocurre con la mayor parte de los demás medicamentos, el oxígeno puede dar lugar a reacciones adversas y complicaciones. Se debe administrar con prudencia a los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y que muestran un estímulo respiratorio hipóxico, y siempre debe tenerse en cuenta el riesgo de toxicidad por oxígeno<sup>2</sup>.

Las reacciones adversas potenciales frente a la oxigenoterapia son las siguientes:

- Depresión ventilatoria en los pacientes que respiran espontáneamente y que muestran una presión arterial de dióxido de carbono ( $PaCO_2$ ) elevada y una  $PaO_2$  superior a 60 mmHg.

- Atelectasias por absorción, toxicidad por oxígeno y depresión de la función ciliar y leucocitaria con valores de la fracción de oxígeno en el aire inspirado ( $FIO_2$ ) superiores a 0,5.

Las concentraciones elevadas de oxígeno también se acompañan de un riesgo de incendio y de riesgo de contaminación por bacterias de diversos sistemas de nebulización y humidificación, lo que incrementa los riesgos de infección<sup>2</sup>.

## **Tipos de dispositivos para el aporte de oxígeno**

Los dispositivos para el aporte de oxígeno se utilizan para administrar, regular y suplementar el oxígeno con el objetivo de incrementar la oxigenación arterial del paciente. El dispositivo mezcla el oxígeno y el aire manteniendo una concentración fija de oxígeno para su aporte al paciente.

En las situaciones que no son de urgencia, el profesional sanitario debe especificar el tipo de dispositivo para el aporte de oxígeno que hay que utilizar. Los dispositivos pueden ser de flujo bajo o de flujo alto.

Si usted tiene que utilizar un dispositivo para el aporte de oxígeno en el contexto de una urgencia, debe preguntarse cuál es la concentración de oxígeno que puede aportar el dispositivo cuando se conecta a una fuente de oxígeno y también tiene que considerar la posibilidad de que la concentración de oxígeno en el aire inspirado presente

variaciones en función de la tasa de flujo de oxígeno. La concentración de oxígeno en el aire inspirado se expresa característicamente en forma de un porcentaje del oxígeno suplementario, pero también se puede expresar en forma decimal ( $\text{FIO}_2$ ), con valores entre 0,21 (aire ambiente) y 1,0 (equivalente a la administración de oxígeno al 100%).

Un paciente que es capaz de proteger su propia vía respiratoria y que respira espontáneamente puede utilizar diversos tipos de los dispositivos más habituales para el aporte de oxígeno. A continuación se presentan las diferentes opciones.

### Dispositivos de flujo bajo

Los dispositivos de flujo bajo aportan oxígeno directamente en la vía respiratoria del paciente con tasas de flujo de 8 l/min o inferiores<sup>3</sup>. Debido a que esta tasa de flujo es inferior a los requerimientos inspiratorios del adulto normal, y teniendo en cuenta que los dispositivos de flujo bajo no presentan una aposición de carácter hermético en la cara o las fosas nasales del paciente, realmente el paciente recibe con cada movimiento respiratorio una mezcla variable de aire ambiente y de oxígeno suplementario. A consecuencia de ello, la concentración de oxígeno en el aire inspirada puede presentar grandes variaciones. Por ejemplo, si el paciente presenta taquipnea el oxígeno suplementario queda diluido en el aire ambiente y se produce una disminución de la concentración de oxígeno en el aire inspirado. Si el paciente realiza movimientos respiratorios lentos y profundos, inhala una cantidad mayor de oxígeno suplementario y menor de aire ambiente, lo que incrementa la concentración de oxígeno en el aire inspirado<sup>4</sup>.

### Concentración en las cánulas nasales<sup>5</sup>

Al iniciar el tratamiento con 1 l/min, por cada incremento del flujo de oxígeno en 1 l/min aumenta la concentración del oxígeno en el aire inspirado en aproximadamente cuatro puntos porcentuales:

- 1 l/min = 24%
- 2 l/min = 28%
- 3 l/min = 32%
- 4 l/min = 36%
- 5 l/min = 40%
- 6 l/min = 44%

Generalmente, los dispositivos de flujo bajo con reservorio aportan una concentración de oxígeno en el aire inspirado mayor que los sistemas de flujo bajo sin reservorio, pero esta concentración sigue siendo variable. Cuando el paciente realiza la espiración el oxígeno aportado queda almacenado en el reservorio y puede ser reutilizado en la inspiración siguiente; a consecuencia de ello, el paciente respira el oxígeno que ha quedado almacenado y se reduce así la proporción de aire ambiente.

Los dispositivos de flujo bajo son la cánula nasal, la mascarilla facial simple (mascarilla simple de oxígeno) y las mascarillas con sistemas de recuperación del aire espirado (re-respiración) (mascarilla simple con una bolsa reservorio).

Veamos cada uno de estos dispositivos.

### Cánula nasal

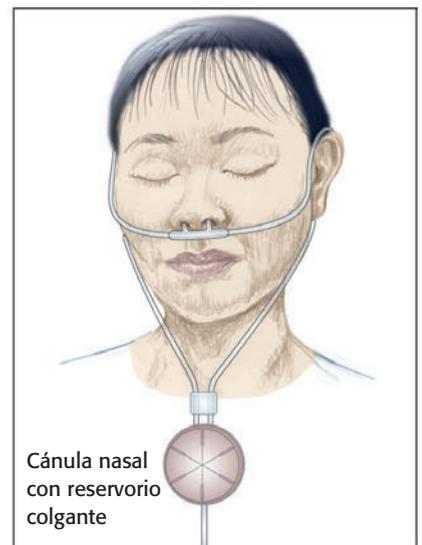
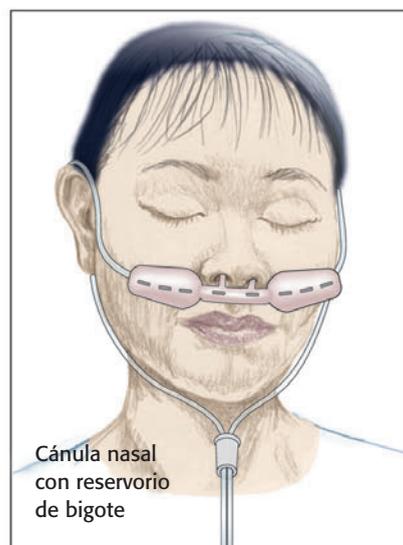
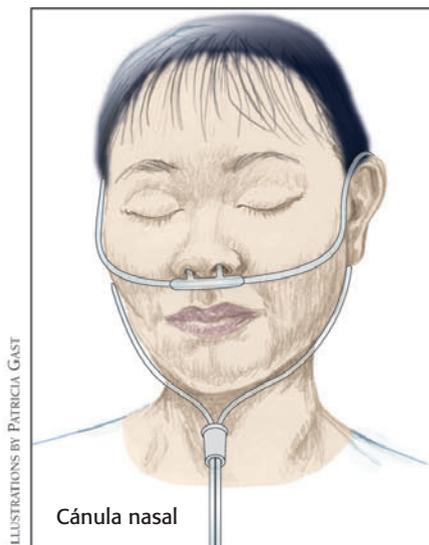
Las cánulas nasales se utilizan con frecuencia en los pacientes estables que pueden tolerar una concentración baja

y no fija de oxígeno. Estos dispositivos aportan oxígeno al 100% pero, debido a que el paciente también respira aire ambiente, la concentración de oxígeno que llega en última instancia a los alveolos oscila entre el 24 y el 44%. Otros factores que influyen en la concentración de oxígeno en el aire inspirado son la tasa de flujo de oxígeno a través de la cánula, la respiración a través de la boca, la frecuencia y el patrón respiratorios, la ventilación minuto y la altitud<sup>1</sup>. La tasa de flujo de oxígeno aceptable con este dispositivo oscila entre 1 y 6 l/min. Hay más información acerca de las tasas de flujo en el cuadro anexo *Concentración en las cánulas nasales*.

El oxígeno aportado por una cánula nasal con tasas de flujo de 4 l/min o inferiores no necesita ser humidificado<sup>2</sup>. Sin embargo, las tasas de flujo de oxígeno superiores a 4 l/min obligan a la humidificación del oxígeno para evitar las molestias al paciente e impedir que la mucosa nasal se seque.

### Cánula nasal con reservorio

La cánula nasal con reservorio, diseñada originalmente para su uso en el contexto ambulatorio, es un dispositivo relativamente nuevo en los pacientes hospitalizados. Estos dispositivos almacenan el oxígeno en un reservorio mientras el paciente realiza la espiración y después administran un bolo de oxígeno al 100% en la inspiración siguiente. Debido a que estos dispositivos conservan el oxígeno, pueden administrar concentraciones de oxígeno superiores a las que se consiguen con una cánula nasal simple a pesar de que el oxígeno se administra con tasas de flujo inferiores. Por ejemplo, una tasa de flujo de 2 l/min con una cánula con reservorio da lugar a una



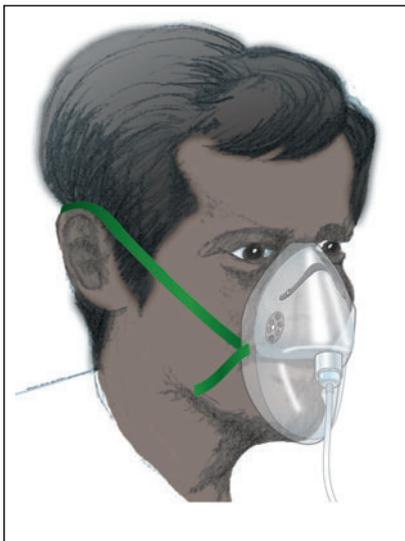
FIO<sub>2</sub> equivalente a la que se consigue mediante una cánula nasal tradicional ajustada para el aporte de 4 l/min<sup>1</sup>. Los tamaños varían según el fabricante, pero es característico el reservorio de 20 ml.

Las cánulas con reservorio nasal se comercializan en dos estilos de reservorio: el denominado “de bigote” y el denominado “colgante”. La cánula con reservorio de bigote, en la que el reservorio queda colocado bajo la nariz, puede ser más cómoda para algunos pacientes. La cánula con reservorio colgante llama menos la atención pero induce una presión ligera hacia abajo en los pabellones auriculares. Dado que las cánulas nasales con reservorio capturan el vapor de agua cuando el paciente realiza la espiración y devuelven dicho vapor durante la inspiración, no es necesaria la humidificación<sup>1</sup>.

La cánula con reservorio nasal puede dar lugar a tasas de FIO<sub>2</sub> de 0,5 o superiores al tiempo que el paciente come, habla, camina o utiliza la espirometría de incentivo. Dado que este dispositivo es más cómodo y provoca menos ansiedad que otros dispositivos, el paciente también puede mostrar una disposición mayor a cumplir adecuadamente el tratamiento<sup>1</sup>.

### Mascarilla facial simple

De la misma forma que la cánula nasal, la mascarilla facial simple (también denominada mascarilla de oxígeno simple) mezcla el oxígeno con el aire ambiente. Sin embargo, dado que la mascarilla actúa en sí misma como un reservorio permite conseguir cifras de FIO<sub>2</sub> de 0,35 a 0,50 con tasas de flujo de oxígeno de 5 a 10 l/min<sup>2</sup>. Para eliminar el dióxido de carbono que queda en la mascarilla se requiere una tasa de flujo mínima de 5 l/min, de manera que el



paciente no pueda volver a respirarlo.

En los pacientes que respiran por la boca también puede ser más útil la mascarilla facial que la cánula nasal simple, aunque para eliminar el dióxido de carbono es necesario que la tasa de flujo se mantenga por encima de 5 l/min incluso si el paciente no requiere esta tasa de flujo tan elevada para mantener su SpO<sub>2</sub>.

Algunos pacientes pueden considerar que cualquier tipo de mascarilla facial, incluyendo la mascarilla facial simple, es incómodo y claustrofóbico. Por otra parte, las elevadas tasas de flujo necesarias en la mascarilla facial simple pueden dar lugar a sequedad de las mucosas orales y nasales, lo que hace que el paciente se sienta incómodo y pueda interrumpir el tratamiento. Por otra parte, el uso prolongado de una mascarilla facial puede irritar la piel, dando lugar potencialmente a lesiones cutáneas e incluso a úlceras por decúbito.

### Mascarilla con sistema de re-respiración parcial

Una mascarilla con sistema de re-respiración parcial es otro tipo de dispositivo con reservorio y consiste básicamente en una mascarilla facial simple con una bolsa reservorio. Representa un nivel superior a la mascarilla facial simple y un nivel inferior a la mascarilla sin re-respiración. La mascarilla con re-respiración parcial es un dispositivo de flujo bajo que puede aportar oxígeno al 40-70% con tasas de flujo de 6-10 l/min. El flujo de oxígeno debe mantener la bolsa reservorio llena en al menos la tercera parte a la mitad durante la inspiración<sup>2</sup>.

Dado que el rango de aporte de oxígeno que se consigue con esta mascarilla se puede obtener con la mascarilla facial simple y con la mascarilla sin re-respiración, en muchos hospitales ya no se utiliza.

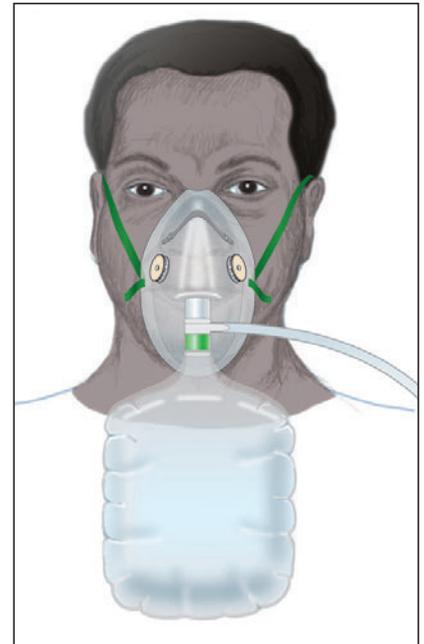
### Mascarillas sin re-respiración: bombo del volumen<sup>5</sup>

Comenzando con un flujo de 6 l/min, cada incremento de 1 l/min con una mascarilla sin re-respiración aumenta la concentración de oxígeno inspirado en 10 puntos porcentuales:

- 6 l/min = 60%
- 7 l/min = 70%
- 8 l/min = 80%
- 9 l/min = 90%
- 10 l/min = casi el 100%

### Mascarilla sin re-respiración

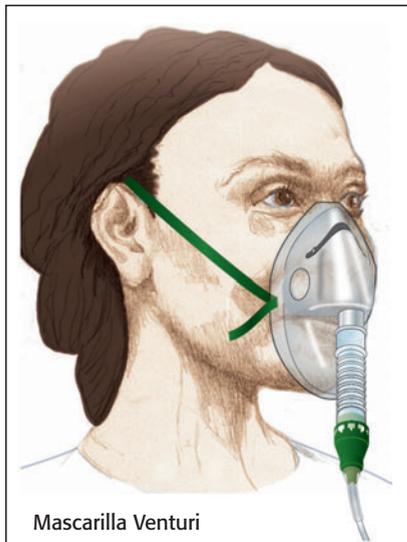
De la misma forma que la mascarilla con re-respiración parcial, la mascarilla sin re-respiración también presenta una serie de válvulas unidireccionales. La válvula que queda entre la bolsa reservorio y la mascarilla evita que el aire inspirado vuelva a la bolsa reservorio<sup>2</sup>.



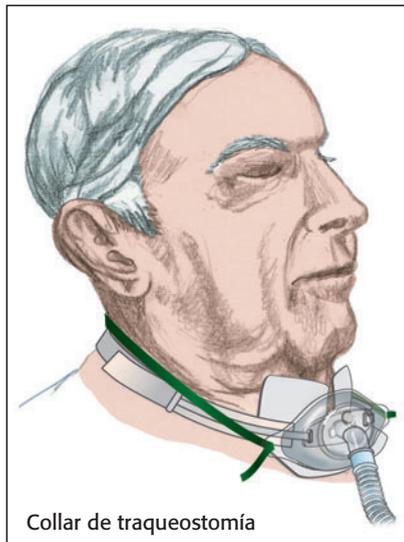
La mascarilla sin re-respiración es ideal en las situaciones de urgencia en las que es necesario que el paciente reciba oxígeno con una concentración elevada (60 a 80%) durante un período breve de tiempo. Esta mascarilla se puede colocar rápidamente y proporciona una tasa de flujo de hasta 10 l/min en situaciones de urgencia<sup>2,5</sup>.

Teóricamente, se podría conseguir una concentración de oxígeno en el aire inspirado cercana al 100% si el paciente respirara únicamente el oxígeno almacenado en el reservorio y no respirara nada del aire ambiente. Sin embargo, en la práctica es infrecuente una concentración superior al 75%, ya que la mascarilla no mantiene un cierre hermético en la cara del paciente, de forma que es inevitable que éste respire algo de aire ambiente. (Hay más información acerca de ello en el cuadro anexo *Mascarillas sin re-respiración: bombo del volumen*).

Para maximizar la función de una mascarilla sin re-respiración usted debe comprobar que se ajuste bien y que no queden hendiduras visibles entre la mascarilla y la cara del paciente. La tasa de flujo de oxígeno siempre debe mantener la bolsa reservorio rellena en al menos la tercera parte o la mitad durante la inspiración, tal como ocurre con la mascarilla con re-respiración parcial.



Mascarilla Venturi



Collar de traqueostomía

### Dispositivos de flujo elevado

Los dispositivos de flujo elevado aportan una concentración de oxígeno baja o elevada, según lo prescrito, con tasas que exceden la demanda del paciente; de esta manera, en cada inspiración aportan una cantidad de oxígeno más que suficiente. Estos dispositivos son las mascarillas Venturi (también denominadas mascarillas Venti) y las mascarillas con aerosol. A diferencia de lo que ocurre con los dispositivos de flujo bajo y con reservorio, estas mascarillas controlan la mezcla de aire ambiente de manera que la concentración de oxígeno en el aire inspirado se mantiene constante.

### Mascarilla Venturi

La mascarilla Venturi se comercializa característicamente en un set que incluye cinco a siete dispositivos de conexión intercambiables para conseguir una concentración de oxígeno en el aire inspirado del 24-50%, según las características de cada modelo. La concentración se controla mediante válvulas intercambiables que están identificadas con colores diferentes, no por la tasa de flujo de oxígeno; por ello, el incremento de la tasa de flujo sin uso de la válvula apropiada no aumenta realmente la concentración.

Dado que aportan una concentración de oxígeno constante en el aire inspirado, las mascarillas Venturi son adecuadas en los pacientes con hipercapnia crónica y con hipoxemia de grado moderado a intenso, tal como ocurre con los que presentan enfermedad pulmonar obstructiva crónica. No suele ser necesaria la humidificación puesto que la mascarilla facilita la entrada de un flujo de aire ambiente mucho mayor, de manera que la mezcla de aire que recibe el paciente tiene un grado de humedad

que se aproxima al del aire ambiente. Si el paciente experimenta sequedad en las mucosas respiratorias superiores se puede sentir más cómodo con la mascarilla con aerosol.

### Mascarillas con aerosol

Las mascarillas faciales con aerosol, los collares de traqueostomía, los tubos de adaptación en T y las tiendas faciales actúan de la misma manera pero su adaptación al paciente es distinta. La mascarilla con aerosol utiliza una mezcla de oxígeno, aire ambiente y agua para conseguir que la concentración de oxígeno aplicada tenga el grado de humedad necesario. Una boquilla con flujo de chorro produce partículas de agua en aerosol; la mascarilla con aerosol aporta una concentración específica de oxígeno (hasta del 100%).

### Valoración de la oxigenación

Cuando el paciente está recibiendo oxígeno suplementario, usted debe controlar su respuesta al tratamiento mediante oximetría de pulso, gasometría en sangre arterial y valoración de los hallazgos físicos como la frecuencia respiratoria y el patrón y los sonidos respiratorios. El oxígeno es un medicamento y, de la misma forma que los demás medicamentos, debe ser administrado con la cantidad menor necesaria para conseguir el efecto adecuado. Si la  $SpO_2$  del paciente es del 90-94%, puede presentar una hipoxia leve a moderada y debe recibir oxígeno suplementario mediante una cánula nasal o una mascarilla facial simple, según lo necesario para conseguir la  $SpO_2$  adecuada. (Se considera normal una lectura del 95%-100%, aunque en cada hospital puede existir un umbral bajo diferente.) Una  $SpO_2$  del 85-89% indica

hipoxia moderada a intensa; usted debe aportar oxígeno suplementario mediante una mascarilla facial con reservorio. La  $SpO_2$  inferior al 85% indica hipoxemia intensa a potencialmente mortal que requiere intubación endotraqueal y ventilación mecánica<sup>5</sup>.

### Ayudar al paciente

Ahora volvemos a la paciente a la que nos habíamos encontrado al comenzar este artículo. Es una mujer que muestra una dificultad respiratoria intensa y que está al borde del paro respiratorio; el deterioro progresivo de su  $SpO_2$  indica una hipoxia moderada a intensa. En esta situación de urgencia se debe administrar oxígeno al 100% a través de una mascarilla sin re-respiración y hay que realizar una valoración continuada de la paciente hasta que llega el equipo de respuesta rápida.

El equipo de respuesta rápida acude al poco rato y realiza la intubación de la paciente para controlar la vía respiratoria y corregir la hipoxia. Después es trasladada a la unidad de cuidados intensivos (UCI) para la aplicación de medidas de soporte ventilatorio y para la administración de tratamientos adicionales.

Mediante el conocimiento de los dispositivos de aporte de oxígeno y de la forma de evaluar la respuesta del paciente frente al tratamiento suplementario con oxígeno, usted puede ayudarle a respirar mejor. **N**

### BIBLIOGRAFÍA

1. Dumont CP, Tiep BL. Using a reservoir nasal cannula in acute care. *Crit Care Nurse*. 2002;22:41-46.
  2. Kallstrom TJ, American Association for Respiratory Care (AARC). AARC clinical practice guideline: oxygen therapy for adults in the acute care facility—2002 revision & update. *Resp Care*. 2002;47(6):717-720.
  3. Urden LD, Stacy KM, Lough ME. *Thelan's Critical Care Nursing: Diagnosis and Management*. 5th ed. Mosby Elsevier; 2006.
  4. Pruitt WC, Jacobs M. Basics of oxygen therapy. *Nursing*. 2003;33(10):43-45.
  5. American Heart Association. *ACLS: Principles and Practice*. Dallas, TX: American Heart Association; 2003.
- COMPLEMENTOS
- Berry BE, Pinard AE. Assessing tissue oxygenation. *Crit Care Nurse*. 2002;22:22-40.
- Giuliano KK, Higgins TL, Connell WF. Newgeneration pulse oximetry in the care of critically ill patients. *Am J Crit Care*. 2005;14(1):26-37.
- Mathews PJ. Ask the expert. *Nursing*. 2005;33(5):34.
- Rogers P. Respiratory distress with arterial hypoxemia. In: Fink MP, Abraham E, Vincent J, Kochanek PM, eds. *Textbook of Critical Care*. 5th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2005.

John C. Stich es director del curso de enfermería de cuidados intensivos y David M. Cassella es director de enfermería en el servicio de traumatología; ambos ejercen en el Walter Reed Army Medical Center en Washington, DC.