

UNIDAD

5

Intercambio de gases y función respiratoria

Estudio de caso

PREVENCIÓN DE LA REHOSPITALIZACIÓN EN PACIENTES CON EPOC



Una mujer de 55 años de edad es ingresada en la unidad médica por una exacerbación de su enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). El personal de enfermería nota que esta paciente estuvo en la unidad hace 2 semanas y ha sido hospitalizada varias veces en el último año a causa de las exacerbaciones. La enfermera a cargo observa que recientemente la unidad ha tenido un aumento en los reingresos a hospitalización en los 30 días recientes de pacientes con exacerbaciones de EPOC. La encargada solicita a un miembro del personal de enfermería que presida un grupo de acción para analizar cómo reducir la tasa de reingresos al hospital a 30 días entre los pacientes con EPOC.

Competencia prioritaria de la QSEN: mejora continua de la calidad

La complejidad inherente al sistema de salud actual desafía al personal de enfermería y le pide integrar competencias de forma interdisciplinaria. Estas competencias están encaminadas a conseguir una atención segura y de calidad para el paciente (Institute of Medicine, 2003). El proyecto *Quality and Safety Education for Nurses* (QSEN, 2017; Cronenwett, Sherwood, Barnsteiner, et al., 2007) ofrece un marco para desarrollar los conocimientos, habilidades y actitudes (CHA) requeridos por el personal de enfermería a fin de adquirir competencias en áreas específicas como **atención centrada en el paciente, trabajo y colaboración en equipos multidisciplinares, prácticas basadas en la evidencia, mejora continua de la calidad, seguridad e informática.**

Definición de mejora continua de la calidad: utilizar la información para vigilar los resultados de los procesos de atención y emplear métodos de perfeccionamiento para diseñar y evaluar los cambios realizados para mejorar de forma continua la calidad y la seguridad de los sistemas para el cuidado de la salud.

CHA DE PREGRADO SELECCIONADOS	APLICACIÓN Y REFLEXIÓN
Conocimientos	
Describir las estrategias para el aprendizaje sobre los resultados de la atención en el entorno en el que se lleva a cabo la práctica clínica.	Identificar por qué los pacientes con EPOC pueden estar en riesgo de reingresos al hospital. Como jefe del grupo de acción, describa cómo podría verificar qué tanto han aumentado los reingresos a 30 días en el hospital. ¿Qué datos proporcionarían parámetros para los reingresos al hospital a 30 días?
Habilidades	
Buscar información sobre los resultados del cuidado de poblaciones atendidas en los centros de salud.	Al analizar los datos, encuentra que al parecer hay una mayor tasa de reingresos al hospital a 30 días entre los pacientes con EPOC dados de alta del hospital hacia los centros de enfermería especializada, en comparación con los datos de alta a su hogar. Describa cómo puede utilizar esta información para desarrollar intervenciones a fin de disminuir los reingresos al hospital a 30 días entre los pacientes con EPOC.
Actitudes	
Apreciar que la mejora continua de la calidad es una parte esencial de la labor cotidiana de todos los profesionales de la salud.	Reflexionar sobre su participación en la disminución de las tasas de reingreso a 30 días entre los pacientes con EPOC. ¿Considera que esto tendrá algún efecto en su unidad, el hospital, los centros de atención local a largo plazo, los servicios de atención domiciliar y la calidad de vida para los pacientes a quienes atendió?
Cronenwett, L., Sherwood, G., Barnsteiner, J., et al. (2007). Quality and safety education for nurses. <i>Nursing Outlook</i>, 55(3), 122–131. Institute of Medicine. (2003). <i>Health professions education: A bridge to quality</i>. Washington, DC: National Academies Press. QSEN Institute. (2017). <i>QSEN Competencies: Definitions and pre-licensure KSAs</i>. Acceso el: 3/1/2017 en: www.qsen.org/competencies/pre-licensure-ksas.	

20

Valoración de la función respiratoria

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Al terminar este capítulo, el lector podrá:

- 1 Describir las estructuras y funciones de la parte superior e inferior de las vías respiratorias.
- 2 Describir los desequilibrios en la ventilación, difusión, perfusión y ventilación-perfusión.
- 3 Explicar las técnicas adecuadas para realizar una valoración respiratoria integral.
- 4 Distinguir entre los resultados normales y anómalos de la evaluación, identificados por inspección, palpación, percusión y auscultación del aparato respiratorio.
- 5 Reconocer y evaluar los principales síntomas de disfunción respiratoria aplicando conceptos de antecedentes clínicos y los resultados de la exploración física del paciente.
- 6 Identificar las pruebas diagnósticas que se utilizan para evaluar la función respiratoria y las implicaciones de enfermería.

GLOSARIO

Apnea: cese temporal de la respiración.

Apnea obstructiva del sueño: ausencia temporal de la respiración durante el sueño, secundaria a la obstrucción transitoria de la vía aérea superior.

Broncofonía: aumento anómalo del tono de los sonidos de la voz transmitidos que se escuchan cuando se auscultan los pulmones.

Broncoscopia: exploración directa de la laringe, la tráquea y los bronquios mediante un endoscopio.

Cilios: vellosidades cortas y delgadas que proporcionan un movimiento constante similar a latigazos que sirve para impulsar el moco y las sustancias extrañas desde los pulmones hacia la laringe.

Difusión pulmonar: intercambio de moléculas de gas (oxígeno y dióxido de carbono) de las áreas de alta concentración a las de baja concentración.

Disnea: experiencia subjetiva que describe la dificultad para respirar; falta de respiración.

Distensibilidad: medida de la fuerza necesaria para expandir o inflar los pulmones (*compliance*).

Egofonía: cambio anómalo en el tono de voz que se escucha cuando se auscultan los pulmones.

Espacio muerto fisiológico: parte del árbol traqueobronquial que no participa en el intercambio de gases.

Estertores: ruidos suaves, agudos, discontinuos que aparecen durante la inspiración causados por la reapertura lenta de las vías respiratorias.

Estridor: ruido áspero agudo que se escucha en inspiración, por lo general sin necesidad del estetoscopio, causado por la obstrucción de las vías respiratorias superiores.

Frémito: vibraciones del habla percibidas sobre la pared torácica durante la palpación.

Hemoptisis: expectoración de sangre procedente de las vías respiratorias.

Hipoxemia: disminución de la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial.

Hipoxia: disminución de la llegada de oxígeno a los tejidos y las células.

Ortopnea: dificultad para respirar al acostarse; mejora al estar sentado o de pie.

Pectoriloquia de susurro: susurros que se escuchan fuertes y claros durante la auscultación torácica.

Perfusión pulmonar: flujo sanguíneo a través de la red vascular pulmonar.

Respiración: intercambio gaseoso entre el aire atmosférico y la sangre, y entre la sangre y las células del cuerpo.

Roncus: ruidos sibilantes graves o ronquidos asociados con obstrucción parcial de las vías respiratorias, que se escuchan durante la auscultación torácica.

Saturación de oxígeno: porcentaje de hemoglobina que se une al oxígeno.

Sibilancias: ruidos musicales continuos asociados con obstrucción parcial o estrechamiento de la vía aérea.

Taquipnea: respiración anómala y rápida.

Ventilación: movimiento de aire dentro y fuera de las vías respiratorias.

Volumen corriente: volumen de aire inspirado y espirado con cada respiración durante la respiración normal.

Las enfermedades del aparato respiratorio son frecuentes y el personal de enfermería se encuentra con ellas en todos los entornos, desde la comunidad hasta la unidad de cuidados intensivos. Deben desarrollarse habilidades de evaluación especializada y usarse a fin de proporcionar la mejor atención para pacientes con problemas respiratorios agudos y crónicos. Se considera que las alteraciones en el estado respiratorio son factores pronósticos importantes del deterioro clínico en las personas hospitalizadas (Helling, Martin, Martin, et al., 2014; Kirkland, Malinchoc, O'Byrne, et al., 2013). Con el objeto de diferenciar entre los resultados normales y los anómalos de la evaluación y reconocer cambios sutiles que pueden afectar la evolución del paciente, se requiere que el personal de enfermería comprenda la función respiratoria y la importancia de los resultados anómalos de la prueba diagnóstica.

Descripción anatómica y fisiológica

El aparato respiratorio se compone de las vías respiratorias superiores e inferiores. En conjunto, las dos vías se encargan de la **ventilación** (movimiento de aire dentro y fuera de las vías respiratorias). El aparato respiratorio superior, conocido como la *vía aérea superior*, calienta y filtra el aire inspirado de manera que las vías respiratorias inferiores (los pulmones) puedan realizar el intercambio de gases o la difusión. El intercambio de gases consiste en proporcionar oxígeno a los tejidos a través del torrente sanguíneo y expulsar los gases de desecho, como el dióxido de carbono, durante la espiración. El aparato respiratorio depende del sistema cardiovascular para la perfusión o del flujo de sangre a través del sistema pulmonar (Porth, 2015).

Anatomía del aparato respiratorio

Vía aérea superior

Las estructuras de la vía aérea superior constan de nariz, senos paranasales, faringe, amígdalas y adenoides, laringe y tráquea.

Nariz

La nariz sirve como un conducto para el paso del aire hacia y desde los pulmones. Filtra las impurezas y humidifica y calienta el aire conforme se inhala. La nariz se compone de una porción externa y una interna. La porción externa sobresale de la cara y está apoyada por los huesos y los cartílagos nasales. Los orificios nasales anteriores (narinas) son las aberturas externas de las fosas nasales.

La porción interna de la nariz es una cavidad hueca separada en fosas nasales

derecha e izquierda por una división vertical estrecha, el tabique. Cada cavidad nasal está dividida en tres pasajes aéreos o conductos por los cornetes que se proyectan desde las paredes laterales. Los cornetes nasales también se denominan *conchas* (nombre sugerido por su aspecto de concha). Debido a sus curvas, estos huesos aumentan la superficie de la membrana mucosa de los conductos nasales y obstruyen un poco el aire que fluye a través de ellos (fig. 20-1).

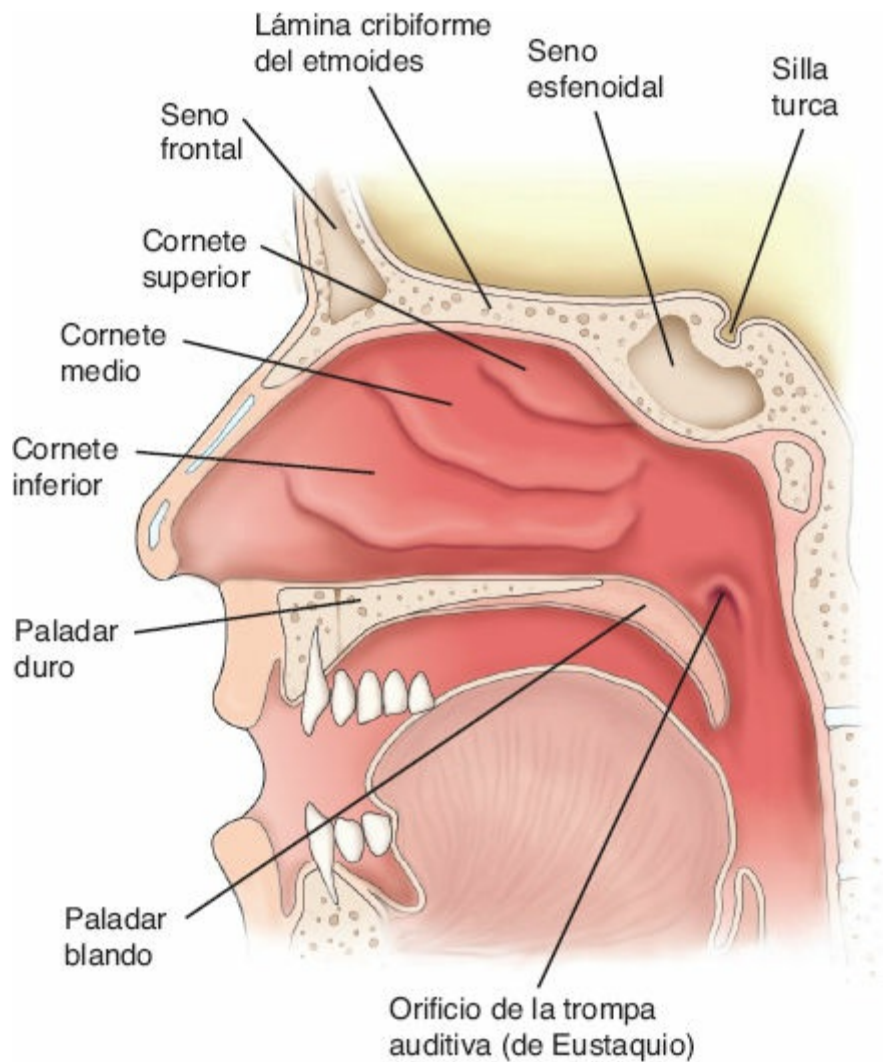


Figura 20-1 • Corte transversal de la cavidad nasal.

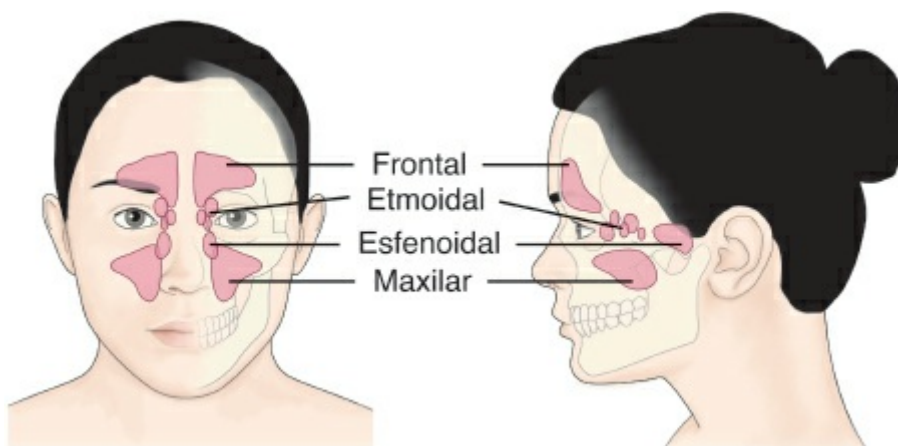


Figura 20-2 • Senos paranasales.

El aire que entra en las fosas nasales se desvía hacia arriba a la bóveda nasal y sigue una ruta circular antes de llegar a la nasofaringe. Este aire hace contacto con una gran superficie de mucosa ciliada, muy vascularizada, cálida y húmeda (llamada *mucosa nasal*) que atrapa prácticamente todo el polvo y los microorganismos en el aire inhalado. El aire es humedecido, calentado a la temperatura corporal y llega a los nervios sensitivos. Algunos de estos nervios detectan los olores; otros provocan estornudos para expulsar polvo irritante. El moco, que es secretado de manera continua por las células caliciformes, cubre la superficie de la mucosa nasal y se mueve hacia atrás a la nasofaringe por acción de los **cilios** (vellosidades delgadas cortas).

Senos paranasales

Los senos paranasales son cuatro pares de cavidades óseas que están recubiertas por mucosa nasal y epitelio ciliado cilíndrico pseudoestratificado. Estos espacios de aire están conectados por una serie de conductos que drenan en la cavidad nasal. Los senos paranasales se denominan por su localización: frontal, etmoidal, esfenoidal y maxilar (fig. 20-2). Una de las principales funciones de los senos paranasales es servir como una cámara de resonancia para hablar. Los senos son un sitio frecuente de infección.

Faringe, amígdalas y adenoides

La *faringe*, o *garganta*, es una estructura tubular que conecta las cavidades bucal y nasal con la laringe. Se divide en tres regiones: nasal, bucal y laríngea. La nasofaringe se encuentra posterior a la nariz y por encima del paladar blando. La bucofaringe alberga las amígdalas de las fauces, o palatinas. La laringofaringe se extiende desde el hueso hioides hasta el cartílago cricoides. La epiglotis forma la entrada a la laringe.

Las adenoides, o *amígdalas faríngeas*, se encuentran en el techo de la nasofaringe. Las amígdalas, las adenoides y otros tejidos linfáticos rodean la garganta. Estas estructuras son importantes eslabones de la cadena de ganglios linfáticos que protegen al cuerpo de la invasión por microorganismos que ingresan por la nariz y la garganta. La faringe funciona como un conducto que conecta las vías respiratoria y digestiva.

Laringe

La *laringe*, o *caja de resonancia*, es un órgano cartilaginoso recubierto con epitelio que conecta la faringe con la tráquea y está constituida por lo siguiente:

- *Epiglotis*. Válvula plana de cartílago que cubre la abertura de la laringe durante la deglución.
- *Glottis*. Abertura entre las cuerdas vocales en la laringe.
- *Cartílago tiroides*. La más grande de las estructuras de cartílago; parte de ella forma la manzana de Adán.
- *Cartílago cricoides*. Único anillo cartilaginoso completo en la laringe (ubicado debajo del cartílago tiroides).

- *Cartílagos aritenoides*. Se utilizan en el movimiento de la cuerda vocal con el cartílago tiroides.
- *Cuerdas vocales*. Ligamentos controlados por movimientos musculares que producen sonidos; están situadas en la luz de la laringe.

Aunque la principal función de la laringe es la vocalización, también protege la vía aérea inferior de sustancias extrañas y facilita la expectoración; por lo tanto, a veces se le denomina el “guardián de los pulmones” (Porth, 2015).

Tráquea

La tráquea se compone de músculo liso con anillos de cartílago en forma de “C” en intervalos regulares. Los anillos cartilaginosos están incompletos en la superficie posterior y proporcionan firmeza a la pared de la tráquea, lo que impide su colapso. La tráquea funge como vía entre la laringe y los bronquios principales izquierdo y derecho, que entran en los pulmones a través de una abertura llamada *hilio*.

Vía aérea inferior

Las vías respiratorias inferiores están constituidas por los pulmones, que contienen las estructuras bronquiales y alveolares, necesarias para el intercambio de gases.

Pulmones

Los pulmones son estructuras pares elásticas enclaustradas en el tórax, que es una cavidad hermética con paredes distensibles (fig. 20-3). Cada pulmón está dividido en lóbulos. El pulmón derecho tiene los lóbulos superior, medio e inferior, mientras que el pulmón izquierdo consta de los lóbulos superior e inferior (fig. 20-4). Cada lóbulo se subdivide además en dos a cinco segmentos separados por cisuras, que son extensiones de la pleura.

Pleura

Los pulmones y la pared de la cavidad torácica están revestidos por una membrana serosa llamada *pleura*. La pleura visceral cubre los pulmones; la pleura parietal recubre la cavidad torácica, pared lateral del mediastino, diafragma y caras internas de las costillas. La pleura visceral y parietal y la pequeña cantidad de líquido pleural entre estas dos membranas sirven para lubricar el tórax y los pulmones y permitir un movimiento suave de los pulmones dentro de la cavidad torácica durante la inspiración y espiración.

Mediastino

El mediastino se ubica en el centro del tórax, entre los sacos pleurales que contienen los dos pulmones. Se extiende desde el esternón hasta la columna vertebral y contiene todo el tejido torácico fuera de los pulmones (el corazón, el timo, la aorta, la vena cava y el esófago).

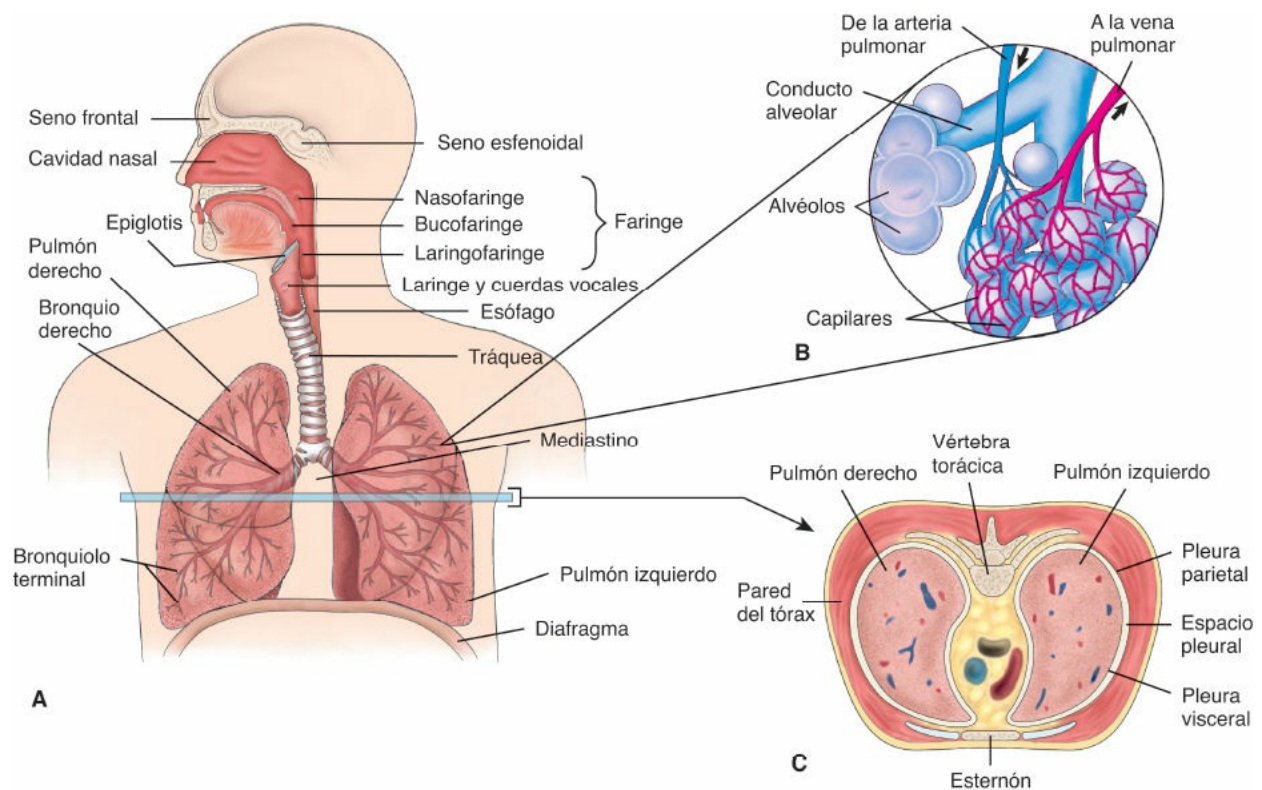


Figura 20-3 • Aparato respiratorio. A. Estructuras respiratorias superiores y estructuras del tórax. B. Alvéolos C. Corte transversal de los pulmones.

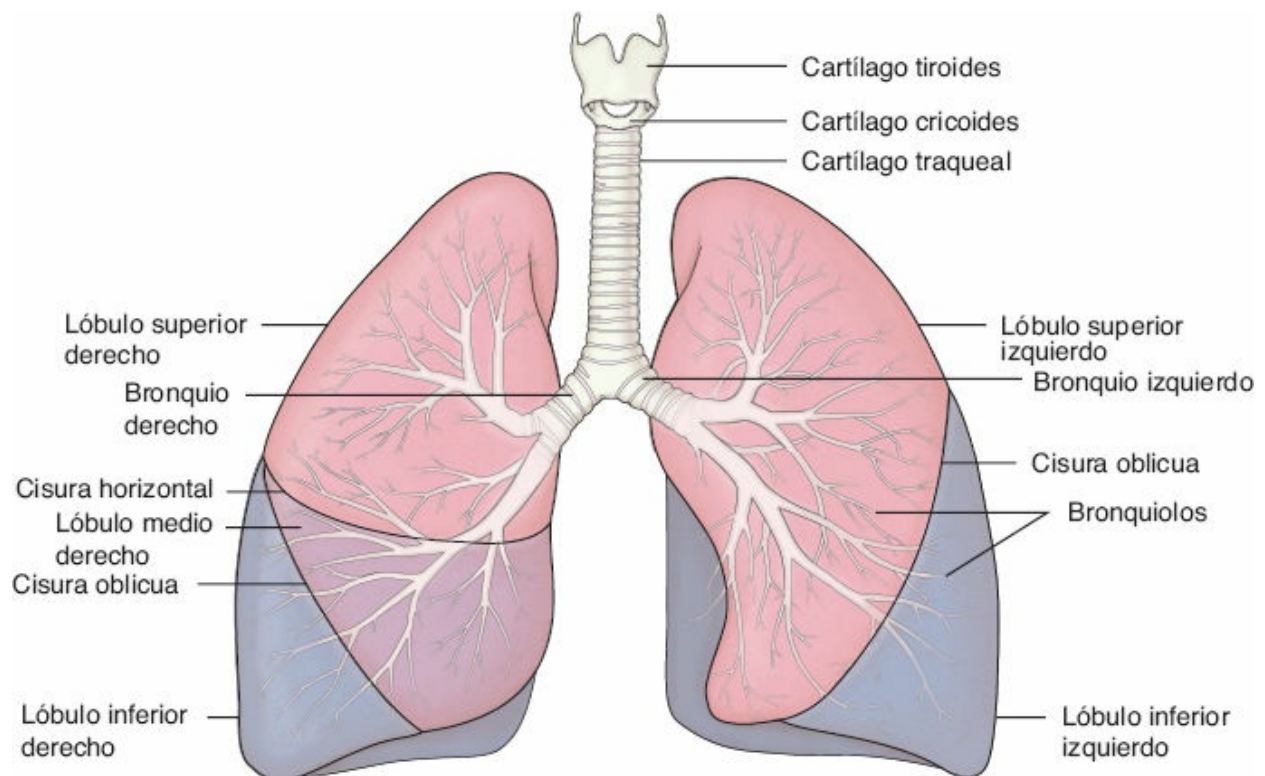


Figura 20-4 • Vista anterior de los pulmones. Los pulmones se componen de cinco lóbulos. El pulmón derecho tiene tres lóbulos (superior, medio, inferior), mientras el izquierdo tiene dos (superior e inferior). Los lóbulos se subdividen por cisuras. El árbol bronquial, otra estructura del pulmón, se infla con aire para llenar los lóbulos.

Bronquios y bronquiolos

Existen varias divisiones de los bronquios dentro de cada lóbulo del pulmón. La primera corresponde a los bronquios lobulares (tres en el pulmón derecho y dos en el pulmón izquierdo). Los bronquios lobulares se dividen en bronquios segmentarios (10 en el derecho y 8 en el izquierdo); estas estructuras facilitan el drenaje postural eficaz en el paciente. A continuación, los segmentarios se dividen en bronquios subsegmentarios. Estos bronquios están rodeados por tejido conjuntivo que da soporte a arterias, vasos linfáticos y nervios.

Los bronquios subsegmentarios se ramifican en bronquiolos, que no tienen cartílago en sus paredes. Su permeabilidad depende por completo de la retracción elástica del músculo liso circundante y de la presión alveolar. Los bronquiolos contienen las glándulas submucosas, que producen moco para cubrir el revestimiento interior de las vías respiratorias. Los bronquios y los bronquiolos también están revestidos por células que poseen superficies cubiertas con cilios. Los **cilios** proporcionan un movimiento constante de barrido que impulsa el moco y las sustancias extrañas desde los pulmones hacia la laringe.

Los bronquiolos se ramifican en bronquiolos terminales, que carecen de glándulas mucosas o cilios. Los bronquiolos terminales se convierten en bronquiolos respiratorios, que se consideran conductos de transición entre las vías respiratorias conductoras y las vías respiratorias de intercambio de gases. Hasta este punto, las vías respiratorias conductoras contienen alrededor de 150 mL de aire en el árbol traqueobronquial que no participa del intercambio de gases; se conoce como **espacio muerto fisiológico**. Los bronquiolos respiratorios conducen después a los conductos y sacos alveolares, y al final a los alvéolos (véase la [fig. 20-3](#)). El intercambio de oxígeno y dióxido de carbono ocurre en los alvéolos.

Alvéolos

El pulmón está formado por cerca de 300 millones de alvéolos, que constituyen una superficie total de entre 50 y 100 m² (Porth, 2015). Hay tres tipos de células alveolares. Las células de tipo I y II conforman el epitelio alveolar. Las células de tipo I constituyen el 95% de la superficie alveolar y sirven como barrera entre el aire y la superficie alveolar; las células de tipo II representan sólo el 5% de esta área, pero se encargan de producir las células de tipo I y el factor tensoactivo. El factor tensoactivo reduce la tensión superficial, lo cual mejora la función pulmonar total. Los macrófagos alveolares, el tercer tipo de células alveolares, son células fagocíticas que ingieren sustancias extrañas y, como resultado, proporcionan un mecanismo de defensa importante.

Función del aparato respiratorio

Las células del cuerpo obtienen la energía que necesitan de la oxidación de hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Este proceso requiere oxígeno. Los tejidos vitales, como el cerebro y el corazón, no pueden sobrevivir mucho tiempo sin un suministro continuo de oxígeno. Como resultado de la oxidación, se produce dióxido de carbono y debe retirarse de las células para evitar la acumulación de productos ácidos de desecho. El aparato respiratorio realiza esta función para facilitar los procesos vitales,

como el transporte del oxígeno, la respiración, la ventilación y el intercambio de gases.

Transporte de oxígeno

Se suministra el oxígeno a las células y se elimina dióxido de carbono de ellas mediante la circulación sanguínea a través de las delgadas paredes de los capilares. El oxígeno se difunde desde los capilares a través de la pared capilar hacia el líquido intersticial. En este punto, se difunde a través de la membrana de las células del tejido, donde es usado por las mitocondrias para la respiración celular. El movimiento de dióxido de carbono se realiza por difusión en sentido contrario: de la célula a la sangre.

Respiración

Después de estos intercambios capilares en los tejidos, la sangre entra en la circulación venosa sistémica y se dirige a la circulación pulmonar. La concentración sanguínea de oxígeno en los capilares de los pulmones es menor que en los alvéolos. Debido a este gradiente de concentración, el oxígeno se difunde de los alvéolos a la sangre. El dióxido de carbono, que tiene mayor concentración en la sangre que en los alvéolos, se difunde de la sangre a los alvéolos. El movimiento del aire dentro y fuera de las vías respiratorias continuamente repone el oxígeno y elimina el dióxido de carbono de las vías respiratorias y los pulmones. Todo este proceso de intercambio de gases entre el aire atmosférico y la sangre, y entre la sangre y las células del cuerpo, se llama **respiración**.

Ventilación

La ventilación requiere el movimiento de las paredes del tórax y su suelo, el diafragma. El efecto de estos movimientos es aumentar y disminuir de manera alternante la capacidad del tórax. Cuando se incrementa la capacidad del tórax, el aire entra a través de la tráquea (inspiración) y se mueve al interior de los bronquios, los bronquiolos y los alvéolos, e infla los pulmones. Cuando la pared torácica y el diafragma regresan a sus posiciones anteriores (expiración), los pulmones se retraen y expulsan el aire hacia afuera a través de los bronquios y la tráquea. La inspiración se produce durante el primer tercio del ciclo respiratorio; la expiración se presenta durante los últimos dos tercios. Por lo general, la fase inspiratoria de la respiración requiere energía; la fase espiratoria suele ser pasiva, y requiere de muy poca energía. Los factores físicos que gobiernan el flujo de aire dentro y fuera de los pulmones se definen colectivamente como la mecánica de la ventilación e incluyen variaciones de presión de aire, resistencia al flujo de aire y distensibilidad pulmonar.

Variaciones de presión del aire

El aire fluye de una región de mayor presión a una de presión más baja. Durante la inspiración, los movimientos del diafragma y los músculos intercostales aumentan el volumen de la cavidad torácica y así disminuyen la presión dentro del tórax a un nivel menor que el de la presión atmosférica. Como resultado, el aire es aspirado a través

de la tráquea y los bronquios al interior de los alvéolos. Durante la espiración, el diafragma se relaja y los pulmones se retraen, dando como resultado la disminución en el tamaño de la cavidad torácica. La presión alveolar supera entonces la presión atmosférica, y el aire fluye desde los pulmones hacia la atmósfera.

Resistencia de las vías respiratorias

La resistencia está determinada por el radio o tamaño de la vía aérea a través de la cual fluye el aire, así como por los volúmenes pulmonares y la velocidad de flujo de aire. Cualquier proceso que altera el diámetro bronquial o su amplitud afecta la resistencia de la vía aérea y altera la tasa de flujo de aire para un gradiente de presión dado durante la respiración (**cuadro 20-1**). Con la resistencia incrementada, se requiere un esfuerzo respiratorio mayor de lo normal para lograr los niveles normales de ventilación.

Cuadro 20-1 Causas de incremento de la resistencia de las vías respiratorias

Las circunstancias frecuentes que pueden alterar el diámetro bronquial, que afectan la resistencia de la vía aérea, son las siguientes:

- Contracción del músculo liso bronquial, como en el asma.
- Engrosamiento de la mucosa bronquial, como en la bronquitis crónica.
- Obstrucción de las vías respiratorias por moco, un tumor o un cuerpo extraño.
- Pérdida de elasticidad pulmonar, como en el enfisema, que se caracteriza por tejido conjuntivo que envuelve las vías respiratorias y las mantiene abiertas durante la inspiración y la espiración.

Distensibilidad

La **distensibilidad** es la elasticidad y la expansibilidad de los pulmones y las estructuras torácicas. La distensibilidad permite aumentar el volumen pulmonar cuando la diferencia de presión entre la atmósfera y la cavidad torácica (gradiente de presión) causa que el aire fluya al interior. Los factores que determinan la distensibilidad del pulmón son la tensión superficial de los alvéolos, el tejido conjuntivo y el contenido de agua de los pulmones, y la distensibilidad de la cavidad torácica.

La distensibilidad se determina con el análisis de las relaciones entre el volumen y la presión en los pulmones y el tórax. La distensibilidad es normal (1 L/cm H₂O) si los pulmones y el tórax se estiran y distienden con facilidad cuando se ejerce presión. La distensibilidad aumenta si los pulmones han perdido su retracción elástica y se sobredistienden (p. ej., en el enfisema). La distensibilidad disminuye si los pulmones y el tórax están “rígidos”. Las afecciones asociadas con la distensibilidad disminuida incluyen obesidad mórbida, neumotórax, hemotórax, derrame pleural, edema pulmonar, atelectasia, fibrosis pulmonar y síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA). Los pulmones con distensibilidad disminuida requieren mayor gasto de energía de lo normal del paciente para lograr niveles normales de ventilación.

Volúmenes y capacidades pulmonares

La función pulmonar, que refleja la mecánica de la ventilación, se comprende en términos de volúmenes y capacidades pulmonares. Los volúmenes pulmonares se clasifican como volumen de aire corriente, volumen de reserva inspiratoria, volumen de reserva espiratoria y volumen residual. La capacidad pulmonar se valora en términos de capacidad vital, capacidad inspiratoria, capacidad funcional residual y capacidad pulmonar total. Estos términos se explican en la [tabla 20-1](#).

Difusión y perfusión pulmonar

La **difusión pulmonar** es el proceso mediante el cual se intercambian el oxígeno y el dióxido de carbono desde zonas de alta concentración hasta zonas de baja concentración en la interfaz aire-sangre. La membrana alveolocapilar es ideal para la difusión debido a su delgadez extrema y a su gran área de superficie. En el adulto saludable, el oxígeno y el dióxido de carbono atraviesan la membrana alveolocapilar sin dificultad gracias a la diferencia en las concentraciones de los gases en los alvéolos y los capilares.

La **perfusión pulmonar** es el flujo de sangre a través de la red vascular pulmonar. El ventrículo derecho bombea la sangre a los pulmones a través de la arteria pulmonar. Esta arteria se divide en las ramas derecha e izquierdas para irrigar ambos pulmones. Por lo general, casi el 2% de la sangre bombeada por el ventrículo derecho no perfunde los capilares alveolares. Esta sangre del cortocircuito drena en el hemicardio izquierdo sin participar en el intercambio del gas alveolar. Las arterias bronquiales, que se extienden desde la aorta torácica también apoyan la perfusión, pero no participan en el intercambio de gases, lo que diluye aún más la sangre oxigenada que sale a través de la vena pulmonar (Porth, 2015).

La circulación pulmonar se considera un sistema de baja presión, ya que la presión arterial sistólica en la arteria pulmonar es de 20-30 mm Hg y la presión diastólica es de 5-15 mm Hg. Debido a estas bajas presiones, la red vascular pulmonar normalmente puede variar su capacidad para dar cabida al flujo de sangre que recibe. Sin embargo, cuando una persona está en posición vertical, la presión de la arteria pulmonar no es lo suficientemente grande como para suministrar sangre al ápice del pulmón contra la fuerza de gravedad. Por lo tanto, cuando una persona esté en posición vertical, el pulmón se puede considerar dividido en tres secciones: una parte superior con escaso riego sanguíneo, una parte inferior con el máximo suministro de sangre y una sección entre los dos con suministro intermedio de sangre. Cuando una persona está en decúbito lateral, pasa más sangre al pulmón en posición inferior.

TABLA 20-1 Volúmenes y capacidades pulmonares

Término	Símbolo	Descripción	Valor normal ^a	Importancia
Volúmenes pulmonares				
Volumen corriente	VT o TV	Volumen de aire inhalado y exhalado con cada respiración	500 mL o 5-10 mL/kg	El volumen corriente puede no variar, incluso ante una enfermedad grave
Volumen de reserva inspiratorio	IRV	Volumen máximo de aire que se puede inhalar después de una inhalación normal	3 000 mL	
Volumen de reserva espiratorio	ERV	Volumen máximo de aire que se puede exhalar de manera forzada después de una inhalación normal	1 100 mL	El volumen de reserva espiratorio disminuye en condiciones restrictivas, como obesidad, ascitis, embarazo
Volumen residual	RV	Volumen de aire que queda en los pulmones después de una espiración máxima	1 200 mL	El volumen residual puede incrementarse con la enfermedad obstructiva
Capacidades pulmonares				
Capacidad vital	VC	Máximo volumen de aire exhalado desde el punto de máxima inspiración: $VC = TV + IRV + ERV$	4 600 mL	Puede encontrarse disminución de la capacidad vital en enfermedades neuromusculares, fatiga generalizada, atelectasia, edema pulmonar, EPOC y obesidad
Capacidad inspiratoria	IC	Volumen máximo de aire inhalado después de la espiración normal: $IC = TV + IRV$	3 500 mL	Una disminución en la capacidad inspiratoria puede indicar enfermedad restrictiva. También puede estar disminuida en caso de obesidad
Capacidad residual funcional	FRC	Volumen de aire que queda en los pulmones después una espiración normal: $FRC = ERV + RV$	2 300 mL	La capacidad residual funcional puede estar aumentada con EPOC y disminuido en caso de SIRA y obesidad
Capacidad pulmonar total	TLC	Volumen de aire en los pulmones después de una inspiración máxima: $TLC = TV + IRV + ERV + RV$	5 800 mL	La capacidad pulmonar total puede estar disminuida en caso de enfermedad restrictiva, como en la atelectasia y la neumonía, y aumentada en la EPOC

^aValores para hombres sanos; en las mujeres son 20-25% menores.

EPOC, enfermedad pulmonar obstructiva crónica; ERV, volumen espiratorio de reserva; FRC, capacidad residual funcional; IRV, volumen de reserva inspiratoria; SIRA, síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

Adaptado de: West, J. B. & Luks, M. A. (2016). *West's respiratory physiology: The essentials*. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.

La perfusión también se ve afectada por la presión alveolar. Los capilares pulmonares se intercalan entre alvéolos adyacentes. Si la presión alveolar es suficientemente alta, los capilares se constriñen. Dependiendo de la presión, algunos capilares colapsan totalmente, mientras que otros sólo se estrechan.

La presión de la arteria pulmonar, la gravedad y la presión alveolar determinan los patrones de perfusión. Durante una enfermedad pulmonar, estos factores varían y la perfusión del pulmón puede hacerse anómala.

Equilibrio y desequilibrio de ventilación y perfusión

El adecuado intercambio de gases depende de una correcta relación entre ventilación y perfusión (V/Q). La relación (V/Q) varía en diferentes áreas del pulmón. El bloqueo de las vías respiratorias, los cambios locales de distensibilidad y la gravedad pueden alterar la ventilación. Las alteraciones en la perfusión pueden presentarse con un cambio en la presión de la arteria pulmonar, la presión alveolar o la gravedad.

El desequilibrio (V/Q) se presenta como resultado de una ventilación o perfusión inadecuadas o de ambas. Hay cuatro posibles estados (V/Q) en el pulmón: índice (V/Q) normal, índice (V/Q) bajo (cortocircuito), índice (V/Q) alto (espacio muerto) y ausencia de ventilación y perfusión (unidad silenciosa) ([cuadro 20-2](#)). El desequilibrio de V/Q causa el desvío de la sangre, lo que provoca **hipoxia** (bajo nivel de oxígeno celular). El cortocircuito parece ser la principal causa de hipoxia después de cirugía torácica o abdominal y la mayoría de los tipos de insuficiencia respiratoria. La hipoxia grave se produce cuando la cantidad de desviación excede el 20%. El oxígeno suplementario puede eliminar la hipoxia según el tipo de desequilibrio (V/Q).

Intercambio de gases

Presión parcial de los gases

El aire que respiramos es una mezcla gaseosa que se compone principalmente de nitrógeno (78.6%) y oxígeno (20.8%), con trazas de dióxido de carbono (0.04%), vapor de agua (0.05%), helio y argón. La presión atmosférica a nivel del mar es de 760 mm Hg. La *presión parcial* es la presión ejercida por cada tipo de gas en una mezcla de gases. La presión parcial de un gas es proporcional a la concentración de ese gas en la mezcla. La presión total ejercida por la mezcla de gases en la atmósfera, o en los pulmones, es igual a la suma de las presiones parciales.

Con base en estos hechos, se pueden calcular las presiones parciales de nitrógeno y oxígeno. La presión parcial de nitrógeno en la atmósfera a nivel del mar es el 78.6% de 760, es decir, 597 mm Hg; la de oxígeno es el 20.8% de 760, es decir, 158 mm Hg (Grossman y Porth, 2014). En el [cuadro 20-3](#) se identifican y definen los términos y abreviaturas relacionados con la presión parcial de gases.

Una vez que el aire entra en la tráquea, se satura por completo con vapor de agua, lo que desplaza algo de los demás gases. El vapor de agua ejerce una presión de 47 mm Hg cuando satura por completo una mezcla de gases a la temperatura corporal de 37 °C. El nitrógeno y el oxígeno son los causantes de casi todos los restantes 713 mm Hg de presión. Una vez que esta mezcla entra en los alvéolos, es posteriormente diluida por el dióxido de carbono. En los alvéolos, el vapor de agua continúa ejerciendo una presión de 47 mm Hg. Los 713 mm Hg de presión restantes se ejercen ahora como sigue: nitrógeno, 569 mm Hg (74.9%); oxígeno, 104 mm Hg (13.6%); y dióxido de carbono, 40 mm Hg (5.3%).

Cuando un gas se expone a un líquido, el primero se disuelve en el segundo hasta que se alcanza el equilibrio. El gas disuelto también ejerce una presión parcial. En este equilibrio, la presión parcial del gas en el líquido es igual a la presión parcial del gas en la mezcla gaseosa. La oxigenación de la sangre venosa en el pulmón ilustra este punto. En el pulmón, la sangre venosa y el oxígeno alveolar están separados por una membrana alveolar muy delgada. El oxígeno se difunde a través de esta membrana para disolverse en la sangre hasta que la presión parcial de oxígeno en la sangre sea la misma que en los alvéolos (104 mm Hg). No obstante, debido a que el dióxido de carbono es un subproducto de la oxidación en las células, la sangre venosa contiene este gas a una presión parcial más alta que en el gas alveolar. En el pulmón, el dióxido de carbono difunde desde la sangre venosa hacia el gas alveolar. En equilibrio, la presión parcial de dióxido de carbono en la sangre y en el gas alveolar es la misma (40 mm Hg). Los cambios en la presión parcial se muestran en la [figura 20-5](#).

Cuadro 20-2 Relaciones ventilación-perfusión

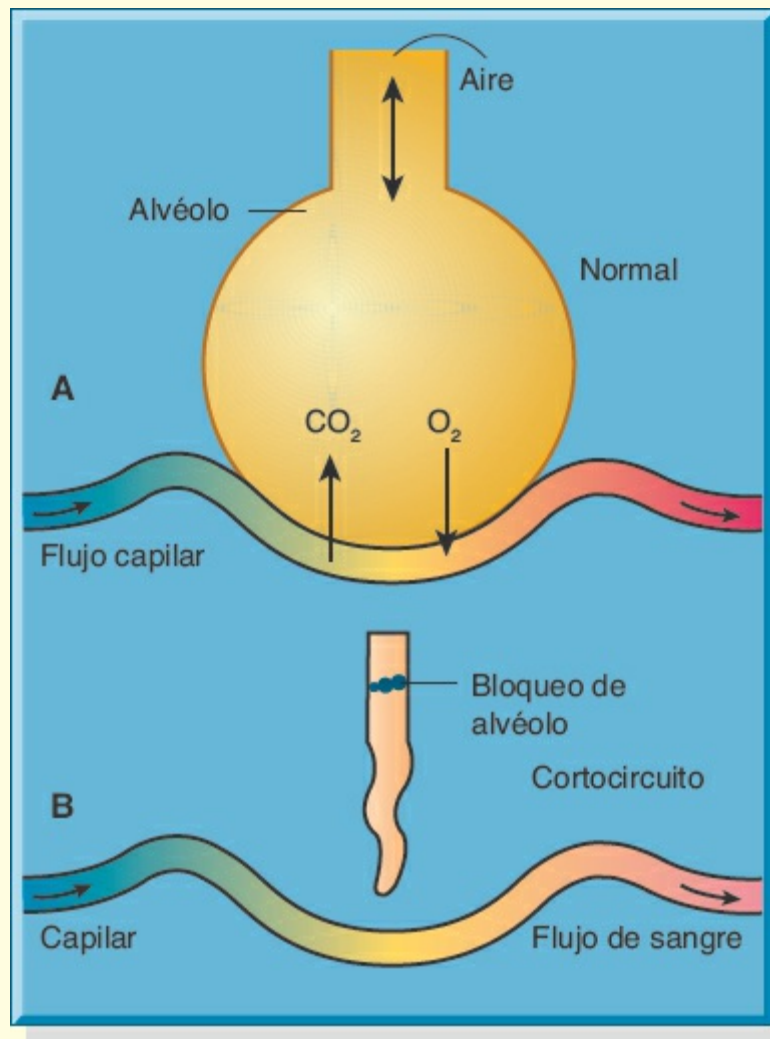
Relación normal (A)

En el pulmón sano, una determinada cantidad de sangre pasa por un alvéolo y se equipara con una cantidad igual de gas (A). La relación es 1:1 (la ventilación equivale a la perfusión).

Relación ventilación-perfusión baja. Cortocircuitos (B)

Los estados de ventilación-perfusión baja pueden llamarse *anomalías producidas por cortocircuito*.

Cuando la perfusión excede a la ventilación, existe un cortocircuito **(B)**. La sangre pasa por los alvéolos sin que se produzca el intercambio de gases. Este efecto se observa en la obstrucción de las vías respiratorias distales, como neumonía, atelectasia, tumor o un tapón de moco.

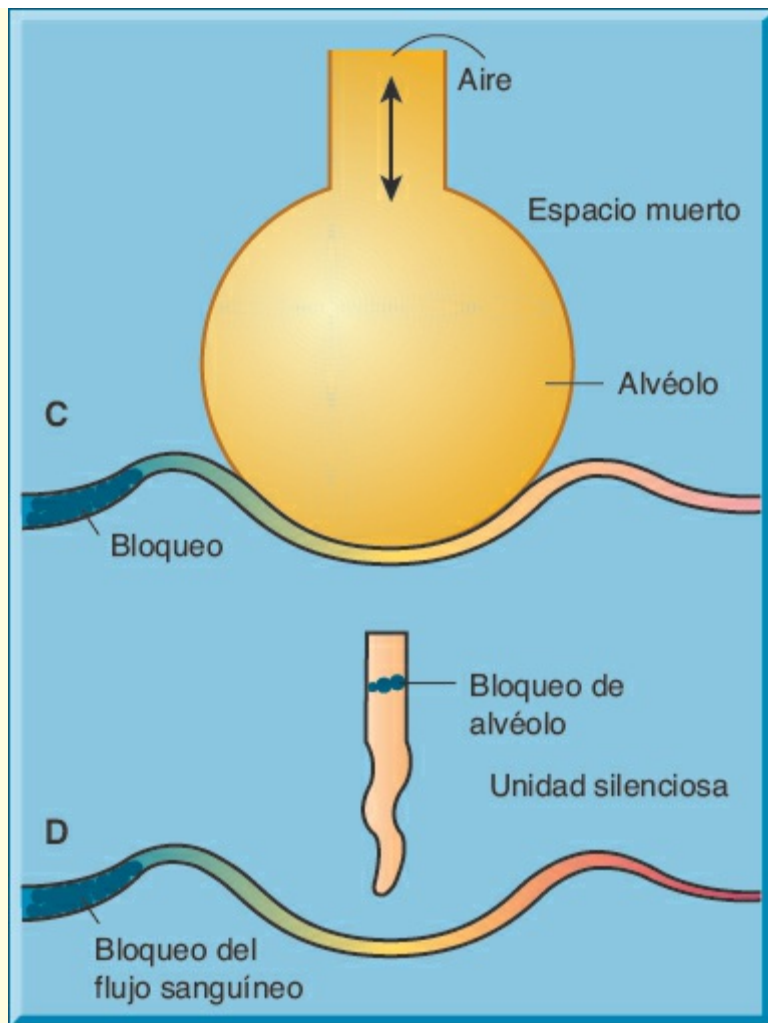


Relación ventilación-perfusión alta. Espacio muerto (C)

Cuando la ventilación excede la perfusión, se produce un espacio muerto **(C)**. Los alvéolos no tienen un suministro de sangre adecuado para que se produzca el intercambio de gases. Esto es característico de varios padecimientos, que incluyen embolia pulmonar, infarto pulmonar y choque cardiogénico.

Unidad silenciosa (D)

En ausencia tanto de ventilación como de perfusión, o con limitación de ambas, se produce una situación conocida como *unidad silenciosa (D)*. Ésta se observa en el neumotórax y en casos graves de síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.



Cuadro 20-3 Abreviaturas de presión parcial

P = Presión

PO_2 = Presión parcial de oxígeno

PCO_2 = Presión parcial de dióxido de carbono

PAO_2 = Presión parcial de oxígeno alveolar

$PACO_2$ = Presión parcial de dióxido de carbono alveolar

PaO_2 = Presión parcial de oxígeno arterial

$PaCO_2$ = Presión parcial de dióxido de carbono arterial

PvO_2 = Presión parcial de oxígeno venoso

$PvCO_2$ = Presión parcial de dióxido de carbono venoso

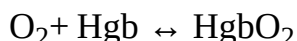
P_{50} = Presión parcial de oxígeno cuando la hemoglobina está saturada al 50%

Efectos de la presión sobre el transporte de oxígeno



El oxígeno y el dióxido de carbono se transportan de forma simultánea, ya sea disueltos en la sangre o combinados con la hemoglobina en los eritrocitos. Cada 100 mL de sangre arterial normal transporta 0.3 mL de oxígeno físicamente disuelto en el

plasma y 20 mL de oxígeno combinado con la hemoglobina. Se pueden transportar grandes cantidades de oxígeno en la sangre porque el oxígeno se combina fácilmente con la hemoglobina para formar oxihemoglobina:



El volumen de oxígeno disuelto físicamente en el plasma se mide mediante la presión parcial de oxígeno en las arterias (PaO_2). Cuanto mayor es la PaO_2 , mayor es la cantidad de oxígeno disuelto. Por ejemplo, a una PaO_2 de 10 mm Hg, 0.03 mL de oxígeno se disuelven en 100 mL de plasma. A una PaO_2 de 20 mm Hg se disuelve dos veces esta cantidad en plasma; a una PaO_2 de 100 mm Hg se disuelve 10 veces esta cantidad. Por lo tanto, la cantidad de oxígeno disuelto es directamente proporcional a la presión parcial, sin importar qué tan alta llegue a ser la presión de oxígeno.

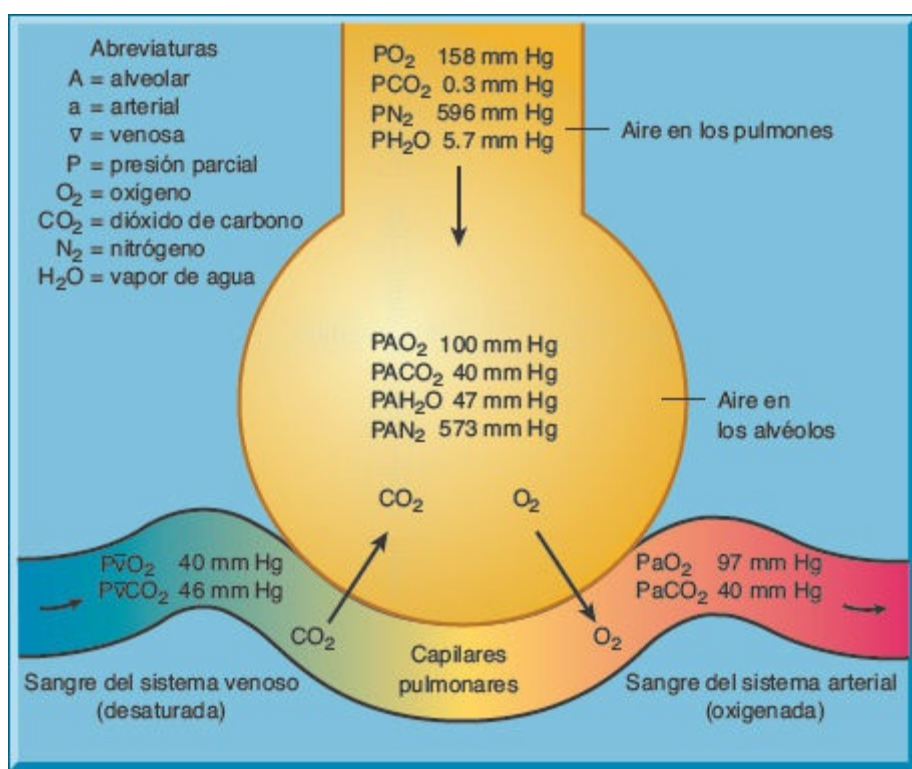


Figura 20-5 • Durante la respiración, ocurren cambios en la presión parcial de gases. Como resultado, estos valores alteran el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono y los cambios que se presentan en sus presiones parciales conforme fluye la sangre venosa a través de los pulmones.

La cantidad de oxígeno que se combina con la hemoglobina depende tanto de la cantidad de hemoglobina en la sangre como de la PaO_2 , aunque sólo hasta una PaO_2 de unos 150 mm Hg. Lo anterior se mide como la saturación de O₂ (SaO_2), el porcentaje de O₂ que se puede transportar si toda la hemoglobina sostuviera la máxima cantidad posible de O₂. Cuando la PaO_2 es de 150 mm Hg, la hemoglobina está saturada al 100% y no se combina con ninguna cantidad adicional de oxígeno. Cuando la hemoglobina está 100% saturada, 1 g de hemoglobina se combina con 1.34 mL de oxígeno. Por lo tanto, en una persona con 14 g/dL de hemoglobina, cada 100 mL de sangre contiene alrededor de 19 mL de oxígeno unido a la hemoglobina. Si la

PaO₂ es inferior a 150 mm Hg, disminuye el porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno. Por ejemplo, a una PaO₂ de 100 mm Hg (valor normal), la saturación es de 97%; a una PaO₂ de 40 mm Hg, la saturación es de 70%.

Curva de disociación de oxihemoglobina

La curva de disociación de oxihemoglobina (**cuadro 20-4**) muestra la relación entre la presión parcial de oxígeno (PaO₂) y el porcentaje de saturación de oxígeno (SaO₂). El porcentaje de saturación puede verse afectada por el dióxido de carbono, la concentración de iones de hidrógeno, la temperatura y el 2,3-difosfoglicerato. Un aumento de estos factores desplaza la curva a la derecha; por lo tanto, se capta menor cantidad de oxígeno en los pulmones, pero se libera más oxígeno a los tejidos si la PaO₂ permanece sin cambios. Una disminución de estos factores provoca que la curva se mueva a la izquierda, haciendo más fuerte la unión entre el oxígeno y la hemoglobina. Si la PaO₂ permanece sin cambios, se capta más oxígeno en los pulmones, pero se proporciona menos oxígeno a los tejidos. La forma inusual de la curva de disociación de la oxihemoglobina es una clara ventaja para el paciente por dos razones:

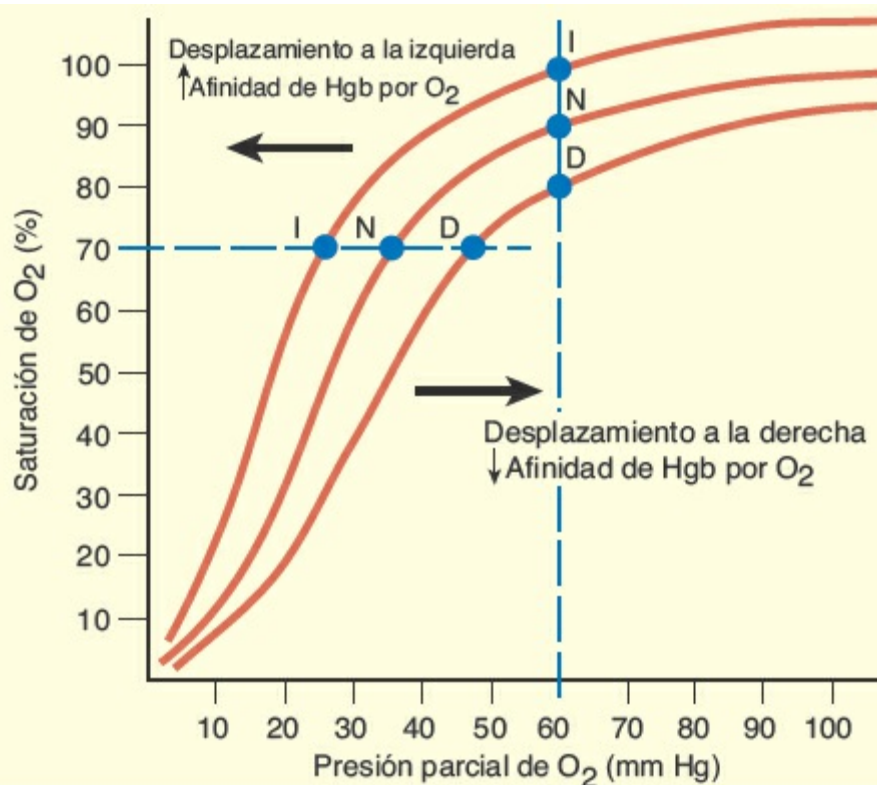
1. Si la PaO₂ disminuye desde 100 hasta 80 mm Hg como resultado de una enfermedad pulmonar o cardíaca, la hemoglobina de la sangre arterial permanece casi en saturación máxima (94%) y los tejidos no sufren hipoxia.
2. Cuando la sangre arterial pasa por los capilares del tejido y queda expuesta a la presión tisular de oxígeno (casi 40 mm Hg), la hemoglobina proporciona grandes cantidades de oxígeno para que sean utilizadas por los tejidos.

Cuadro 20-4 Curva de disociación de la oxihemoglobina

La curva de disociación de la oxihemoglobina está diseñada para indicar tres niveles de oxígeno:

1. Niveles normales: PaO₂ > 70 mm Hg
2. Niveles relativamente seguros: PaO₂ 45-70 mm Hg
3. Niveles peligrosos: PaO₂ < 40 mm Hg

La curva normal (media) (N) muestra que se produce 75% de saturación a una PaO₂ de 40 mm Hg. Si la curva se desplaza a la derecha (D), la misma saturación (75%) se produce con una presión más alta de PaO₂ de 57 mm Hg. Si la curva se desplaza a la izquierda (I), la saturación de 75% se produce a una PaO₂ de 25 mm Hg.



Con un valor normal de la PaO_2 (80-100 mm Hg) y la SaO_2 (95-98%), existe un margen del 15% de exceso de oxígeno disponible para los tejidos. Con una concentración normal de hemo globina de 15 mg/dL y un valor de PaO_2 de 40 mm Hg (SaO_2 75%), se dispone de suficiente oxígeno para los tejidos, pero sin reservas para esfuerzos fisiológicos que aumentan la demanda de oxígeno del tejido. Si se produce un incidente grave (p. ej., broncoespasmo, broncoaspiración, hipotensión o arritmias cardíacas) que reduzca el consumo de oxígeno de los pulmones, se produce hipoxia en los tejidos.

Una consideración importante en el transporte de oxígeno es el gasto cardíaco, que determina la cantidad de oxígeno suministrado al cuerpo y afecta la perfusión pulmonar y tisular. Si el gasto cardíaco es normal (5 L/min), la cantidad de oxígeno suministrada al cuerpo por minuto es normal. En condiciones normales, se utilizan sólo 250 mL de oxígeno por minuto, que es casi el 25% del oxígeno disponible. El resto del oxígeno vuelve al hemicardio derecho y la PaO_2 de la sangre venosa desciende de 80 o 100 mm Hg a casi 40 mm Hg. Sin embargo, si desciende el gasto cardíaco, la cantidad de oxígeno suministrado a los tejidos también disminuye y puede ser insuficiente para satisfacer las necesidades del cuerpo.

Transporte de dióxido de carbono

Al mismo tiempo que se difunde el oxígeno de la sangre en los tejidos, el dióxido de carbono se difunde de las células de los tejidos a la sangre y es transportado a los pulmones para su excreción. La cantidad de dióxido de carbono en tránsito es uno de los principales indicadores del equilibrio acidobásico del organismo. Por lo general,

sólo el 6% del dióxido de carbono venenoso se elimina en los pulmones y permanece suficiente en la sangre arterial para ejercer una presión de 40 mm Hg. La mayor parte del dióxido de carbono (90%) es transportado por los eritrocitos; una pequeña porción (5%) que permanece disuelta en el plasma (la presión parcial de dióxido de carbono [PCO_2]) es el factor crítico que determina el movimiento de dióxido de carbono dentro o fuera de la sangre.

Aunque varios procesos implicados en el transporte de gases respiratorios parecen ocurrir en etapas intermitentes, los cambios son rápidos, simultáneos y continuos.

Control neurológico de la ventilación

La respiración es el resultado de la activación cíclica de los músculos respiratorios por el nervio frénico. El ritmo de la respiración está controlado por los centros respiratorios en el cerebro. Los centros inspiratorios y espiratorios en el bulbo raquídeo y la protuberancia controlan la frecuencia y la profundidad de la ventilación para satisfacer las demandas metabólicas del cuerpo.

El centro apnéusico en la protuberancia inferior estimula el centro inspiratorio del bulbo para promover inspiraciones profundas y prolongadas. Se propone que el centro neumotáxico en la protuberancia superior controla el patrón de la respiración.

Varios grupos de sitios receptores ayudan en el control cerebral de la función respiratoria. Los quimiorreceptores centrales, situados en el bulbo raquídeo, responden a cambios químicos en el líquido cefalorraquídeo, que son resultado de cambios químicos en la sangre. Estos receptores responden al aumento o la disminución del pH y envían un mensaje a los pulmones para cambiar la profundidad y luego la frecuencia de la ventilación para corregir el desequilibrio. Los quimiorreceptores periféricos están situados en el arco aórtico y las arterias carótidas, y responden primero a los cambios en la PaO_2 y después a la presión parcial de dióxido de carbono (PaCO_2) y el pH.

Los mecanorreceptores en el pulmón incluyen los receptores para estiramiento, irritantes y de yuxtacapilaridad, y responden a los cambios en la resistencia alterando los patrones de respiración para apoyar la función pulmonar óptima. Por ejemplo, el reflejo de Hering-Breuer se activa por receptores de estiramiento en los alvéolos. Cuando los pulmones están distendidos, se inhibe la inspiración; como resultado, los pulmones no llegan a distenderse en exceso.

Los propioceptores en los músculos y la pared torácica responden a los movimientos del cuerpo, causando un aumento en la ventilación. Por lo tanto, los ejercicios de amplitud de movimiento en un paciente inmóvil estimulan la respiración. Por último, los barorreceptores, que también se localizan en los cuerpos carotídeos y aórticos, responden al aumento o la disminución de la presión arterial y causan reflejo de hipoventilación o hiperventilación.



Consideraciones gerontológicas

Al inicio de la mediana edad adulta, se inicia una disminución gradual en la función respiratoria que afecta la estructura y la función del aparato respiratorio. La capacidad

vital de los pulmones y la fuerza de los músculos respiratorios alcanzan su máximo entre los 20 y 25 años de edad y disminuyen después de esta etapa. Con el envejecimiento (40 años de edad y mayores), se producen cambios en los alvéolos que reducen el área disponible para el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. Cerca de los 50 años de edad, los alvéolos empiezan a perder elasticidad. Con la pérdida de movilidad de la pared torácica se produce una disminución de la capacidad vital que restringe el flujo de aire corriente. La cantidad de espacio muerto respiratorio aumenta con la edad. Estos cambios dan como resultado una capacidad de difusión de oxígeno disminuida conforme avanza la edad, lo que produce concentraciones más bajas de oxígeno en la circulación arterial. Los adultos mayores tienen una capacidad disminuida para desplazar rápidamente el aire dentro y fuera de los pulmones.

Los cambios gerontológicos en el aparato respiratorio se resumen en la [tabla 20-2](#). A pesar de estos cambios, en ausencia de enfermedad pulmonar crónica, los adultos mayores pueden llevar a cabo las actividades de la vida cotidiana, aunque puede haber disminuido la tolerancia y requieren de descanso adicional después de una actividad vigorosa o prolongada.

Valoración

Antecedentes de salud

Los antecedentes de salud se dirigen al principio a los problemas que presenta el paciente y los síntomas relacionados. En la elaboración del expediente clínico, el personal de enfermería debe explorar el inicio, la localización, la duración, las características, los factores que lo agravan y los que lo alivian, su irradiación (si procede) y el horario de presentación del problema y los signos y síntomas asociados. El personal de enfermería debe explorar también la forma en la que estos factores afectan las actividades de la vida cotidiana del paciente, su trabajo habitual, las actividades familiares y su calidad de vida.

Síntomas frecuentes

Los principales signos y síntomas de enfermedad respiratoria son disnea, tos, producción de esputo, dolor torácico, sibilancias y hemoptisis. Durante el registro del expediente clínico, el personal de enfermería debe considerar también las enfermedades no pulmonares al evaluar los síntomas, ya que éstos pueden presentarse como parte de otras enfermedades.

Disnea

La **disnea** (sensación subjetiva de respiración difícil o forzada, dificultad para respirar, aliento disminuido) es un síntoma multidimensional común a muchas enfermedades pulmonares y cardíacas, en particular cuando hay distensibilidad disminuida del pulmón o mayor resistencia de las vías respiratorias. La disnea también puede relacionarse con reacciones alérgicas, anemia, anomalías neurológicas o neuromusculares, traumatismos y enfermedades avanzadas, y es frecuente al final de la vida. Este síntoma predice resultados clínicos adversos, incluso el aumento de la

mortalidad (Baker, Barsamian, Leone, et al., 2013). También se puede presentar disnea después del ejercicio en las personas sanas (Porth, 2015).

Por lo general, las enfermedades pulmonares agudas producen disnea más grave que las enfermedades crónicas. La disnea súbita en una persona sana puede indicar neumotórax (aire en la cavidad pleural), obstrucción respiratoria aguda, reacción alérgica o infarto de miocardio. En los pacientes inmovilizados, la disnea repentina puede indicar embolia pulmonar (EP). Tanto la disnea como la **taquipnea** (respiración anormalmente rápida) acompañadas de **hipoxemia** progresiva (concentración baja de oxígeno en sangre) en una persona que ha experimentado traumatismo pulmonar reciente, choque, derivación cardiopulmonar o varias transfusiones de sangre, podrían señalar un SIRA. La **ortopnea** (dificultad para respirar al estar acostado, incorporarse para sentarse o ponerse de pie) puede presentarse en los pacientes con cardiopatía y en ocasiones en pacientes con EPOC, en la cual se encuentra disnea con estridor sibilante espiratorio. La disnea asociada con respiración ruidosa puede originarse por un estrechamiento de las vías respiratorias o una obstrucción localizada de un bronquio principal por un tumor o cuerpo extraño. El ruido agudo que se escucha (por lo general, a la inspiración) cuando una persona está respirando a través de una vía aérea superior bloqueada parcialmente se llama **estridor**. Para ayudar a identificar la causa de la disnea, el personal de enfermería debe hacer las siguientes preguntas:

- ¿La dificultad respiratoria está relacionada con otros síntomas? ¿Presenta tos?
- ¿La dificultad respiratoria es repentina o gradual?
- ¿A qué hora del día o de la noche se produce la dificultad respiratoria?
- ¿La dificultad para respirar empeora al estar acostado?
- ¿Cuánto esfuerzo provoca dificultad para respirar? ¿Se presenta con el ejercicio? ¿Ocurre al subir escaleras? ¿En reposo?
- ¿Qué tan grave es la dificultad respiratoria? En una escala de 1 a 10, si 1 corresponde a sin falta de aliento y 10 a es muy difícil respirar, ¿qué tan complicado es respirar?

**TABLA 20-2** Cambios relacionados con la edad en el aparato respiratorio

	Cambios estructurales	Cambios funcionales	Antecedentes y resultados físicos
Mecanismos de defensa (respiratorios y no respiratorios)	↓ Cantidad de cilios ↓ moco ↓ Tos y reflejo de náusea Pérdida del área de superficie de la membrana capilar Falta de flujo uniforme o regular de ventilación y sangre	↓ Protección contra partículas extrañas ↓ Protección contra la broncoaspiración ↓ Respuesta de los anticuerpos a los antígenos ↓ Respuesta a hipoxia e hipercapnia (quimiorreceptores)	↓ Moco y reflejo de la tos ↑ Tasa de infecciones Antecedentes de infecciones respiratorias, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), neumonía Factores de riesgo: tabaquismo, exposición ambiental, exposición a tuberculosis (TB)
Pulmón	↓ Tamaño de vía aérea ↑ Diámetro de conductos alveolares ↑ Colágeno de las paredes alveolares ↑ Espesor de las membranas alveolares ↓ Elasticidad de sacos alveolares	↑ Resistencia de vía aérea ↑ Distensibilidad pulmonar ↓ Tasa de flujo espiratorio ↓ Capacidad de difusión de oxígeno ↑ Espacio muerto Cierre prematuro de las vías respiratorias ↑ Atrapamiento de aire ↓ Tasa de flujo espiratorio Desequilibrio ventilación-perfusión ↓ Capacidad de ejercicio ↑ Diámetro anteroposterior (AP)	Capacidad pulmonar total sin cambios (TLC) ↑ Volumen residual (RV) ↓ Volumen de reserva inspiratorio (IRV) ↓ Volumen de reserva espiratorio (ERV) ↓ Capacidad vital forzada (FVC) y capacidad vital (VC) ↑ Capacidad residual funcional (FRC) ↓ PaO ₂ ↑ CO ₂
Músculos y pared torácicos	Calcificación de cartilagos intercostales Artritis de las articulaciones costovertebrales ↓ Continuidad del diafragma Cambios por osteoporosis ↓ Masa muscular Atrofia muscular	↑ Rigidez y menor elasticidad del tórax ↓ Fuerza de músculos respiratorios ↑ Trabajo de la respiración ↓ Capacidad para hacer ejercicio ↓ Quimiosensibilidad periférica ↑ Riesgo de fatiga de músculos inspiratorios	Cifosis, tórax en tonel Cambios óseos ↑ Diámetro AP Disnea ↑ Respiración abdominal y diafragmática ↓ Tasa máxima de flujo espiratorio

Adaptado de: Ramly, E., Kaafarani, H. M. A., & Velmahos, G. C. (2015). The effect of aging on pulmonary function: Implications for monitoring and support of the surgical and trauma patient. *Surgical Clinics of North America*, 95(1), 53–69. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2014.09.009>.

Dado que los pacientes utilizan una variedad de palabras para describir la disnea, el personal de enfermería debe determinar lo que significa cada una de ellas para cada paciente. Las personas que presentan disnea suelen experimentar miedo y ansiedad (Dudgeon, 2015; Yorke, 2014). Es de especial importancia evaluar la percepción del paciente acerca de la intensidad o dificultad de la disnea que siente para respirar y el efecto sobre su estado de salud general, el desempeño y la calidad de vida. Hay varios instrumentos disponibles válidos y confiables, incluyendo algunas herramientas del tipo de la escala Likert o de la calidad de vida, la escala visual análoga (tabla 20-3) y la escala de Borg modificada, para ayudar al personal de enfermería en la medición de la disnea. La escala de Borg modificada es un tipo de escala de calificación numérica. Se pide al paciente que autovalore la dificultad respiratoria en ese momento, con 0 para ninguna dificultad y 10 para máxima dificultad para respirar (Dudgeon, 2015; Parshall, Schwartzstein, Adams, et al., 2012).

Tos

La tos es un reflejo que protege a los pulmones de la acumulación de secreciones o la inhalación de cuerpos extraños. Su presencia o ausencia puede ser un dato de diagnóstico, pues algunas enfermedades causan tos y otras la inhiben. El reflejo tusivo puede ser afectado por la debilidad o la parálisis de los músculos respiratorios, la inactividad prolongada, la presencia de una sonda nasogástrica o por depresión de la función de los centros en el bulbo raquídeo (p. ej., anestesia, anomalías cerebrales).

TABLA 20-3 Escala visual análoga^a

Indicaciones para el paciente. *Califique la dificultad de su respiración. Trace una línea en esta escala que coincida con la dificultad para la respiración que siente ahora.*



^aLa escala tiene 100 mm de longitud. De forma alternativa, puede usarse una línea vertical.

Reimpreso con autorización de: Registered Nurses' Association of Ontario. (2013). *Nursing best practice guidelines: Visual analogue scale as a measure of clinical dyspnea*. Acceso el: 2/19/2016 en: pda.mao.ca/content/visual-analogue-scale-measure-clinical-dyspnea

La tos se origina por irritación o inflamación de las membranas mucosas en cualquier parte de la vía aérea y se relaciona con muchas enfermedades pulmonares. El moco, la pus, la sangre o los irritantes en el aire, como el humo o un gas, pueden estimular el reflejo de la tos. Las causas frecuentes de tos incluyen asma, enfermedad por reflujo gastrointestinal, infección y efectos secundarios de medicamentos, como los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) (Poot, 2014).

Para ayudar a determinar la causa de la tos, el personal de enfermería pregunta sobre el inicio y el horario de la tos. La tos nocturna puede indicar la aparición de insuficiencia cardíaca del hemicardio izquierdo o asma bronquial. La tos matutina con producción de esputo puede indicar bronquitis. Una tos que empeora cuando el paciente se encuentra en posición supina indica secreción retranasal (rinosinusitis). Toser después de la ingesta de alimentos puede indicar broncoaspiración de alguna partícula en el árbol traqueobronquial. La tos de reciente aparición generalmente se debe a una infección aguda.

El personal de enfermería evalúa el carácter de la tos y los síntomas asociados. La tos seca e irritativa es característica de infección vírico de vías respiratorias superiores o puede ser un efecto secundario del tratamiento con inhibidores de la ECA. La tos irritativa y aguda puede ser causada por laringotraqueítis. La tos estridente es resultado de una lesión traqueal, y la tos intensa o cambiante puede indicar carcinoma broncogénico. El dolor pleurítico torácico que se acompaña de tos puede indicar complicaciones pleurales o de la pared torácica (musculoesqueléticas). La tos intensa causa espasmo bronquial, obstrucción y más irritación de los bronquios y puede dar lugar a síncope (desmayo).



Alerta sobre el dominio de conceptos

El personal de enfermería que interroga a un paciente que informa una tos seca, irritativa y que no “expulsa nada” debe preguntar si se está tomando inhibidores de la ECA.

Una tos persistente puede afectar la calidad de vida del paciente y producir vergüenza, cansancio, incapacidad para dormir y dolor. Por lo tanto, el personal de enfermería debe explorar cómo afecta la tos crónica todos los aspectos de la vida del individuo.

Producción de esputo

La producción de esputo es la reacción de los pulmones a cualquier irritante que esté

presente de manera continua; con frecuencia, es resultado de una tos persistente. El esputo también puede estar asociado con secreción nasal. Las características del esputo suelen indicar su causa. Una cantidad abundante de esputo purulento (espeso y amarillo, verde o de color óxido) o un cambio en su coloración es un signo frecuente de infección bacteriana. Uno mucoide y delgado es producido a menudo por bronquitis vírica. El aumento gradual del esputo puede presentarse con el tiempo en la bronquitis crónica o las bronquiectasias. El esputo mucoide teñido de rosa sugiere un tumor en el pulmón. El material abundante, espumoso y rosado, que a menudo brota hacia la garganta, puede indicar edema pulmonar. El esputo fétido y el mal aliento señalan la presencia de absceso pulmonar, bronquiectasia o infección causada por fuso-espiroquetas u otros microorganismos anaerobios.

Dolor torácico

El dolor o malestar torácico puede relacionarse con enfermedad pulmonar, cardíaca, digestiva o musculoesquelética o ansiedad. El dolor torácico asociado con alteraciones pulmonares puede ser agudo, punzante e intermitente, o puede ser sordo, persistente e incapacitante. El dolor casi siempre se percibe en el lado donde se encuentra el proceso patológico, aunque puede irradiarse a otros lugares, por ejemplo, el cuello, la espalda o el abdomen.

El dolor torácico también puede presentarse con neumonía, infarto pulmonar o pleuresía, o como un síntoma tardío del carcinoma broncogénico. En el carcinoma, el dolor puede ser sordo y persistente cuando el cáncer invadió la pared torácica, el mediastino o la columna vertebral.

La neumopatía no siempre causa dolor torácico debido a que los pulmones y la pleura visceral carecen de nervios sensitivos y son insensibles a los estímulos dolorosos. Sin embargo, la pleura parietal tiene un suministro abundante de nervios sensitivos que son estimulados por la inflamación y la distensión de la membrana. El dolor pleurítico por irritación de la pleura parietal es agudo y surge en la inspiración; los sujetos lo describen a menudo como “si encajaran un cuchillo”. Los pacientes están más cómodos cuando se colocan sobre el lado afectado debido a que esta posición inmoviliza la pared torácica y limita la expansión y retracción del pulmón y la fricción entre la pleura lesionada o enferma en ese lado. El dolor asociado con la tos se puede reducir de forma manual al entablillar la parrilla costal.

El personal de enfermería evalúa la calidad, intensidad e irradiación del dolor, e identifica y explora los factores desencadenantes y su relación con la posición del paciente. Además, debe evaluar la relación del dolor con las fases inspiratoria y espiratoria de la respiración (véase el [cap. 12](#) para una revisión adicional sobre la evaluación del dolor).

Sibilancias

Las *sibilancias* son un ruido de tono alto y musical que se escucha tanto en inspiración (bronquitis) como en espiración (asma). A menudo, es el principal signo en un paciente con broncoconstricción o estrechamiento de las vías respiratorias. Los **roncus** son ruidos continuos de tono bajo que se escuchan sobre los pulmones en la

obstrucción parcial de la vía aérea. Según su localización y gravedad, estos sonidos se pueden escuchar con o sin un estetoscopio.

Hemoptisis

La **hemoptisis** es la expectoración de sangre procedente de las vías respiratorias. Se puede presentar como un esputo poco o moderadamente manchado de sangre hasta una hemorragia abundante, y siempre requiere mayor investigación. La aparición de la hemoptisis casi siempre es repentina y puede ser intermitente o continua. Las causas más frecuentes son:

- Infección pulmonar
- Carcinoma de pulmón
- Alteraciones del corazón o los vasos sanguíneos
- Anomalías de la vena o la arteria pulmonar
- Embolia o infarto pulmonar

El personal de enfermería debe identificar la fuente del sangrado, ya que el término *hemoptisis* se reserva para la sangre procedente de las vías respiratorias. Las posibles fuentes de sangrado incluyen las encías, la nasofaringe, los pulmones o el estómago. El personal de enfermería puede ser el único testigo del episodio, y cuando se evalúe el episodio de sangrado, deben considerarse los siguientes puntos:

- Por lo general, el esputo sanguinolento que proviene de la nariz y la nasofaringe está precedido por secreción de moco considerable, con la posible aparición de sangre en la nariz.
- La sangre de origen pulmonar por lo general es de color rojo brillante, espumosa y mezclada con esputo. Los síntomas iniciales incluyen una sensación de cosquilleo en la garganta, sabor salado, sensación de ardor o burbujas en el pecho y tal vez dolor torácico, en cuyo caso, el paciente tiende a inmovilizar el lado del sangrado. Esta sangre tiene un pH alcalino (mayor de 7).
- La sangre que viene del estómago se vomita más que expectorarse; puede estar mezclada con alimento y suele ser bastante más oscura, y a menudo se describe como “vómito en posos de café”. Esta sangre tiene un pH ácido (menor de 7).

**Cuadro
20-5**



VALORACIÓN

Valoración de factores psicosociales relacionados con la función y la enfermedad respiratorias

- ¿Qué estrategias utiliza el paciente para afrontar los signos, los síntomas y otros problemas asociados con la enfermedad pulmonar?
- ¿Qué efecto ha tenido la enfermedad pulmonar en la calidad de vida del paciente, los objetivos, la función dentro de la familia y el trabajo?
- ¿Qué cambios ha producido la enfermedad pulmonar en la familia del paciente y las relaciones con los miembros de la familia?
- ¿El paciente presenta depresión, ansiedad, ira, hostilidad, dependencia, abstinencia, aislamiento, evitación, inconformidad, aceptación o negación?
- ¿Qué sistemas de apoyo utiliza el paciente para hacer frente a la enfermedad?
- ¿Hay recursos disponibles (parientes, amigos o grupos de la comunidad)? ¿El paciente y la familia los utilizan eficazmente?

Antecedentes de salud, familiares y sociales

Además del problema y los síntomas asociados que se presentan, el expediente clínico también debe centrarse en los antecedentes de salud, personales, sociales y familiares del paciente. Se hacen preguntas específicas acerca de enfermedades de la infancia, vacunas (incluso las vacunas de influenza y neumonía más recientes), problemas médicos, lesiones, hospitalizaciones, cirugías, alergias y medicamentos que toma actualmente (incluye medicamentos de venta libre y remedios herbolarios). Los antecedentes personales y sociales incluyen temas como dieta, ejercicio, sueño, hábitos recreativos y religión. También se exploran los factores psicosociales que pueden afectar al paciente ([cuadro 20-5](#)).

**Cuadro
20-6**



FACTORES DE RIESGO

Enfermedad respiratoria

- Fumar (el más importante contribuyente a la enfermedad pulmonar).
- Exposición pasiva al humo.
- Antecedentes personales o familiares de enfermedad pulmonar.
- Constitución genética.
- Exposición a alérgenos y contaminantes ambientales.
- Exposición a ciertos riesgos ocupacionales y recreativos.
- Factores dietéticos, incluyendo la mala nutrición.
- Infección por virus de inmunodeficiencia humana, hacinamiento y tasas de inmunización bajas para ciertas infecciones respiratorias.
- Respuesta inmunitaria anómala en enfermedades como asma.

Tomado de: Ferkol, T., & Schraufnagel, D. (2014). The global burden of respiratory disease. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(3), 404–406.

El personal de enfermería evalúa los factores de riesgo y los elementos genéticos que pueden contribuir a la alteración pulmonar del paciente ([cuadros 20-6 y 20-7](#)). Numerosas alteraciones pulmonares se relacionan o se agravan por el tabaco; por lo tanto, también se obtienen los antecedentes de tabaquismo (incluida la exposición pasiva al humo). Los antecedentes de tabaquismo casi siempre se expresan en paquetes-años, que es el número de paquetes de cigarrillos fumados al día por el número de años que el paciente ha fumado. Es importante averiguar si el enfermo todavía fuma o cuándo dejó de fumar. El personal de enfermería también debe preguntar al pacientes si utiliza sistemas electrónicos de administración de nicotina (SEAN), incluso cigarrillos electrónicos, bolígrafos electrónicos, pipas electrónicas, pipas de agua electrónicas y puros electrónicos o productos de tabaco sin humo, nuevos o tradicionales. Estos productos, que en la actualidad no están regulados por la Food and Drug Administration (FDA) en los Estados Unidos, se han etiquetado como alternativas más seguras que los cigarrillos y, en ocasiones, en el caso de los SEAN, como una opción para facilitar el dejar de fumar. Hoy en día, la American Lung Association considera estos productos como una amenaza potencial a la salud pública y requieren investigación adicional para comprender mejor los riesgos

potenciales (American Lung Association, 2015). Por último, las diferencias socioeconómicas enraizadas por raza y grupo étnico pueden predisponer a ciertos grupos a mayores cargas relacionadas con la enfermedad pulmonar, y éstas también se deben considerar ([cuadro 20-8](#)).

**Cuadro
20-7**



GENÉTICA EN LA PRÁCTICA DE LA ENFERMERÍA

Alteraciones respiratorias

Varias anomalías que afectan el intercambio gaseoso y la función respiratoria se ven influidas por factores genéticos. Algunas son conocidas por tener una vía hereditaria directa, mientras que otras tienen una estrecha asociación familiar, aunque el patrón hereditario exacto no está totalmente claro. Los siguientes son ejemplos de anomalías respiratorias con un componente familiar conocido o asociado:

- Asma
- Fibrosis quística
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Deficiencia de α -1 antitripsina
- Discinesia ciliar primaria
- Fibrosis pulmonar
- Hipertensión pulmonar
- Esclerosis tuberosa

Valoración de enfermería

Véase el [cuadro 5-2](#), *Genética en la práctica de la enfermería*.

Valoración de los antecedentes familiares genéticos específicos para las anomalías respiratorias

- Evaluar los antecedentes familiares de tres generaciones de familiares con antecedentes de disfunción respiratoria.
- Valorar los antecedentes familiares para las personas con enfermedad pulmonar crónica de inicio temprano y antecedentes familiares de enfermedad hepática en niños (síntomas clínicos de deficiencia de α -1 antitripsina).
- Preguntar acerca de los antecedentes familiares de fibrosis quística, una enfermedad respiratoria hereditaria autosómica recesiva.

Valoración del paciente específica para las anomalías genéticas respiratorias

- Revisar síntomas como cambios en el estado respiratorio y desencadenantes que preceden a los cambios en la función respiratoria.
- Frecuencia de infecciones de las vías respiratorias o infecciones sinusales.
- Identificar la exposición a riesgos ambientales (p. ej., radón, asbesto o amianto) o exposiciones ocupacionales (p. ej., minero de carbón, operador de chorro de arena, pintor).
- Detectar la presencia de factores de riesgo secundarios (p. ej., hábito tabáquico o exposición pasiva al humo).
- Inspeccionar para detectar:
 - Dedos hipocráticos.
 - Color de la piel en general o la presencia de manchas blancas en la piel.
 - Presencia de angiofibromas o fibromas ungueales (se observan con discinesia ciliar primaria).
- Evaluar presencia y frecuencia de:
 - Sibilancias o tos
 - Producción de moco (frecuencia, cantidad y características)
 - Edema de la mucosa
- Evaluar efectos multisistémicos (anomalías gastrointestinales, insuficiencia pancreática, anomalías de hígado o riñón).

Recursos sobre genética

American Lung Association, www.lung.org

Cystic Fibrosis Foundation, www.cff.org

COPD Foundation, www.copdfoundation.org

Primary Ciliary Dyskinesia, www.pcdfoundation.org/

- Véase también el [capítulo 8](#), [cuadro 8-7](#), *Componentes del asesoramiento genético*.

Cuadro 20-8 **Discrepancias en la salud pulmonar relacionadas con el nivel socioeconómico, la raza y el grupo étnico. Un panorama**

- Las personas que viven en las zonas rurales de los Estados Unidos tienen más probabilidades de consumir tabaco y estar expuestas al humo ambiental; sin embargo, tienen menos acceso a programas para dejar de fumar.
- Los adultos mayores afroamericanos y de origen latino tienen menos probabilidades de recibir las vacunas contra la influenza y la neumonía que los caucásicos.
- Los adultos que viven por debajo de la línea de pobreza son más propensos a experimentar exacerbaciones graves de asma, hospitalizaciones y muerte.
- Más latinos viven y trabajan en zonas con mayores niveles de contaminación, tienen tasas de prevalencia más altas de asma que los caucásicos y todavía tienen menos probabilidades de ser diagnosticados con asma que otros grupos raciales y étnicos.
- Los hombres afroamericanos son 37% más propensos a contraer cáncer de pulmón que los caucásicos, aunque las tasas de tabaquismo entre estos dos grupos son similares.
- Los nativos americanos o los de Alaska y los afroamericanos tienen un mayor riesgo de complicaciones por influenza y neumonía.

Adaptado de: American Lung Association. *Disparities in lung health series*. Acceso el: 2/19/2016 en: www.lung.org/our-initiatives/research/lung-health-disparities/

Si el paciente experimenta disnea intensa, el personal de enfermería puede necesitar modificar las preguntas y el ritmo del interrogatorio para evitar el aumento de la disnea y la ansiedad del individuo. Una vez completada la anamnesis, el personal realiza una valoración integral. Los datos obtenidos tanto del expediente clínico como de la evaluación guían el diseño del plan de cuidados de enfermería y de educación para el paciente.

Exploración física del aparato respiratorio

Inspección general

El aspecto general del paciente suele proporcionar claves sobre su estado respiratorio. En particular, el personal de enfermería inspecciona en busca de dedos con acropaquia (o hipocráticos) y observa el color de la piel.

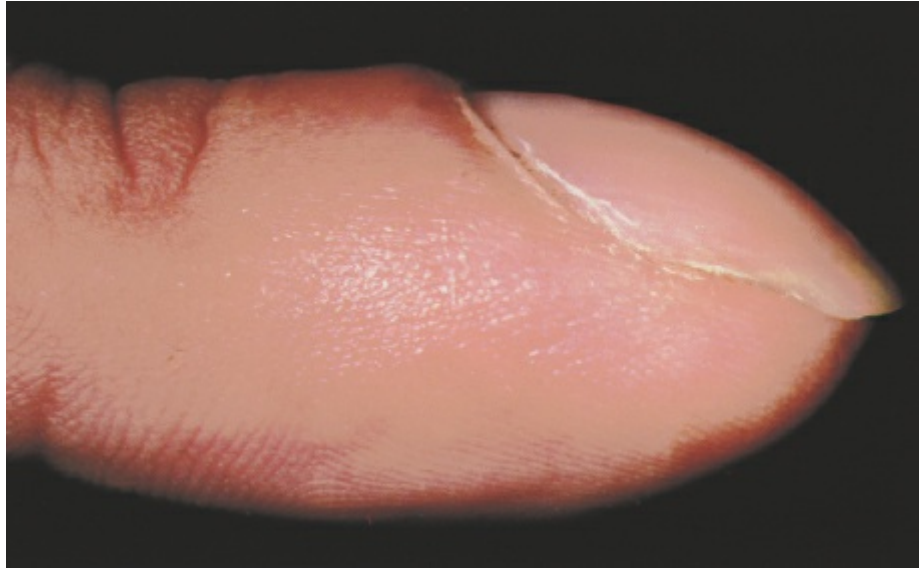


Figura 20-6 • Dedo hipocrático (acropaquia). En los dedos hipocráticos, la falange distal de cada dedo protruye y es redonda. La placa ungueal es más convexa y el ángulo entre la placa y el pliegue ungueal proximal aumenta a 180° o más. El pliegue ungueal proximal, cuando se palpa, se percibe esponjoso o flotante. Entre sus numerosas causas están la hipoxia crónica y el cáncer de pulmón.

Dedos hipocráticos

Los *dedos hipocráticos* o *acropaquia* son un cambio en el lecho ungueal que aparece como esponjosidad y alteración del ángulo en la base de la uña (fig. 20-6). Este signo es un indicador de enfermedad pulmonar que se encuentra en pacientes con afecciones con hipoxia crónica, infecciones pulmonares crónicas o tumores malignos del pulmón. La acropaquia puede observarse también en cardiopatías congénitas y otras infecciones crónicas o enfermedades inflamatorias, como endocarditis o enfermedad intestinal inflamatoria (Bickley, 2013; Rutherford, 2013).

Cianosis

La *cianosis*, una coloración azulada de la piel, es un indicador muy tardío de hipoxia. La presencia o la ausencia de cianosis depende de la cantidad de hemoglobina no oxigenada en la sangre. La cianosis aparece cuando hay al menos 5 g/dL de hemoglobina no oxigenada. Un paciente con una concentración de hemoglobina de 15 g/dL no muestra cianosis hasta que 5 g/dL de esa hemoglobina se convierte en no oxigenada, una reducción de hemoglobina circulante eficaz a dos tercios de la cifra normal.

Un paciente con anemia no suele manifestar cianosis; una persona con policitemia puede aparentar tenerla, aunque esté adecuadamente oxigenada. Por lo tanto, la cianosis *no* es un signo confiable de hipoxia.

La evaluación de la cianosis se altera por la iluminación de la habitación, el color de la piel del paciente y la distancia de los vasos sanguíneos a la superficie de la piel. En presencia de una enfermedad pulmonar, la cianosis central se evalúa observando el color de la lengua y los labios. Ello indica una disminución de la presión de oxígeno en sangre arterial. La cianosis periférica es resultado de la disminución del flujo sanguíneo distal del cuerpo (dedos de las manos, dedos de los pies o lóbulos de las orejas), como en la vasoconstricción por exposición al frío, y no indica

necesariamente un problema sistémico central.

Estructuras respiratorias superiores

Para una exploración rutinaria de la vía aérea superior, sólo es necesaria una fuente de luz simple, como una lámpara de bolsillo. Una exploración más minuciosa requiere del uso de un espéculo nasal.

Nariz y senos paranasales

El personal de enfermería inspecciona el exterior de la nariz en busca de lesiones, asimetría o inflamación, y después indica al paciente que incline la cabeza hacia atrás. Se extiende suavemente la punta de la nariz hacia arriba, se examinan las estructuras nasales internas, y se inspecciona el color, la inflamación, el exudado o el sangrado de la mucosa. Por lo general, la mucosa nasal es más roja que la mucosa bucal, la cual puede presentar edema y eritema cuando el paciente tiene un resfriado común; sin embargo, en la rinitis alérgica, la mucosa tiene aspecto pálido y edema.

A continuación, el equipo de enfermería inspecciona el tabique para buscar desviación, perforación o sangrado. La mayoría de las personas tienen un grado leve de desviación septal, la cual no suele provocar síntomas. Sin embargo, el verdadero desplazamiento del cartílago a la derecha o la izquierda de la nariz puede generar obstrucción nasal.

Mientras la cabeza todavía está inclinada hacia atrás, el personal de enfermería inspecciona los cornete inferiores y medios. En la rinitis crónica, pueden aparecer pólipos nasales entre los cornetes inferior y medio; se distinguen por su aspecto gris. A diferencia de los cornetes, los pólipos son gelatinosos y se mueven libremente.

A continuación, el personal de enfermería puede palpar los senos frontales y maxilares en busca de dolor ([fig. 20-7](#)). Con los pulgares, se ejerce presión ligera de manera ascendente en los arcos supraciliares (senos frontales) y en el área de la mejilla junto a la nariz (senos maxilares). El dolor en alguna de estas áreas sugiere inflamación. Los senos frontales y maxilares se pueden inspeccionar por transiluminación (pasando una luz intensa a través de una región ósea, como los senos paranasales, para inspeccionar la cavidad; [fig. 20-8](#)). Si la luz no puede penetrar, es probable que la cavidad contenga líquido o pus.

Boca y faringe

Después de explorar la nariz, el personal de enfermería revisa la boca y la faringe e instruye al paciente que abra la boca por completo y respire profundamente. Por lo general, esta maniobra deprime la parte posterior de la lengua y permite una vista breve y amplia de los pilares anteriores y posteriores, las amígdalas, la úvula y la faringe posterior (véase la [fig. 45-2](#), [cap. 45](#)). El personal de enfermería inspecciona estas estructuras para observar color, simetría y evidencia de exudado, ulceración o agrandamiento. Si se necesita un depresor lingual (abatelenguas) para presionar la lengua y visualizar la faringe, éste se presiona con firmeza más allá de la mitad de la lengua para evitar una respuesta de náuseas.

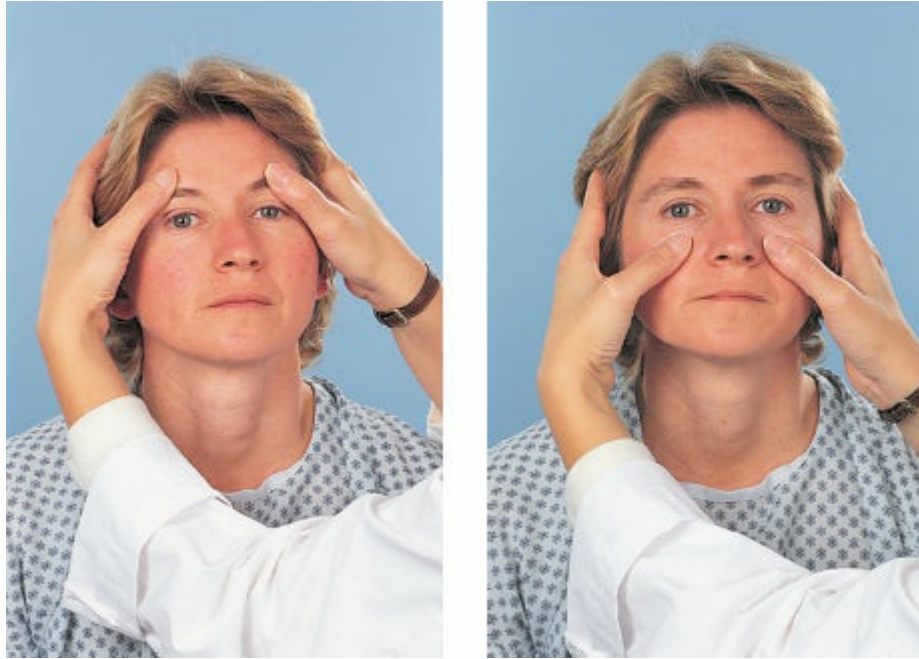


Figura 20-7 • Técnica para la palpación de los senos frontales a la izquierda y de los senos maxilares a la derecha.



Figura 20-8 • A la izquierda, el explorador coloca la fuente de luz para transiluminar los senos frontales. A la derecha, se cubre la frente de la paciente y se aplica la luz. En condiciones normales (una habitación oscura), la luz debe brillar a través de los tejidos y aparecen como un resplandor rojizo (por encima de la mano del explorador) sobre el seno frontal.

Tráquea

A continuación, se observa la posición y la movilidad de la tráquea mediante palpación directa. Para lograr la inspección correcta, se colocan los dedos pulgar e índice de una mano a cada lado de la tráquea justo por encima de la escotadura esternal. La tráquea es muy sensible, y si se palpa con demasiada firmeza, se puede provocar una respuesta de tos o náusea. Por lo general, la tráquea está situada en la

línea media y detrás del esternón a medida que ingresa al tórax; sin embargo, se puede desviar por masas en el cuello o el mediastino. Las anomalías pulmonares, como neumotórax o derrame pleural, también pueden desplazar la tráquea.

Estructuras respiratorias inferiores y la respiración

La exploración de las estructuras respiratorias inferiores incluye inspección, palpación, percusión y auscultación del tórax. Debe colocarse al paciente en la posición necesaria antes de la revisión.

Colocación

Para evaluar el tórax posterior y los pulmones, el paciente debe estar sentado con los brazos cruzados delante del pecho y las manos en los hombros contrarios (Bickley, 2013). Esta posición separa ampliamente las escápulas y expone más superficie pulmonar para la exploración. Si el individuo no puede sentarse, con él en posición supina, el personal de enfermería debe rodar al paciente de lado a lado para completar la exploración de la parte posterior. Para evaluar la pared anterior del tórax y los pulmones, el sujeto debe estar sentado o en posición supina. Esta posición permite fácilmente el desplazamiento del tejido del pecho del paciente y mejora la posibilidad del personal para llevar a cabo la exploración del tórax.

Inspección torácica

La inspección de tórax proporciona información sobre el aparato respiratorio, las estructuras musculoesqueléticas y el estado nutricional del paciente. El personal de enfermería observa la piel del tórax para valorar el color y la turgencia, y las evidencias de pérdida de tejido subcutáneo. Es importante tener en cuenta la asimetría si está presente. En la documentación o los informes de los resultados, se utilizan como punto de partida las referencias anatómicas ([cuadro 20-9](#)).

Cuadro 20-9 Localización de puntos de referencia torácicos

En relación con el tórax, la localización se define en sentido tanto horizontal como vertical. Con respecto a los pulmones, la localización se define por lóbulo.

Puntos de referencia horizontales

En sentido horizontal, las ubicaciones torácicas se identifican según su proximidad a la costilla o el espacio intercostal bajo los dedos del explorador. En la cara anterior, la identificación de una costilla específica se facilita al localizar primero el ángulo de Louis. Éste se encuentra donde el manubrio se une al cuerpo del esternón en la línea media. La segunda costilla se articula con el esternón en esta referencia prominente.

Pueden identificarse otras costillas contando hacia abajo desde la segunda costilla. Los espacios intercostales se refieren en términos de la costilla inmediatamente sobre el espacio intercostal; por ejemplo, el quinto espacio intercostal está directamente debajo de la quinta costilla.

Es más difícil localizar las costillas en la cara posterior del tórax. El primer paso es identificar la apófisis espinosa. Esto se logra mediante la localización de la séptima vértebra cervical (vértebra prominente), que es la apófisis espinosa más evidente. Cuando el cuello se flexiona ligeramente, se destaca la séptima apófisis cervical. Se identifican después otras vértebras contando hacia abajo.

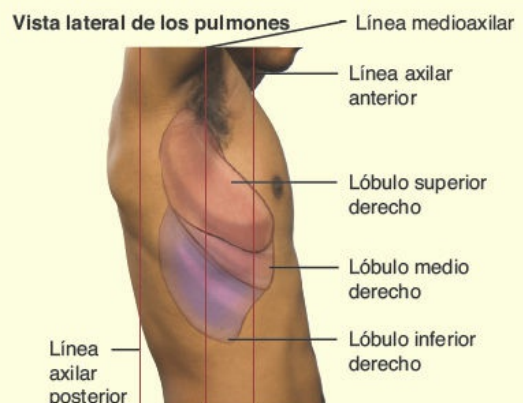
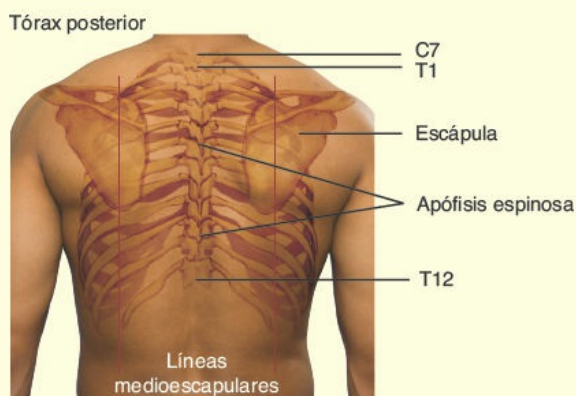
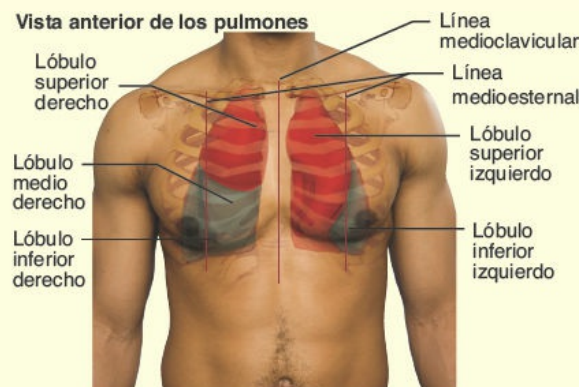
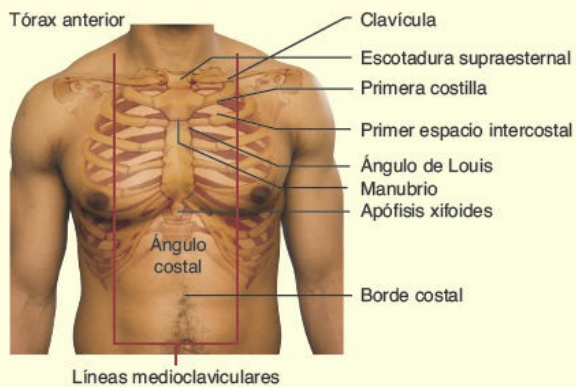
Puntos de referencia verticales

Se utilizan diversas líneas imaginarias como referentes verticales o señales para identificar la ubicación de los hallazgos torácicos. La *línea medioesternal* pasa por el centro del esternón. La *línea medioclavicular* es una línea imaginaria que desciende desde el punto medio de la clavícula. El *punto de máximo impulso* del corazón normalmente se encuentra a lo largo de esta línea en el hemitórax izquierdo.

Cuando el brazo está en abducción del cuerpo a 90°, se pueden dibujar líneas verticales imaginarias desde el pliegue axilar anterior, el centro de la axila y desde el pliegue axilar posterior. Estas líneas se llaman, respectivamente, *línea axilar anterior*, *línea medioaxilar* y *línea axilar posterior*. Una línea trazada de manera vertical a través de los polos superiores e inferiores de la escápula se denomina *línea escapular*, y la línea trazada hacia abajo por el centro de la columna vertebral se llama *línea vertebral*. Utilizando estos puntos de referencia, por ejemplo, el explorador comunica los resultados haciendo referencia a un área de matidez que se extiende desde la línea vertebral hasta la escapular entre la séptima y décima costilla derechas.

Lóbulos pulmonares

Los lóbulos del pulmón se pueden ubicar sobre la superficie de la pared torácica de la siguiente manera. La línea entre los lóbulos superior e inferior izquierdos comienza en la cuarta apófisis torácica posterior, procede alrededor para cruzar la quinta costilla en la línea axilar media y se encuentra con la sexta costilla en el esternón. Esta línea a la derecha divide el lóbulo medio derecho del lóbulo inferior derecho. La línea que separa el lóbulo superior derecho del lóbulo medio es una línea incompleta que comienza en la quinta costilla en la línea medioaxilar, donde es intersectada por la línea que corre entre los lóbulos superior e inferior y atraviesa de forma horizontal al esternón. Así, los lóbulos superiores ocupan principalmente la cara anterior del tórax y los lóbulos inferiores lo hacen en la cara posterior. No existe ningún área que represente el lóbulo medio derecho en la cara posterior del tórax.



Configuración del tórax

Por lo general, la relación entre el diámetro anteroposterior y el diámetro lateral es de 1:2. Sin embargo, hay cuatro deformidades principales del tórax asociadas con enfermedad respiratoria que alteran esta relación: tórax en tonel, tórax en embudo (tórax excavado), tórax en quilla y cifoescoliosis.

Tórax en tonel. El tórax en tonel se produce como consecuencia de la distensión excesiva de los pulmones, lo que aumenta el diámetro anteroposterior del tórax. Se presenta con el envejecimiento y es un signo distintivo de enfisema y EPOC. En un paciente con enfisema, las costillas están espaciadas de forma amplia y los espacios intercostales tienden a sobresalir durante la espiración. El aspecto del paciente con enfisema avanzado es, por lo tanto, muy característico, lo que permite al personal de enfermería detectar su presencia fácilmente, incluso a distancia.

Tórax en embudo. Un tórax en embudo se forma cuando hay una depresión en la parte inferior del esternón. Éste puede comprimir el corazón y los grandes vasos, dando lugar a soplos. El tórax en embudo puede presentarse con el raquitismo o en el síndrome de Marfan.

Tórax en quilla. Un tórax en quilla se produce como resultado del desplazamiento anterior del esternón, que también aumenta el diámetro anteroposterior. Puede presentarse con raquitismo, síndrome de Marfan o cifoescoliosis pronunciada.

Cifoescoliosis. La cifoescoliosis se caracteriza por la elevación de las escápulas y, en consecuencia, la columna vertebral en forma de “S”. Esta deformidad limita la expansión de los pulmones en el tórax. Puede presentarse con osteoporosis y otras anomalías esqueléticas que afectan el tórax.

Patrones de respiración y frecuencia respiratoria

Observar la frecuencia y la profundidad de la respiración es un aspecto simple pero importante de la revisión. Un adulto normal que descansa cómodamente efectúa 14-20 respiraciones cada minuto (Bickley, 2013). A excepción de los suspiros ocasionales, las respiraciones son tranquilas y regulares en profundidad y ritmo. Este patrón normal se describe como *eupnea*. Algunos patrones de respiración son característicos de estados específicos de enfermedad. Los cambios en la frecuencia y el ritmo respiratorios pueden ser el primer signo de deterioro clínico en los pacientes con enfermedad aguda (Philip, Richardson y Cohen, 2013). La velocidad y profundidad de los diferentes patrones de respiración se presentan en la [tabla 20-4](#).



Alerta sobre el dominio de conceptos

Hay diferencias sutiles entre los patrones de respiración de Biot y de Cheyne-Stokes. Entre períodos de apnea cíclicos regulares, las respiraciones de Cheyne-Stokes muestran un patrón regular de velocidad y profundidad de respiración aumentando y luego disminuyendo. En la respiración de Biot, los períodos cíclicos irregulares de apnea se entremezclan con ciclos de frecuencia y profundidad normales.

Se pueden observar pausas transitorias en la respiración, o **apnea**. Cuando se presentan apneas de manera repetida durante el sueño debidas a obstrucción transitoria de las vías respiratorias superiores, la alteración se denomina **apnea**

obstruktiva del sueño. En personas delgadas, es normal observar una ligera retracción de los espacios intercostales durante la respiración tranquila. El abultamiento de los espacios intercostales durante la espiración implica obstrucción del flujo aéreo espiratorio, como en el enfisema. La retracción notable a la inspiración, sobre todo si es asimétrica, significa obstrucción de una rama del árbol respiratorio. La elevación asimétrica de los espacios intercostales, en ambos lados del tórax, es producida por un aumento en la presión al interior del hemitórax. El proceso puede ser resultado de aire atrapado a presión dentro de la cavidad pleural, donde normalmente no está presente (neumotórax), o de la presión por líquido en el espacio pleural (derrame pleural).

Uso de músculos accesorios

Además de los patrones de respiración y la frecuencia respiratoria, el personal de enfermería debe observar el uso de los músculos accesorios, como los músculos trapecio, esternocleidomastoideo y escaleno, durante la inspiración y los músculos intercostales internos y abdominales durante la espiración. Estos músculos proporcionan apoyo adicional para ayudar en los esfuerzos respiratorios durante los períodos de actividad, como se ve en el ejercicio o en algunos estados patológicos (Bickley, 2013).

Palpación del tórax

El personal de enfermería palpa el tórax en busca de sitios dolorosos, masas, lesiones, movimiento respiratorio y frémito. Si el paciente refiere un área de dolor o si las lesiones son evidentes, el personal de enfermería realiza la palpación directa con la punta de los dedos (para las lesiones de piel y masas subcutáneas) o con el talón de la mano (para las masas más profundas o malestar en las costillas o todo el flanco).

Movimiento respiratorio

El movimiento respiratorio es una estimación de la expansión torácica y puede revelar información importante acerca del movimiento torácico durante la respiración. El personal de enfermería valora la amplitud y la simetría del movimiento respiratorio en el paciente. Para esta valoración, el explorador coloca los pulgares a lo largo del margen costal de la pared torácica e indica al paciente que inhale profundamente. Observa entonces el movimiento de los pulgares durante la inspiración y la espiración. Este movimiento es simétrico de manera normal (Bickley, 2013).

La valoración de la región posterior se realiza colocando los pulgares junto a la columna vertebral a nivel de la décima costilla (fig. 20-9). Las manos se colocan ligeramente a los costados del tórax, los pulgares se deslizan hacia la línea media unos 2.5 cm y se crea un pequeño pliegue de piel entre los pulgares. Se instruye al paciente para que inspire de manera profunda y exhale por completo. El personal de enfermería observa el descenso normal del pliegue de la piel y percibe el movimiento simétrico del tórax.

El movimiento del tórax disminuido puede ser causado por enfermedad fibrótica crónica. La expansión asimétrica puede deberse a inmovilización por pleuritis,

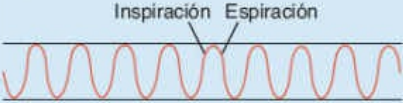
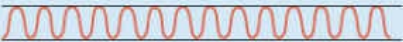
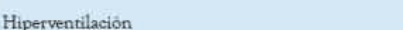
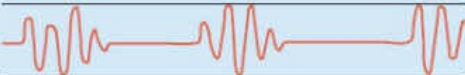
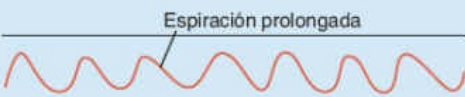
fracturas costales, traumatismos u obstrucción bronquial unilateral.

Frémito al tacto

El **frémito al tacto** describe las vibraciones detectadas a la palpación de la pared torácica que se producen al hablar. Por lo general, los sonidos generados por la laringe viajan en sentido distal a lo largo del árbol bronquial para inducir un movimiento de resonancia en la pared torácica. Este fenómeno es más pronunciado con los sonidos consonantes.

El frémito normal varía en función de numerosos factores como el grosor de la pared torácica, en especial los músculos y el tejido subcutáneo que acompaña la obesidad. También influye el habla; los sonidos de tono bajo viajan mejor a través del pulmón normal y producen mayor vibración de la pared torácica. Por lo tanto, el frémito es más pronunciado en los hombres que en las mujeres debido a la voz grave en ellos. Por lo general, el frémito es más pronunciado donde los bronquios grandes están más cercanos a la pared torácica; es más prominente en el lado derecho y menos palpable sobre los campos pulmonares inferiores (Bickley, 2013).

TABLA 20-4 Frecuencias y profundidades de la respiración

Tipo	Descripción
Eupnea 	Normal, 14-20 respiraciones/min
Bradipnea 	Más lenta que la frecuencia normal (< 10 respiraciones/min), con profundidad normal y ritmo regular Asociada con aumento de la presión intracraneal, lesión cerebral y sobredosis por drogas
Taquipnea 	Respiración rápida y superficial > 24 respiraciones/min Asociada con neumonía, edema pulmonar, acidosis metabólica, septicemia, dolor intenso o fractura de costilla
Hipoventilación 	Respiración irregular y superficial
Hiperpnea 	Incremento en profundidad de las respiraciones
Hiperventilación 	Frecuencia y profundidad de la respiración aumentadas que producen disminución del valor de la PaCO₂ Inspiración y espiración casi igual en duración Asociada con el esfuerzo, la ansiedad y la acidosis metabólica Llamada <i>respiración de Kussmaul</i> si se relaciona con cetoacidosis diabética o de origen renal
Apnea 	Periodo de cese de la respiración; varía la duración en el tiempo; puede presentarse apnea brevemente durante otras anomalías respiratorias, como en la apnea del sueño; es mortal si se mantiene
Respiración de Cheyne-Stokes 	Ciclo regular donde la frecuencia y la profundidad de la respiración aumentan, luego disminuyen hasta que se produce la apnea (generalmente unos 20 s) La duración de la apnea puede variar y alargarse progresivamente; por lo tanto, se toma el tiempo y se informa Asociada con insuficiencia cardíaca y daño al centro respiratorio (inducida por fármacos, tumor o traumatismo)
Respiración de Biot 	Periodos de respiración normal (3-4 respiraciones), seguidos por un periodo variable de apnea (generalmente 10-60 s) También llamada <i>respiración atáxica</i>, caracterizada por irregularidad total Asociada con depresión respiratoria como resultado de sobredosis de drogas y lesiones cerebrales, que suelen presentarse a nivel de la médula
Obstructiva 	Fase espiratoria de la respiración prolongada Asociada con estrechamiento de las vías respiratorias y observada en asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y bronquitis

Adaptado de: Bickley, S. L. (2013). *Bates' guide to physical examination and history taking* (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.

El personal de enfermería pide al paciente que repita “treinta y tres” o “uno, uno, uno” conforme desplaza las manos hacia abajo sobre el tórax (Bickley, 2013). Las vibraciones se detectan con la superficie palmar de las manos o el borde cubital de las manos extendidas sobre el tórax. La mano o las manos se mueven en secuencia hacia abajo en el tórax. Se comparan las áreas correspondientes del tórax (fig. 20-10). Las áreas óseas no se exploran.

El aire no conduce bien el sonido, pero un sólido, como un tejido, sí lo hace, con la condición de que sea elástico y no esté comprimido. En consecuencia, un aumento del tejido sólido por unidad de volumen del pulmón incrementa el frémito, y el aumento del aire por unidad de volumen de pulmón bloquea el sonido. Los individuos con enfisema no muestran casi ningún frémito al tacto. Un paciente con

consolidación de un lóbulo pulmonar por neumonía presenta aumento del frémito al tacto sobre este lóbulo.

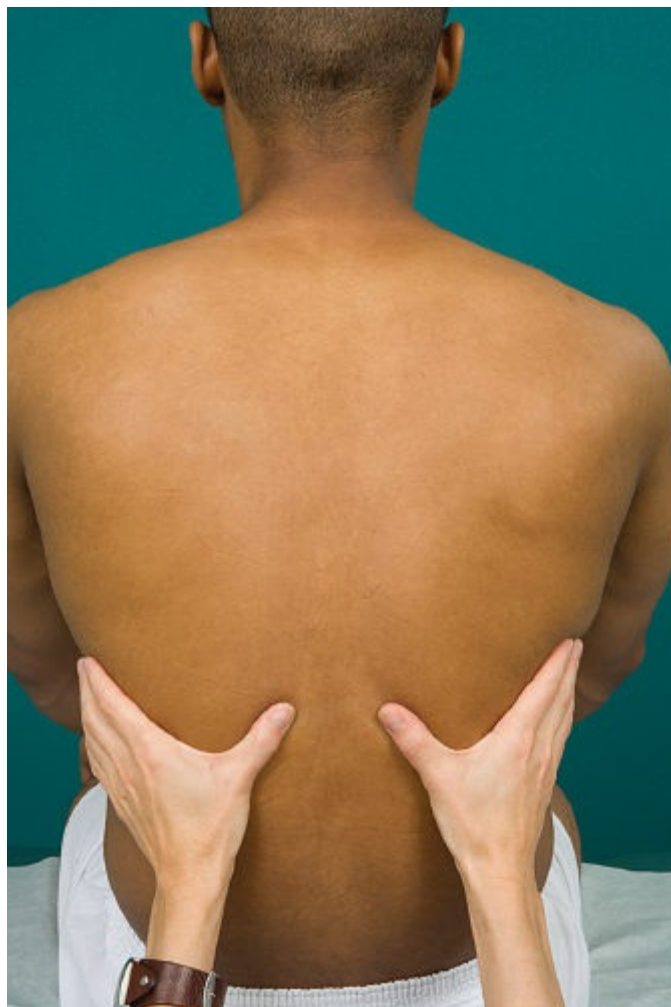


Figura 20-9 • Método para valorar el movimiento respiratorio posterior. Se colocan las dos manos en la cara posterior del tórax a nivel de T9 o T10. Se deslizan las manos medialmente para plegar una pequeña cantidad de piel entre los dedos pulgares. Observar si hay simetría cuando el paciente exhala completamente después de una inspiración profunda.

Percusión del tórax

La percusión produce vibración audible y táctil, y permite al personal de enfermería determinar si los tejidos subyacentes están llenos de aire, líquido o material sólido. El tejido pulmonar sano es resonante. La matidez sobre el pulmón se produce cuando el tejido del pulmón lleno de aire es reemplazado por líquido o tejido sólido. En la [tabla 20-5](#) se revisan los sonidos de la percusión y sus características. La percusión también se utiliza para identificar el tamaño y la ubicación de ciertas estructuras dentro del tórax (p. ej., diafragma, corazón, hígado).

La percusión suele iniciarse en el tórax posterior. El personal de enfermería percute a través de la parte superior de cada hombro, localizando el área de 5 cm de resonancia sobre los ápices pulmonares ([fig. 20-11](#)). A continuación, se dirige hacia abajo por la parte posterior del tórax, percutiendo áreas simétricas a intervalos de 5-6 cm. Para realizar la percusión, el dedo medio de la mano no dominante se coloca de manera firme sobre el área de la pared torácica que se percute. Se golpea la

articulación interfalángica distal de este dedo con la punta del dedo medio de la mano dominante. El dedo se flexiona ligeramente y la percusión se realiza de manera suave y precisa. Las estructuras óseas (escápulas o costillas) no se percuten.

Para realizar la percusión sobre la parte anterior del tórax, se comienza en el área supraclavicular y se avanza hacia abajo, de un espacio intercostal al siguiente. La matidez que se encuentra a la izquierda del esternón entre el tercer y quinto espacio intercostal es un signo normal, ya que ése es el lugar del corazón. Del mismo modo, existe un área normal de matidez hepática por debajo de los pulmones en el borde costal derecho (Bickley, 2013).

Descenso diafragmático

La resonancia normal del pulmón se detiene en el diafragma. La posición del diafragma es diferente durante la inspiración y la espiración.

Para valorar la posición y el movimiento del diafragma, indique al paciente que realice una respiración profunda y la sostenga mientras se percute el diafragma en su máximo descenso. Se marca con un bolígrafo el punto donde se percibe mediante percusión el cambio de resonancia a matidez sobre la línea medioescapular. Se pide al paciente que exhale por completo y detenga la respiración mientras el personal de enfermería percute de nuevo hacia abajo hasta la matidez del diafragma. Este punto también se marca. La distancia entre las dos marcas indica el rango de movimiento del diafragma.

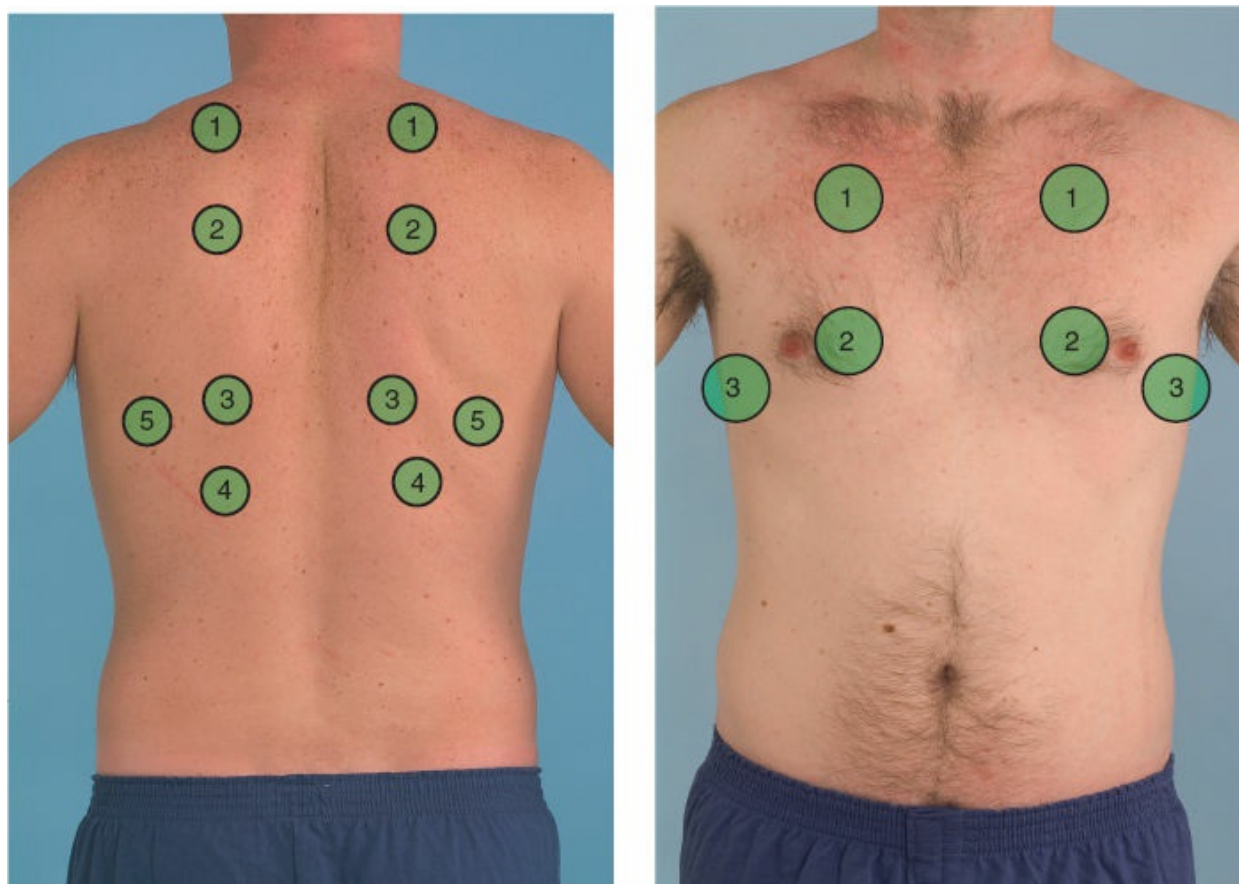


Figura 20-10 • Secuencia de palpación para valoración del frémito: tórax posterior (*izquierda*) y tórax anterior (*derecha*).

TABLA 20-5 Características de los ruidos a la percusión

Ruido	Intensidad relativa	Tono relativo	Duración relativa	Ejemplo de localización	Ejemplos
Mate	Baja	Alto	Corta	Muslo	Derrame pleural grande
Submate	Media	Medio	Media	Hígado	Neumonía lobular
Resonante	Alta	Bajo	Larga	Pulmón normal	Bronquitis crónica simple
Hiperresonante	Muy alta	Muy bajo	Muy larga	Normalmente en ninguno sitio	Enfisema, neumotórax
Timpánico	Alta	Alto ^a	Media	Burbuja de aire gástrica o mejilla inflada	Neumotórax extenso

^aSe distingue principalmente por su timbre musical.

Adaptado de: Bickley, S. L. (2013). *Bates' guide to physical examination and history taking* (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.

El descenso máximo del diafragma puede ser de hasta 8-10 cm en hombres jóvenes sanos, altos, pero para la mayoría de las personas suele ser de 5-7 cm. Por lo general, el diafragma está unos 2 cm más arriba a la derecha debido a la ubicación del hígado. Se puede presentar descenso diafragmático disminuido en caso de derrame pleural. La atelectasia, la parálisis diafragmática o el embarazo pueden explicar un diafragma en posición alta en el tórax (Bickley, 2013).

Auscultación torácica

La evaluación concluye con la auscultación del tórax anterior, posterior y lateral. La auscultación ayuda al personal de enfermería a evaluar el flujo de aire a través del árbol bronquial y explorar la presencia de líquido o una obstrucción por sólido en el pulmón. El personal de enfermería ausculta los ruidos respiratorios normales, los ruidos anómalos y la voz.

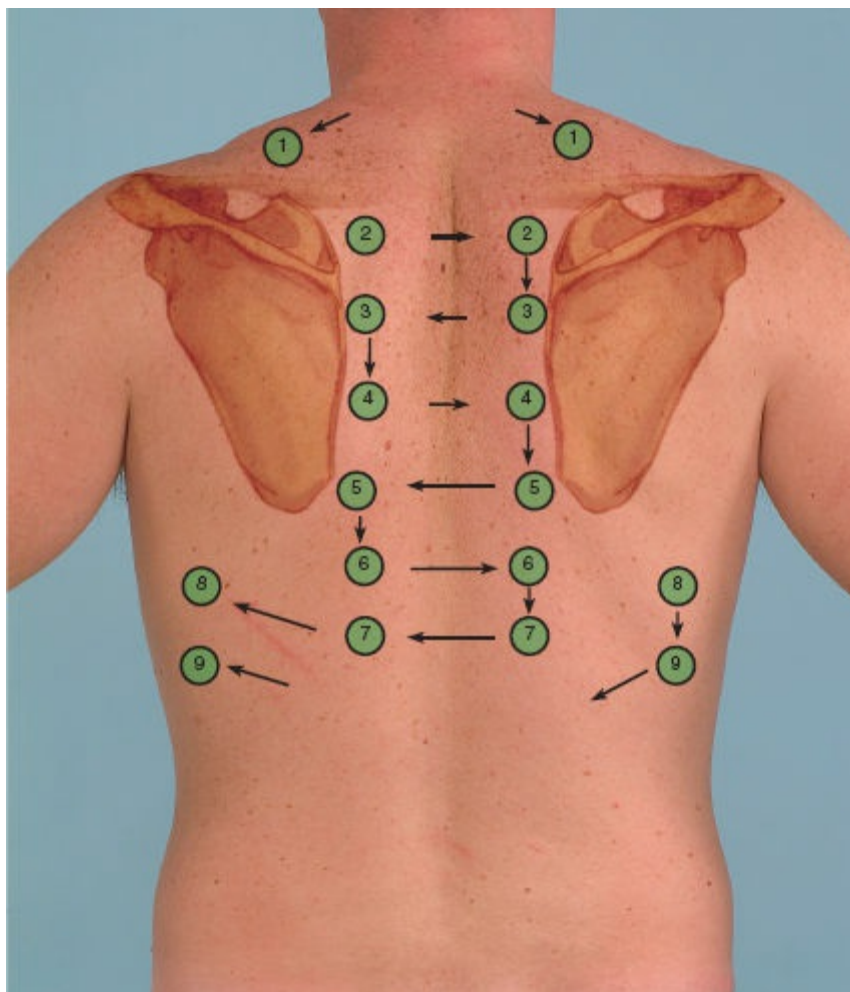


Figura 20-11 • Percusión en la cara posterior del tórax. Con el paciente en posición sentada, se percuten áreas simétricas de los pulmones a intervalos de 5 cm. Esta progresión se inicia en el vértice de cada pulmón y concluye con la percusión de cada pared lateral del tórax.

Se coloca el diafragma del estetoscopio firmemente contra la piel desnuda de la pared torácica mientras el paciente respira de forma lenta y profunda por la boca. Se auscultan de forma sistemática las áreas correspondientes del tórax desde los ápices hasta las bases y a lo largo de las líneas medioaxilares. La secuencia de auscultación es similar a la que se utiliza para la percusión. El personal de enfermería puede requerir escuchar dos inspiraciones y espiraciones completas en cada sitio anatómico para dar por válida la interpretación del ruido auscultado. Las respiraciones profundas repetidas pueden ocasionar síntomas de hiperventilación (p. ej., mareos); estos síntomas se evitan al permitir que el paciente descansa y respire normalmente durante pausas en la exploración.

Ruidos respiratorios

Los ruidos respiratorios normales se distinguen por su localización en un área específica del pulmón y se dividen en ruidos respiratorios vesiculares, broncovesiculares y bronquiales ([tabla 20-6](#)).

La ubicación, la calidad y la intensidad de los ruidos respiratorios se identifican durante la auscultación. Cuando disminuye el flujo de aire por obstrucción bronquial (atelectasia) o cuando el líquido (derrame pleural) o el tejido (obesidad) alejan los

conductos de aire del estetoscopio, los ruidos respiratorios están disminuidos o ausentes. Por ejemplo, los ruidos respiratorios del paciente con enfisema suelen ser totalmente inaudibles o débiles; cuando se escuchan, la fase espiratoria se prolonga. En el paciente con obesidad, los ruidos respiratorios pueden ser inaudibles. Los ruidos bronquiales y broncovesiculares que son audibles en todas partes excepto sobre los bronquios principales en los pulmones indican patología; por lo general, se trata de consolidación en el pulmón (p. ej., neumonía, insuficiencia cardíaca). Este dato requiere mayor evaluación.

Ruidos anómalos

Una anomalía que afecta el árbol bronquial y los alvéolos puede producir ruidos accesorios (adicionales). Algunos ruidos se clasifican en dos categorías: ruidos leves discontinuos (**estertores**) y ruidos musicales continuos (**sibilancias**) (tabla 20-7). La duración del ruido es la distinción significativa para identificar el ruido como continuo o no continuo. El frote por fricción pueden ser tanto continuo como no continuo.

TABLA 20-6 Ruidos respiratorios

	Duración de los ruidos	Intensidad del ruido espiratorio	Tono del ruido espiratorio	Lugares donde se escuchan de manera normal
Vesicular ^a 	Los ruidos inspiratorios duran más que los espiratorios	Baja	Relativamente bajo	Campo pulmonar completo excepto sobre la parte alta del esternón y entre las escápulas
Broncovesicular 	Los ruidos inspiratorios y espiratorios son aproximadamente iguales	Intermedia	Intermedio	A menudo, en el primer y segundo espacios intercostales anteriores y entre las escápulas (sobre el bronquio principal)
Bronquial 	Los ruidos espiratorios duran más que los inspiratorios	Alta	Relativamente alto	Sobre el manubrio, si se escucha
Traqueal 	Los ruidos inspiratorios y espiratorios son aproximadamente iguales	Muy alta	Relativamente alto	Sobre la tráquea en el cuello

^aEl espesor de las barras indica la intensidad de los ruidos de la respiración; mientras más inclinada la pendiente, mayor será el tono de los ruidos. Adaptado de: Bickley, S. L. (2013). *Bates' guide to physical examination and history taking* (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.

TABLA 20-7 Ruidos respiratorios anómalos (accesorios)

Ruidos respiratorios	Descripción	Etiología
Estertores		
Estertores	Suaves, agudos, ruidos discontinuos como chasquidos que se producen durante la inspiración (aunque por lo general se escuchan en la inspiración, también se pueden percibir en la espiración); pueden o no eliminarse mediante la tos	Debidos a la presencia de líquido en las vías respiratorias o los alvéolos y la apertura retrasada de alvéolos colapsados Asociados con insuficiencia cardíaca y fibrosis pulmonar
Estertores gruesos	Ruidos crepitantes discontinuos	Asociados con enfermedad

	que se escuchan en la inspiración temprana; sonido áspero, húmedo, originado en los bronquios principales	pulmonar obstructiva crónica
Estertores finos	Ruidos crepitantes discontinuos que se escuchan en la inspiración final; semejan cabellos frotados entre sí; se origina en los alvéolos	Relacionados con neumonía intersticial, enfermedad pulmonar restrictiva (p. ej., fibrosis); los ruidos crepitantes finos en inspiración temprana se asocian con bronquitis o neumonía
Sibilancias		
Sibilancias	Por lo general, se escuchan a la espiración, pero pueden escucharse en la inspiración según la causa	Relacionados con los cambios en el diámetro de las vías respiratorias y vibración de la pared bronquial Vinculados con bronquitis crónica o bronquiectasias
Sibilancias gruesas (roncus)	Ruidos retumbantes profundos de tono bajo que se escuchan sobre todo durante la espiración; causados por el aire que se mueve a través de vías traqueobronquiales estrechas	Asociadas con secreciones o tumores
Sibilancias silbantes	Ruidos continuos, musicales, de tono alto y similares a silbidos, que se escuchan durante la inspiración y la espiración, causados por el aire que pasa a través de vías respiratorias estrechas o parcialmente obstruidas; pueden eliminarse con la tos	Relacionadas con la acumulación de secreciones, broncoespasmo y asma
Frotes de fricción		
Roce pleural	Ruido áspero, crepitante, como dos piezas de cuero que se frotan juntas (sonido imitado frotando el pulgar y otro dedo cerca de la oreja) Se escuchan sólo durante la inspiración o durante inspiración y espiración Pueden disminuir cuando el paciente detiene la respiración; toser no elimina el ruido Se escuchan mejor sobre la superficie anteroinferior lateral del tórax El ruido puede aumentarse aplicando presión a la pared torácica con el diafragma del estetoscopio	Secundarios a inflamación y pérdida de líquido lubricante de la pleura

Ruidos de la voz

El ruido que se escucha por el estetoscopio mientras el paciente habla se conoce como *resonancia vocal*. El personal de enfermería debe evaluar los sonidos de la voz cuando se auscultan ruidos respiratorios anómalos. Las vibraciones producidas en la laringe se transmiten a la pared torácica a medida que pasan a través de los bronquios y el tejido alveolar. Los ruidos de la voz se evalúan haciendo que el paciente repita “trenta y tres” o “iii”, mientras el personal de enfermería escucha con el estetoscopio en las áreas correspondientes del tórax desde los ápices hasta las bases. Con un estado fisiológico normal, los ruidos son débiles e indistintos. Las enfermedades que aumentan la densidad de los pulmones, como neumonía y edema pulmonar, alteran esta respuesta fisiológica normal y pueden causar los siguientes ruidos:

- La **broncofonía** se describe como resonancia vocal más intensa y más clara de lo normal.
- La **egofonía** describe ruidos de voz distorsionados. Se aprecia mejor haciendo que el paciente repita la letra “I”. La distorsión producida por consolidación transforma el sonido en una “E” que se oye con mayor claridad en lugar de la “I”.
- La **pectoriloquia de susurro** describe la capacidad de escuchar de manera clara y distinguir ruidos que normalmente no serían escuchados.

Cuando se detecta una anomalía en la exploración, ésta debe comprobarse utilizando más de un método de valoración. Un cambio en el frémito es más sutil y puede pasarse por alto, pero la broncofonía puede notarse de manera sonora y clara.

Interpretación de resultados

Los hallazgos físicos de las enfermedades respiratorias más frecuentes se resumen en la [tabla 20-8](#).



Evaluación de la función respiratoria en el paciente con enfermedad crítica o aguda

La valoración del estado respiratorio es esencial para el bienestar de la persona con enfermedad aguda o crítica. A menudo, este paciente está intubado y recibe ventilación mecánica. Además de experiencia en la exploración física, el personal de enfermería debe tener capacitación en técnicas de monitorización y conocimiento de las posibles complicaciones relacionadas con la ventilación y las intervenciones con base en la evidencia para evitar estas complicaciones (Klompas, 2013). El personal analiza los datos del expediente clínico y realiza la evaluación considerando los resultados de las pruebas diagnósticas y de laboratorio. Después de comprobar los ajustes del ventilador para verificar que se cumple con lo prescrito y que las alarmas están siempre en posición de encendido, el personal de enfermería debe evaluar la sincronía paciente-ventilador y la agitación, la inquietud y otros signos de dificultad respiratoria (aleteo nasal, uso excesivo de músculos intercostales y accesorios, movimiento descoordinado entre tórax y abdomen) e informar si el paciente tiene

disnea o dificultad respiratoria. La enfermera o enfermero debe observar cambios en los signos vitales y datos de inestabilidad hemodinámica y comunicarlos al médico tratante, ya que pueden indicar que la ventilación mecánica es ineficaz o que ha empeorado el estado del paciente. Debe revisarse la posición del sujeto para verificar que su cabeza o la cabecera de la cama está elevada a fin de evitar la broncoaspiración, en especial si recibe alimentación enteral. Además, debe evaluarse el estado mental del paciente y compararlo con el estado previo. La somnolencia y la letargia pueden ser signos de aumento de la concentración de dióxido de carbono y no deben considerarse insignificantes, incluso si el paciente está recibiendo sedación o fármacos analgésicos.

TABLA 20-8 Revisión de datos en anomalías respiratorias frecuentes

Anomalia	Frémito al tacto	Percusión	Auscultación
Consolidación (p. ej., neumonía)	Aumentado	Mate	Ruidos de respiración bronquial, estertores, broncofonía, egofonía, pectoriloquia de susurro
Bronquitis	Normal	Resonante	Ruidos respiratorios normales o disminuidos; posibles crepitaciones gruesas y dispersas, roncus y sibilancias
Enfisema	Disminuido	Hiperresonante	Ruidos respiratorios disminuidos o ausentes; posibles crepitaciones, sibilancias o roncus
Asma	Disminuido	Resonante a hiperresonante	Sibilancias, crepitación ocasional
Edema pulmonar	Normal	Resonante	Crepitaciones en bases pulmonares, posiblemente sibilancias
Derrame pleural	Disminuido o ausente, aunque puede incrementarse en derrames extensos	Mate o submate	Ruidos respiratorios disminuidos o ausentes, ruidos respiratorios bronquiales; a veces se escuchan sobre derrames de gran tamaño, posible roce pleural
Neumotórax	Disminuido o ausente	Hiperresonante	Ausencia de ruidos respiratorios, posible roce pleural
Atelectasia	Ausente	Mate	Ruidos respiratorios disminuidos o ausentes; pueden incrementarse en caso de atelectasia del lóbulo superior derecho

Adaptado de: Bickley, S. L. (2013). *Bates' guide to physical examination and history taking* (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.

La palpación, la percusión y la auscultación del tórax son partes esenciales y habituales de la evaluación del paciente con enfermedad crítica con o sin ventilación mecánica. Un paciente postrado en cama debe girarse para evaluar todos los campos pulmonares. Deben evaluarse las áreas más bajas en busca de ruidos respiratorios normales y sonidos extraños. No prestar atención a la exploración de las áreas más bajas de los pulmones puede ocasionar que se pasen por alto los datos relacionados con ciertas alteraciones, como atelectasia o derrame pleural.

Las pruebas de función respiratoria del paciente se realizan fácilmente en la cabecera mediante la medición de la frecuencia respiratoria, el volumen de aire corriente, la ventilación por minuto, la capacidad vital, la fuerza inspiratoria y la distensibilidad. Estas pruebas son particularmente importantes para los pacientes que están en riesgo de complicaciones pulmonares, incluidos aquellos que han atravesado por cirugía abdominal o torácica, a quienes se ha administrado anestesia o tienen neumopatía preexistente y aquellos con obesidad o en edad avanzada. Estas pruebas también se utilizan habitualmente para pacientes con ventilación mecánica. Aunque algunos de estos exámenes son realizados por terapeutas respiratorios, es útil para el personal de enfermería comprender la importancia de estos resultados.

El paciente cuya expansión torácica está limitada por restricciones externas, como obesidad o distensión abdominal, o que no puede respirar profundamente debido a dolor postoperatorio o sedación, inhala y exhala un bajo volumen de aire

(denominado *volúmenes de aire corriente bajos*). La hipoventilación prolongada junto con volúmenes de aire corriente bajos puede producir colapso alveolar (atelectasia). Como consecuencia, cuando disminuye la capacidad vital forzada, la distensibilidad se reduce y el paciente debe respirar más rápido para mantener el mismo grado de oxigenación tisular. Estos episodios pueden empeorar en los pacientes que tienen neumopatías preexistentes, personas de edad avanzada cuyas vías respiratorias son menos distensibles (las vías respiratorias pequeñas podrían colapsar durante la espiración) o enfermos con obesidad, quienes tienen volúmenes corrientes relativamente bajos aun cuando estén sanos (se describen más detalles de la evaluación del paciente con enfermedad pulmonar en los siguientes capítulos en esta unidad).



Alerta de enfermería: calidad y seguridad

El personal de enfermería no debe confiar sólo en la inspección visual de la frecuencia y la profundidad del movimiento respiratorio del paciente para determinar si la ventilación es adecuada. Los movimientos respiratorios pueden parecer normales o excesivos debido a un mayor esfuerzo respiratorio, pero el paciente en realidad puede desplazar sólo el aire suficiente para ventilar el espacio muerto. Si hay alguna duda con respecto a si la ventilación es adecuada, se debe utilizar la auscultación o la oximetría de pulso (o ambas) para una valoración adicional del estado respiratorio.

Volumen corriente

El volumen de cada respiración se conoce como **volumen corriente** (véase la [tabla 20-1](#) para una revisión de volúmenes y capacidades pulmonares). Un *espirómetro* es un instrumento que se puede utilizar en la cabecera del paciente para medir volúmenes. Si el enfermo está respirando a través de un tubo endotraqueal o una cánula de traqueostomía, el espirómetro se conecta directamente y el volumen exhalado se obtiene de la lectura en el manómetro. En otros individuos, el espirómetro está unido a una mascarilla o una boquilla que se coloca de modo hermético para medir el volumen espirado.

El volumen corriente puede variar de una respiración a otra. Para verificar que la medición sea confiable, es importante medir los volúmenes de varias respiraciones y anotar el rango de volúmenes corriente, junto con el promedio.

Ventilación minuto

Debido a que las frecuencias respiratorias y los volúmenes corriente varían ampliamente de una respiración a otra, estos datos solos no son indicadores fiables de ventilación adecuada. Sin embargo, el volumen corriente multiplicado por la frecuencia respiratoria proporciona lo que se denomina *ventilación minuto* o *volumen minuto*, el volumen de aire intercambiado por minuto. Este valor es útil en la detección de insuficiencia respiratoria. En la práctica, el volumen minuto no se calcula, sino que se mide directamente mediante un espirómetro. En un paciente que recibe ventilación mecánica, el volumen minuto a menudo está monitorizado por el ventilador y se puede ver en la pantalla.

La ventilación minuto puede verse disminuida por varias situaciones que provocan hipoventilación. Cuando la ventilación minuto se reduce, la ventilación

alveolar en los pulmones también lo hace y aumenta la PaCO_2 . Los factores de riesgo de hipoventilación se muestran en el [cuadro 20-10](#).

**Cuadro
20-10** 

FACTORES DE RIESGO

Hipoventilación

- Impulsos neurológicos limitados transmitidos desde el cerebro a los músculos respiratorios, como en los casos de traumatismo de la médula espinal, ictus, tumores, miastenia grave, síndrome de Guillain-Barré, poliomielitis y sobredosis de drogas.
- Depresión de los centros respiratorios en el bulbo raquídeo, como en caso de anestesia, sedación y sobredosis de drogas.
- Movimiento torácico limitado (cifoescoliosis), movimiento del pulmón limitado (derrame pleural, neumotórax) o disminución de tejido pulmonar funcional (enfermedad pulmonar crónica, edema pulmonar grave).

Adaptado de: Bulbul, Y., Ayik, S., Ozlu, T., et al. (2014). Frequency and predictors of obesity hypoventilation in hospitalized patients at a tertiary health care institution. *Annals of Thoracic Medicine*, 9(2), 87–91; Karez, M., & Papadakis, P. J. (2013). Respiratory complications in the postanesthesia care unit: A review of pathophysiological mechanisms. *Canadian Journal of Respiratory Therapy*, 49(4), 21–29.

Capacidad vital

La capacidad vital se mide haciendo que el paciente haga una inspiración máxima y exhale por completo a través de un espirómetro. El valor normal depende de la edad, el sexo, la constitución corporal y el peso de la persona.



Alerta de enfermería: calidad y seguridad

La mayoría de los pacientes pueden generar una capacidad vital equivalente a dos veces el volumen que generalmente desplazan hacia dentro y afuera (volumen corriente). Si la capacidad vital es menor de 10 mL/kg, el paciente no puede mantener la ventilación espontánea y requiere asistencia respiratoria.

Cuando la capacidad vital se espira a una velocidad máxima de flujo, se mide la capacidad vital forzada (FVC, *forced vital capacity*). La mayoría de los pacientes pueden exhalar al menos el 80% de su capacidad vital en 1 s (volumen espiratorio forzado en 1 s, o FEV_1 , *forced expiratory volume in 1 second*) y casi todos ellos en 3 s (FEV_3). Una disminución en el FEV_1 sugiere flujo aéreo pulmonar anómalo. Si el FEV_1 y la FVC del paciente se reducen de manera proporcional, la expansión pulmonar máxima está restringida de alguna manera. Si la disminución del FEV_1 supera la reducción de la FVC (FEV_1/FVC menor de 85%), el paciente puede tener algún grado de obstrucción de la vía aérea.

Fuerza inspiratoria

La fuerza inspiratoria evalúa el esfuerzo que realiza el paciente durante la inspiración. No requiere de la cooperación del enfermo y, por lo tanto, es una medición útil en el individuo inconsciente. El equipo necesario para esta medición incluye un manómetro para medir la presión negativa y adaptadores para conectarlo a una máscara de anestesia o a un tubo endotraqueal con manguito. Se conecta el manómetro y se ocluye totalmente la vía aérea durante 10-20 s mientras los esfuerzos inspiratorios del paciente quedan registrados en el manómetro. La presión inspiratoria normal es de unos 100 cm H₂O. Si la presión negativa registrada después de 15 s de oclusión de la vía aérea es menor de 25 cm H₂O, generalmente es necesaria la ventilación mecánica porque el paciente no tiene suficiente fuerza muscular para la respiración profunda o la tos eficaz.

Evaluación diagnóstica

Se puede realizar una amplia gama de estudios diagnósticos en los pacientes con enfermedades respiratorias. El personal de enfermería debe capacitar al individuo acerca del propósito de los estudios, qué esperar y los posibles efectos secundarios relacionados con estos exámenes antes de la prueba. El personal de enfermería debe tener en cuenta las desviaciones en los resultados porque proporcionan información sobre la progresión de la enfermedad, así como la respuesta del paciente al tratamiento.

Pruebas de función pulmonar

Las pruebas de función pulmonar (PFP) se utilizan de manera habitual para ayudar en el diagnóstico de pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. Estas pruebas se realizan para valorar la función respiratoria y para determinar el grado de disfunción, la respuesta al tratamiento y como pruebas de detección en industrias potencialmente peligrosas, por ejemplo, la minería de carbón y aquellas que implican la exposición a asbesto y otros irritantes nocivos. Las PFP también se emplean antes de la cirugía para detectar a los pacientes que están programados para procedimientos quirúrgicos torácicos y abdominales superiores, en pacientes con obesidad y enfermos sintomáticos con antecedentes que sugieren alto riesgo. Estas pruebas incluyen la medición de volúmenes pulmonares, función ventilatoria y mecánica de la respiración, difusión e intercambio de gases.

Por lo general, las PFP son realizadas por un técnico que utiliza un espirómetro que tiene un dispositivo recolector de volumen conectado a una grabadora que registra volumen y tiempo de manera simultánea. Se llevan a cabo varias pruebas porque una sola medición no proporciona una imagen completa de la función pulmonar. Las PFP que se aplican con mayor frecuencia se describen en la [tabla 20-9](#). Ya hay tecnología disponible que permite una valoración más compleja de la función pulmonar. Los métodos incluyen curvas de volumen flujo corriente durante ejercicio, presión espiratoria negativa, óxido nítrico, oscilación forzada y capacidad de difusión para helio o monóxido de carbono. Estos métodos de evaluación permiten una valoración detallada de las limitaciones de flujo espiratorio y la inflamación de las

vías respiratorias.

Los resultados de las PFP se interpretan en función del grado de desviación de lo normal, teniendo en cuenta estatura, peso, edad, sexo y grupo étnico del paciente. Como hay una amplia gama de valores normales, las PFP podrían no detectar cambios iniciales localizados. Por lo general, se realiza una evaluación diagnóstica completa al paciente con síntomas respiratorios, incluso si los resultados de las PFP son “normales”. Se puede enseñar a los individuos con anomalías respiratorias cómo medir en casa su flujo más alto (que refleja el flujo espiratorio máximo) mediante un espirómetro. Esta medida permite vigilar el progreso del tratamiento para modificar el esquema de medicamentos y otras intervenciones cuando sea necesario con base en las directrices del encargado de la atención y notificar al médico tratante si hay respuesta inadecuada a sus propias intervenciones (las instrucciones para la capacitación de atención domiciliaria se describen en el [cap. 24](#), que trata sobre asma).

Gasometría arterial

La gasometría arterial es auxiliar en la valoración de la capacidad pulmonar para proporcionar oxígeno de forma adecuada y eliminar el dióxido de carbono, lo cual indica ventilación, y la suficiencia de los riñones para reabsorber o excretar los iones de bicarbonato a fin de mantener el pH normal del cuerpo, que indica el estado metabólico. Las concentraciones de gases arteriales se obtienen mediante una punción en la arteria radial, braquial o femoral, o a través de un catéter arterial permanente. El dolor (relacionado con lesión del nervio o estímulo nocivo), la infección, el hematoma y la hemorragia son complicaciones potenciales que pueden estar asociadas con la obtención de la gasometría arterial (Perry, Potter y Ostendorf, 2014) (véase el [cap. 13](#) para un resumen del análisis de gasometría arterial).

Gasometría venosa

La gasometría venosa proporciona datos adicionales sobre el suministro y el consumo de oxígeno. Los estudios de gasometría venosa reflejan el equilibrio entre la cantidad de oxígeno utilizado por órganos y tejidos, y la cantidad de oxígeno que regresa al lado derecho del corazón dentro de la sangre. Los niveles de saturación de oxígeno en la mezcla venosa ($S\bar{v}O_2$), el indicador más preciso de este equilibrio, se pueden obtener solamente de muestras de sangre desde un catéter en la arteria pulmonar. Los niveles de saturación de oxígeno venoso central ($Sc\bar{v}O_2$), que se miden utilizando sangre de un catéter venoso central, se aproximan mucho a los niveles de $S\bar{v}O_2$ y son, por lo tanto, los que se emplean con más frecuencia (Reid, 2013). El análisis de gasometría venosa se recomienda para guiar el tratamiento dirigido al objetivo en el postoperatorio de pacientes con riesgo de inestabilidad hemodinámica o en pacientes con choque séptico y puede disminuir la morbilidad y la mortalidad en estos grupos (Davis, Walsh, Sittig, et al., 2013).

TABLA 20-9 Pruebas de función pulmonar

Término que se utiliza	Símbolo	Descripción	Observaciones
Capacidad vital forzada	FVC	Capacidad vital realizada con esfuerzo espiratorio forzado máximo	La capacidad vital forzada se reduce a menudo en caso de EPOC debido al aire atrapado
Volumen espiratorio forzado (calificado por el subíndice que indica el intervalo de tiempo en segundos)	FEV _t (más frecuentemente FEV ₁)	Volumen de aire exhalado en el tiempo especificado durante la realización de la capacidad vital forzada; el FEV ₁ es el volumen exhalado en un segundo	Representa una clave valiosa para determinar la gravedad de la obstrucción de la vía aérea espiratoria
Relación del volumen espiratorio forzado cronometrado para capacidad vital forzada	FEV _t /FVC%, por lo general FEV ₁ /FVC%	FEV _t expresado como un porcentaje de la capacidad vital forzada	Otra manera de expresar la presencia o la ausencia de obstrucción de vía aérea
Flujo espiratorio forzado	FEF ₂₀₀₋₁₂₀₀	Flujo espiratorio forzado medio entre 200 y 1200 mL de la FVC	Un indicador de obstrucción de vía aérea principal
Flujo medioespiratorio forzado	FEF _{75%}	Flujo espiratorio forzado promedio durante la mitad de la FVC	Menor velocidad en la obstrucción de vías aéreas pequeñas
Flujo forzado al final de la espiración	FEF _{75-85%}	Flujo espiratorio forzado medio durante la porción terminal de la FVC	Menor velocidad en la obstrucción de vías respiratorias más pequeñas
Ventilación voluntaria máxima	MVV	Volumen de aire espirado en un periodo determinado (12 s) durante el esfuerzo máximo repetitivo	Un factor importante en la tolerancia al ejercicio

Oximetría de pulso

La *oximetría de pulso*, o SpO₂, es un método no invasivo de monitorización continua de la **saturación de oxígeno** de la hemoglobina (SaO₂). Aunque la oximetría de pulso no sustituye a la gasometría arterial, es una herramienta eficaz para detectar cambios sutiles o bruscos en la SaO₂ y se puede usar fácilmente en el hogar y en diversos entornos de atención médica.

Un sensor o sonda se coloca en la yema del dedo (fig. 20-12), la frente, el lóbulo de la oreja o el puente de la nariz. El sensor detecta cambios en los valores de saturación de oxígeno mediante la monitorización de señales de luz generadas por el oxímetro y reflejadas por el pulso de sangre a través del tejido hasta el sensor. Los valores de SpO₂ normales son de más del 95%. Las cifras menores del 90% indican que los tejidos no reciben suficiente oxígeno, en cuyo caso se necesita una evaluación más amplia. Los valores de SpO₂ son poco confiables en caso de paro cardíaco, choque y otros estados de baja perfusión (p. ej., septicemia, enfermedad vascular periférica, hipotermia), y cuando se han utilizado fármacos vasoconstrictores (Chan, Chan y Chan, 2013). Las causas adicionales de resultados inexactos de oximetría de pulso incluyen anemia, hemoglobina anómala, concentraciones altas de monóxido de carbono, uso de tintes (p. ej., azul de metileno) o si el paciente tiene la piel oscura o usa esmalte de uñas. La luz brillante, en particular la luz solar, las luces fluorescentes y de xenón y el movimiento del paciente (incluso estremecimientos) también afectan la precisión. Los valores de SpO₂ no pueden detectar de manera confiable la hipoventilación cuando está recibiendo oxígeno suplementario (Chan, et al., 2013).

Cultivos

Los cultivos faríngeos, nasales y nasofaríngeos pueden identificar agentes patógenos que causan infecciones respiratorias, como faringitis. Los cultivos de la faringe se realizan en adultos con dolor de garganta intenso o continuo acompañado de fiebre y

ganglios linfáticos agrandados, y son más útiles para detectar infecciones estreptocócicas. Ahora existen pruebas rápidas para estreptococos que pueden proporcionar resultados en 15 min, que a menudo reemplazan la necesidad de cultivos faríngeos. Otras fuentes de infección, como *Staphylococcus aureus* o la influenza, se detectan mediante cultivos nasales o nasofaríngeos. De manera ideal, todos los cultivos deben realizarse antes del inicio del tratamiento antibiótico. Los resultados suelen tardar entre 48 y 72 h, con informes preliminares disponibles generalmente a las 24 h. Los cultivos pueden repetirse para evaluar la respuesta del paciente al tratamiento (Pagana y Pagana, 2013).

Estudios de esputo

Se obtiene esputo para análisis y así identificar los microorganismos patógenos y determinar si existen células malignas. Los exámenes periódicos de esputo pueden ser necesarios en los pacientes que reciben antibióticos, corticoesteroides y medicamentos inmunosupresores durante períodos prolongados, ya que estos agentes se relacionan con infecciones oportunistas.



A



B

Figura 20-12 • La medición de la oxigenación de la sangre con oximetría de pulso reduce la necesidad de procedimientos invasivos, como extracción de sangre para análisis de la concentración de oxígeno. **A.** Oxímetro de pulso digital en la punta del dedo, que incorpora el sensor y la pantalla en una unidad. **B.** Modelo de mesa con sensor conectado. La memoria permite el seguimiento de la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno en el tiempo.

Idealmente, las muestras de esputo se obtienen temprano en la mañana antes de que el paciente haya comido o bebido algo. Se instruye al individuo que despeje la nariz y la garganta y que se enjuague la boca para disminuir la contaminación del esputo y no simplemente escupir saliva en el envase. En vez de ello, después de hacer unas cuantas respiraciones profundas, el paciente tose profundamente y expectora

esputo de los pulmones en un recipiente estéril.

Si el paciente no puede expulsar una muestra de esputo adecuada siguiendo las técnicas anteriores, puede inducirse la tos mediante la aplicación de una solución hipertónica en aerosol con un nebulizador. Otros métodos de recolección de muestras de esputo incluyen aspiración endotraqueal o transtraqueal u obtención mediante broncoscopia. El personal de enfermería debe etiquetar la muestra y enviarla al laboratorio lo más pronto posible para evitar la contaminación.

Estudios por imagen

Los estudios imagenológicos, que incluyen radiografías, tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y radioisótopos o gammagrafía nuclear, pueden ser parte de cualquier proceso diagnóstico, que van desde la determinación de la extensión de la infección en caso de sinusitis hasta el crecimiento de un tumor maligno.

Radiografía de tórax

El tejido pulmonar normal es radiolúcido porque consiste sobre todo de aire y gases; por lo tanto, las densidades producidas por líquidos, tumores, cuerpos extraños y otros estados patológicos pueden detectarse mediante valoración radiográfica. En ausencia de síntomas, una radiografía de tórax puede revelar un extenso proceso patológico en los pulmones. La radiografía de tórax de rutina consta de dos vistas: la proyección anteroposterior y la proyección lateral. Por lo general, las radiografías de tórax se obtienen después de la inspiración completa porque los pulmones se visualizan mejor cuando están bien aireados. Además, el diafragma está en su nivel más bajo y es visible la máxima expansión del pulmón. Por lo tanto, los pacientes necesitan poder tomar una respiración profunda y mantenerla sin molestias. Las radiografías de tórax están contraindicadas en las mujeres embarazadas.

Intervenciones de enfermería

El personal de enfermería debe notificar al paciente que las radiografías de tórax no requieren ayuno y que típicamente no causan dolor. Sin embargo, con el fin de visualizar mejor los pulmones, el paciente debe ser capaz de tomar una respiración profunda y mantenerla sin molestias, mientras el técnico toma las imágenes. Se coloca al individuo en posición de pie, sentado o en decúbito con el fin de obtener la vista apropiada del tórax (anteroposterior, lateral, oblicua o en decúbito). Se solicita al paciente que use una bata, retire los objetos metálicos del tórax (collares) y se puede colocar un protector de plomo para minimizar la exposición a la radiación de la glándula tiroides, los ovarios o los testículos (Pagana y Pagana, 2013).

Tomografía computarizada

Una TC es un método de imagenología en la que un haz de rayos X estrecho recorre los pulmones en capas sucesivas. Las imágenes proporcionan una vista transversal del tórax. Mientras que una radiografía de tórax muestra un alto contraste entre las densidades del cuerpo como hueso, tejidos blandos y aire, una TC puede distinguir la

densidad fina de los tejidos. Se puede utilizar la TC para identificar nódulos pulmonares y tumores pequeños adyacentes a las superficies pleurales que no son visibles en las radiografías de tórax de rutina y para mostrar anomalías mediastínicas y adenopatía hiliar, que son difíciles de visualizar con otras técnicas. Los medios de contraste son útiles cuando se evalúa el mediastino y su contenido, en particular sus vasos sanguíneos. Los avances en la tecnología de la TC, conocidos como *TC de detección múltiple en espiral*, o *helicoidal*, permiten que el tórax se analice con rapidez generando una gran cantidad de imágenes que pueden conformar un análisis tridimensional (Pagana y Pagana, 2013). La angiografía pulmonar por TC se utiliza actualmente de manera rutinaria en vez de la angiografía por catéter para diagnosticar la embolia pulmonar (EP) (York, Kane, Smith, et al., 2015). Las contraindicaciones incluyen alergia al medio de contraste, embarazo, claustrofobia y obesidad mórbida, mientras que las complicaciones potenciales incluyen lesión renal aguda y acidosis secundaria a contraste (Pagana y Pagana, 2013).

Intervenciones de enfermería

El personal de enfermería debe informar a los pacientes en preparación para estudios por TC que se les pedirá que permanezcan en posición supina y se mantengan así durante un período corto, habitualmente menor de 30 min, mientras el equipo los rodea y toma múltiples imágenes. Los pacientes casi nunca experimentan claustrofobia durante el estudio de TC, pero pueden ofrecerse ansiolíticos antes del procedimiento si es una preocupación. Si se requiere de medio de contraste, los pacientes necesitan estar en ayuno total durante 4 h antes del estudio. En este caso, el personal de enfermería debe evaluar también las alergias al yodo o los mariscos (Pagana y Pagana, 2013).

Resonancia magnética

La RM es similar a una TC excepto que se usan campos magnéticos y señales de radiofrecuencia en vez de radiación. Las RM permiten distinguir mejor entre tejidos normales y anómalos, en comparación con la TC; por lo tanto, producen una imagen diagnóstica mucho más detallada. La RM se utiliza para caracterizar nódulos pulmonares, ayudar a estadificar el carcinoma broncogénico (evaluación de invasión de pared torácica) y evaluar la actividad inflamatoria en la enfermedad pulmonar intersticial, la EP aguda y la hipertensión pulmonar trombolítica crónica. Las contraindicaciones para la RM que se consideran peligrosas incluyen obesidad mórbida, claustrofobia, confusión y agitación, y tener implantado metal o dispositivos metálicos de soporte (Pagana y Pagana, 2013). Se utilizan diversas etiquetas e íconos para indicar si un dispositivo médico es seguro o inseguro para el uso durante la RM. Las mejoras recientes en la tecnología han contribuido al diseño de ciertos dispositivos médicos, como bombas de infusión y ventiladores, considerados seguros para el uso en la RM. El personal de enfermería debe consultar con el personal especializado en RM para verificar la seguridad de varios dispositivos (Wells y Murphy, 2014). Los medios de contraste con gadolinio que se utilizan en las RM pueden conducir a fibrosis sistémica nefrótica en personas con función renal reducida (Pagana y Pagana, 2013).

Intervenciones de enfermería

Se debe indicar a los pacientes programados para RM que retiren todos los artículos de metal: audífonos, seguros de cabello y parches de medicamentos con hojas metálicas (p. ej., parches de nicotina). Antes de la RM, el personal de enfermería debe verificar que no haya dispositivos metálicos implantados, como pinzas de aneurisma o marcapasos/desfibrilador cardíaco. Se debe informar a los individuos en preparación para la RM que es necesario que se recuesten y que permanezcan así 30-90 min mientras la mesa donde yacen se mueve dentro de un gran imán tubular. Se debe advertir, asimismo, que se escuchará un fuerte zumbido o golpeteo. Por lo general, se ofrecen tapones para los oídos a fin de limitar este ruido. Los individuos se podrán comunicar con el personal de RM a través de un micrófono y auriculares. El personal de enfermería debe aclarar con el médico o técnico si el estudio solicitado requiere de medio de contraste o si el paciente debe permanecer en ayuno estricto previo al examen. A los pacientes que experimentan claustrofobia se deben ofrecer ansiolíticos antes del procedimiento o ser programados en un centro que utilice un sistema de RM abierto (Pagana y Pagana, 2013).

Estudios fluoroscópicos

La fluoroscopia, que brinda imágenes de rayos X en vivo generadas mediante una cámara en una pantalla, se utiliza para ayudar en procedimientos invasivos, como una biopsia de tórax con aguja o una biopsia transbronquial, que se realizan para identificar lesiones. También se puede emplear para estudiar el movimiento de la pared torácica, el mediastino, el corazón y el diafragma, para detectar la parálisis del diafragma y para localizar masas pulmonares. El procedimiento específico realizado bajo fluoroscopia guiará las intervenciones de enfermería correspondientes (véanse las intervenciones de enfermería descritas en la sección de procedimientos de biopsia de pulmón).

Angiografía pulmonar

La angiografía pulmonar se utiliza para investigar anomalías congénitas del árbol vascular pulmonar y, con menor frecuencia, la EP, cuando las pruebas menos invasivas no son concluyentes en los casos en los que persiste una alta presunción clínica (Ma Yan Zhou, et al., 2016). Para visualizar los vasos pulmonares, se inyecta un agente radiopaco a través de un catéter que se ha introducido previamente en una vena (p. ej., yugular, subclavia, braquial o femoral), y después se introduce en la arteria pulmonar. Las contraindicaciones incluyen alergia al agente radiopaco, embarazo y anomalías de la coagulación, mientras que las posibles complicaciones incluyen lesión renal aguda, acidosis, arritmias cardíacas y hemorragias (Pagana y Pagana, 2013).

Intervenciones de enfermería

Antes de la angiografía, el personal de enfermería debe verificar que se ha obtenido el consentimiento informado, valorar las alergias conocidas que pueden indicar alergia al tinte radiopaco (p. ej., yodo y mariscos), evaluar el estado de anticoagulación y la

función renal, verificar que el paciente no ha comido o bebido algo antes del procedimiento según lo prescrito (por lo general, durante 6-8 h) y administrar los medicamentos previos, a saber, antihistamínicos, ansiolíticos y fármacos reductores de secreciones. También debe comentar a los pacientes que podrían experimentar una sensación de oleada de calor o dolor en el pecho durante la inyección del tinte. Si se requiere una punción arterial, la extremidad afectada tendrá que inmovilizarse durante cierto tiempo dependiendo del tamaño del catéter que se utilizó y el tipo de dispositivo de cierre arterial empleado. Después del procedimiento, el personal de enfermería debe monitorizar de cerca los signos vitales, los niveles de consciencia, la saturación de oxígeno y el sitio de acceso vascular para detectar sangrado o hematoma y realizar evaluaciones frecuentes del estado neurovascular (Perry, et al., 2014).

Procedimientos de diagnóstico con radioisótopos (imágenes de pulmón)

Se realizan varios tipos de obtención de imágenes de pulmón (gammagrafía pulmonar, detección de galio y tomografía por emisión de positrones [PET, *positron emission tomography*]) para evaluar el funcionamiento normal del pulmón, el riego vascular pulmonar y el intercambio de gases. El embarazo es una contraindicación para estos estudios.

Se realiza una gammagrafía pulmonar mediante inyección de un agente radiactivo en una vena periférica y después se lleva a cabo un estudio del tórax para detectar la radiación. Las partículas del isótopo pasan a través del hemicardio derecho y se distribuyen en los pulmones en proporción con el flujo de sangre regional, lo que permite trazar y medir la perfusión sanguínea a través del pulmón. Este procedimiento se utiliza en la clínica para medir la integridad de los vasos pulmonares en relación con el flujo de sangre y evaluar las anomalías del flujo sanguíneo, como las vistas en la EP. El tiempo de obtención de la imagen es de 20-40 min, durante los cuales el paciente yace bajo la cámara con una mascarilla sobre la nariz y la boca. Este proceso se continúa por la etapa de ventilación del estudio; el paciente respira profundamente de una mezcla de oxígeno y gas radiactivo, que se difunde a través de los pulmones. Se realiza un barrido para detectar anomalías de la ventilación en los pacientes con diferencias regionales en la ventilación. Este estudio puede ser útil en el diagnóstico de bronquitis, asma, fibrosis inflamatoria, neumonía, enfisema y cáncer de pulmón. Se observa ventilación sin perfusión con la EP.

La gammagrafía con galio es una imagen del pulmón con radioisótopo utilizada para detectar alteraciones inflamatorias, abscesos, adherencias y la presencia, ubicación y tamaño de los tumores. Este método se emplea para estadificar el cáncer broncogénico y documentar la regresión del tumor después de la quimioterapia o radioterapia. El galio se inyecta por vía intravenosa y las imágenes se obtienen en intervalos (p. ej., 6, 24 y 48 h) para evaluar la captación de galio por los tejidos pulmonares.

La PET es un estudio de radioisótopos con capacidades avanzadas de diagnóstico que se utiliza para evaluar la malignidad de los nódulos pulmonares. La PET puede detectar y mostrar cambios metabólicos en el tejido, distinguir el tejido normal del enfermo (como en el cáncer), diferenciar el tejido viable del que sufre necrosis,

mostrar el flujo sanguíneo regional y determinar la distribución y el destino de los fármacos en el cuerpo. La PET es más precisa para la detección de tumores malignos que la TC y tiene precisión equivalente a los procedimientos invasivos, como la toracoscopia, en la detección de nódulos malignos. Las imágenes de la PET ahora se superponen a las de la TC y la RM para mejorar la exactitud del diagnóstico (Pagana y Pagana, 2013).

Intervenciones de enfermería

Para cada una de estas gammagrafías nucleares, el personal de enfermería debe comentar con el paciente qué esperar. Se requiere un acceso intravenoso. En ocasiones, se prescribe un enema antes de la gammagrafía con galio para disminuir su absorción en el tubo digestivo. Debe realizarse una radiografía de tórax antes de una gammagrafía pulmonar. Se debe comentar a los pacientes que las imágenes por gammagrafía pulmonar y galio requieren sólo una pequeña cantidad de radioisótopos; por lo tanto, no están indicadas las medidas de seguridad para radiación. Por lo general, el paciente puede comer o beber antes de la gammagrafía pulmonar o con galio. Son múltiples factores los que pueden dificultar la absorción de los agentes radiactivos que se utilizan para el estudio con PET. El personal de enfermería debe instruir al paciente para que evite la cafeína, alcohol y tabaco durante 24 h antes del estudio con PET y no ingerir alimentos o líquidos 4 h antes de la exploración. Los resultados exactos dependen de una vejiga vacía; en consecuencia, puede estar indicada una sonda Foley. El personal debe alentar la ingesta de líquidos después del procedimiento para facilitar la eliminación de los radioisótopos en la orina (Pagana y Pagana, 2013).

Procedimientos endoscópicos

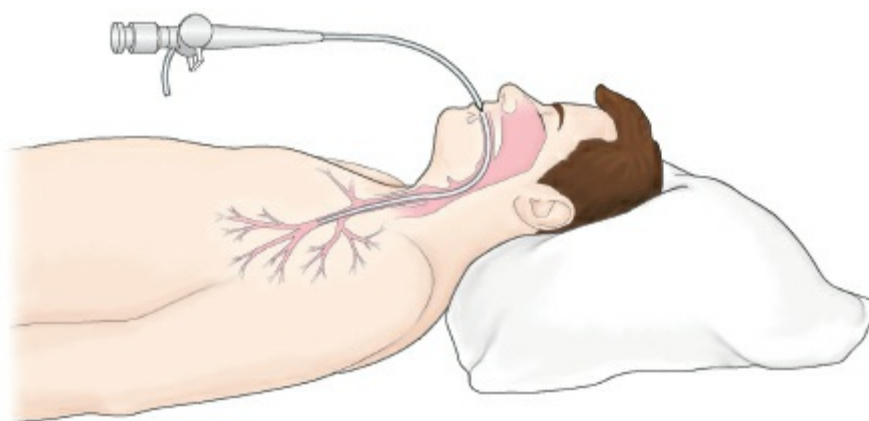
Los procedimientos endoscópicos incluyen broncoscopia, toracoscopia y toracocentesis.

Broncoscopia

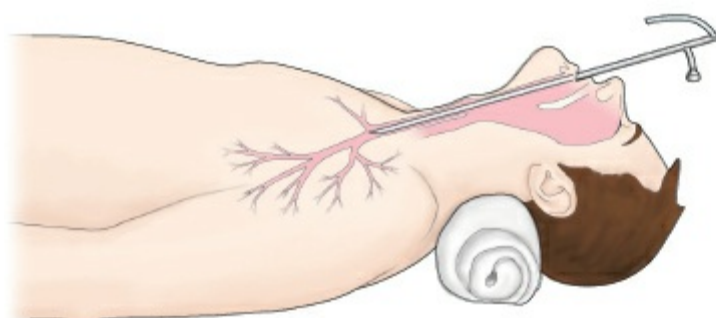
La **broncoscopia** es la inspección y la exploración directa de la laringe, la tráquea y los bronquios mediante un broncoscopio, ya sea rígido o de fibra óptica flexible (fig. 20-13). El endoscopio de fibra óptica se usa con mayor frecuencia en la práctica actual.

Procedimiento

Los propósitos de la broncoscopia diagnóstica son: 1) visualizar los tejidos e identificar el tipo, la ubicación y la extensión del proceso patológico, 2) recolectar secreciones para su análisis y obtener una muestra del tejido para diagnóstico, 3) determinar si un tumor puede resecarse quirúrgicamente y 4) diagnosticar el origen de la hemoptisis.



Broncoscopio de fibra óptica



Broncoscopio rígido

Figura 20-13 • La broncoscopia endoscópica permite observar las estructuras bronquiales. El broncoscopio se avanza en las estructuras bronquiales por vía oral. La broncoscopia permite al clínico no sólo diagnosticar, sino también tratar diversos problemas del pulmón.

La broncoscopia terapéutica es utilizada para: 1) eliminar los cuerpos extraños o secreciones del árbol traqueobronquial, 2) controlar el sangrado, 3) tratar la atelectasia postoperatoria, 4) extirpar y eliminar lesiones y 5) proporcionar braquiterapia (tratamiento con radiación endobronquial). La técnica también se ha utilizado para insertar endoprótesis expansiva (*stents*) a fin de aliviar la obstrucción de la vía aérea causada por tumores o alteraciones benignas diversas o que se presentan como una complicación del trasplante de pulmón.

El broncoscopio de fibra óptica es un equipo delgado y flexible que puede dirigirse dentro de los segmentos bronquiales. Debido a su pequeño tamaño, flexibilidad y excelente sistema óptico, permite mayor visualización de las vías respiratorias periféricas y es ideal para el diagnóstico de lesiones pulmonares. El broncoscopio de fibra óptica permite tomar biopsias de tumores previamente inaccesibles y puede realizarse en la cabecera del paciente. También se puede llevar a cabo a través de cánulas endotraqueales o de traqueostomía de pacientes en ventiladores. Los estudios citológicos se pueden realizar sin la intervención quirúrgica.

El broncoscopio rígido es un tubo hueco de metal con una luz en su extremo, que se utiliza sobre todo para extraer sustancias extrañas a fin de investigar el origen de una hemoptisis masiva o realizar procedimientos quirúrgicos endobronquiales. La broncoscopia rígida se lleva a cabo en el quirófano, no en la cabecera del paciente.

Las posibles complicaciones resultado de la broncoscopia incluyen reacción a la anestesia local, sedación excesiva, fiebre prolongada, infección, bronco aspiración, respuesta vasovagal, laringoespasma, broncoespasmo, hipoxemia, neumotórax y sangrado (Pagana y Pagana, 2013; Perry, et al., 2014).

Intervenciones de enfermería

Antes del procedimiento, el personal de enfermería debe verificar que se ha obtenido el consentimiento informado. Se suspenden alimentos y líquidos durante 4-8 h antes del estudio para reducir el riesgo de broncoaspiración cuando se ha bloqueado el reflejo de la tos por la anestesia. El personal explica el procedimiento al paciente para reducir su temor y disminuir la ansiedad y después ofrece los fármacos preoperatorios (por lo general, atropina y un sedante u opiáceos) según la prescripción para inhibir la estimulación vagal (lo que previene de bradicardia, arritmias e hipotensión) y el reflejo de tos, sedar al paciente y aliviar la ansiedad.



Alerta de enfermería: calidad y seguridad

Los sedantes administrados a los pacientes con insuficiencia respiratoria pueden precipitar paro respiratorio.

El paciente debe retirarse las prótesis dentales y otras prótesis orales. Por lo general, el procedimiento se realiza bajo anestesia local o sedación moderada; sin embargo, puede requerirse anestesia general para la broncoscopia rígida. Por lo general se aplica anestésico tópico, como la lidocaína, en aerosol en la faringe o en gotas sobre la epiglotis, las cuerdas vocales y la tráquea para inhibir el reflejo de la tos y reducir al mínimo el malestar.

Después del procedimiento, el paciente no deberá comer nada hasta que regrese el reflejo de la tos, porque la sedación preoperatoria y la anestesia local impiden el reflejo laríngeo de protección y de deglución. Una vez que el paciente muestra el reflejo de la tos, el personal de enfermería puede ofrecer trocitos de hielo y finalmente los líquidos. En el paciente adulto mayor, el personal evalúa la confusión y letargia, que pueden deberse a las grandes dosis de lidocaína durante el procedimiento. También se supervisa el estado respiratorio del individuo y se observa la aparición de hipoxia, hipotensión, taquicardia, arritmias, hemoptisis y disnea. Se comunica de inmediato cualquier anomalía. Cabe esperar una pequeña cantidad de esputo teñido de sangre y fiebre dentro de las primeras 24 h (Pagana y Pagana, 2013). El sujeto no se da de alta del área de recuperación hasta que presente reflejo de la tos y estado respiratorio adecuados. El personal de enfermería indica al paciente y los prestadores de cuidados que informen cualquier dificultad para respirar o sangrado de inmediato.

Toracoscopia

La toracoscopia es un procedimiento diagnóstico en el que se explora la cavidad pleural con un endoscopio y pueden obtenerse líquido y tejidos para su análisis (fig. 20-14).

Procedimiento

Este procedimiento se realiza en el quirófano, normalmente bajo anestesia. Se hacen pequeñas incisiones en la cavidad pleural en un espacio intercostal en el lugar indicado por los datos clínicos y de diagnóstico. Se introduce un mediastinoscopio de fibra óptica en la cavidad pleural y se aspira cualquier líquido presente; la cavidad pleural se inspecciona mediante el instrumento. Después del procedimiento, debe introducirse un tubo de drenaje torácico para facilitar la reexpansión del pulmón.

La toracoscopia está indicada sobre todo en la valoración diagnóstica y el tratamiento de derrame pleural, enfermedad pleural y estadificación del tumor. Es posible realizar biopsias de las lesiones y resección de tejidos durante la visualización para el diagnóstico.

Los procedimientos toracoscópicos se han ampliado con la disponibilidad de la monitorización por imagen en tiempo real, que permite mejorar la visualización del pulmón. Se puede utilizar la toracoscopia videoasistida (VATS, *video-assisted thoracoscopy*) para el diagnóstico y tratamiento de empiema, derrame pleural, neoplasias pulmonares y pleurales y neumotórax. Aunque la VATS no reemplaza la necesidad de una toracotomía en el tratamiento de algunos tipos de cáncer de pulmón, su uso sigue extendiéndose, ya que es menos invasiva que los procedimientos quirúrgicos abiertos y la hospitalización y recuperación son menos prolongadas.

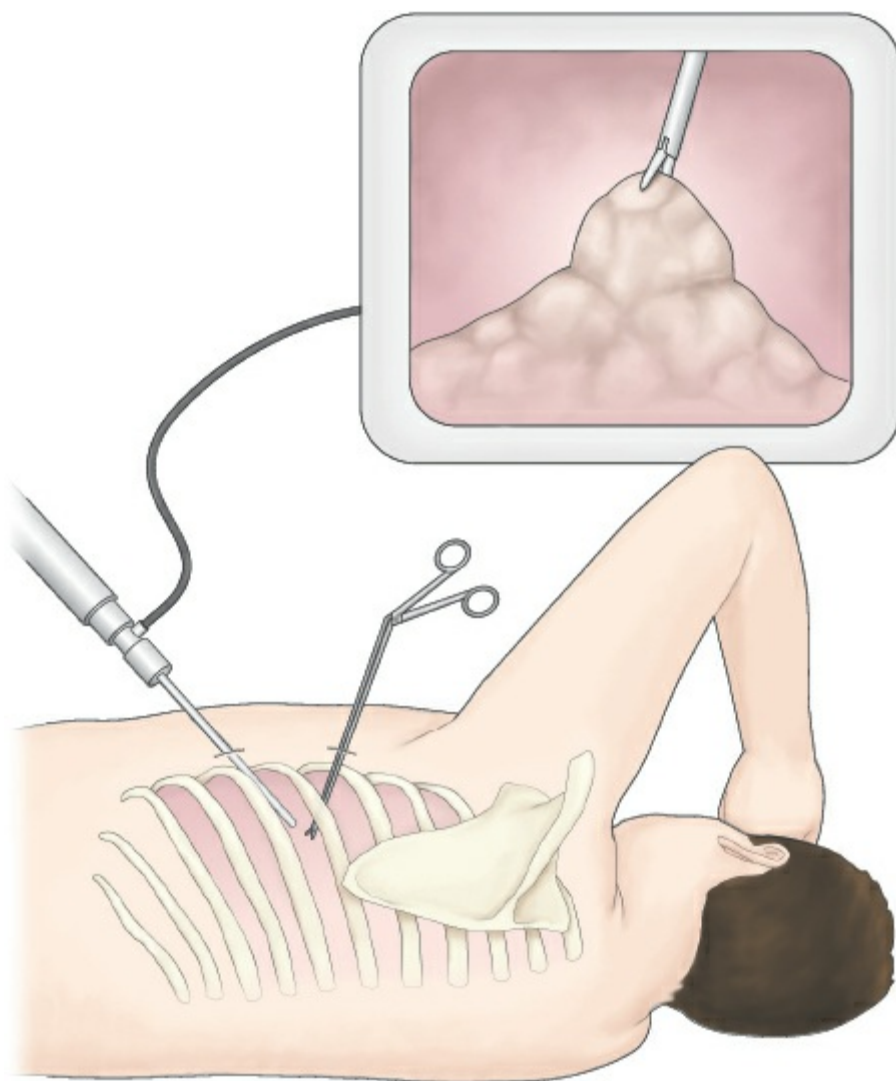


Figura 20-14 • Toracoscopia endoscópica. Como la broncoscopia, la toracoscopia utiliza instrumentos de fibra óptica y cámaras para visualizar las estructuras torácicas. A diferencia de la broncoscopia, la toracoscopia suele requerir que el cirujano haga una pequeña incisión antes de introducir el endoscopio. Se trata de un procedimiento de diagnóstico y tratamiento combinado; la toracoscopia incluye extirpar tejido para biopsia.

Intervenciones de enfermería

El personal de enfermería debe seguir las prácticas preoperatorias de rutina, como asegurarse de obtener el consentimiento informado y que el paciente permanezca en ayuno antes del procedimiento. En el postoperatorio, deben vigilarse los signos vitales, el grado de dolor y el estado respiratorio, y buscar signos de sangrado e infección en el sitio de incisión. La disnea puede indicar un neumotórax y debe informarse de inmediato. Si se inserta una sonda de drenaje torácico durante el procedimiento, es esencial la vigilancia del sistema de drenaje y del sitio de inserción del tubo torácico (véase el [cap. 21](#)).

Toracocentesis

En algunas enfermedades respiratorias puede acumularse líquido pleural. Se puede realizar una toracocentesis (aspiración de líquido y aire del espacio pleural) por razones diagnósticas o terapéuticas. Los fines del procedimiento incluyen la

eliminación de líquido y, con muy poca frecuencia, el aire de la cavidad pleural; aspiración de líquido pleural para su análisis; biopsia de la pleura, y administración de medicamentos en el espacio pleural. Los estudios de líquido pleural incluyen tinción de Gram, cultivo y sensibilidad, tinción y cultivo ácido alcohol resistente, recuento celular diferencial, citología, pH, proteínas totales, deshidrogenasa láctica, glucosa, amilasa, triglicéridos y marcadores tumorales, como el antígeno carcinoembrionario.



Para consultar las pautas del procedimiento como ayudante de una toracocentesis, ingrese al sitio thepoint.lww.com/espanol-Hinkle14e.

Biopsia

Se puede realizar una biopsia (extirpación de una pequeña cantidad de tejido) para permitir el análisis de las células de las estructuras respiratorias superiores e inferiores y los ganglios linfáticos adyacentes. Se aplica anestesia local, tópica o general, o sedación moderada según el sitio y el procedimiento.

Biopsia pleural

La biopsia pleural se realiza mediante aguja para biopsia de la pleura, toracoscopia o pleuroscopia, que es una exploración visual a través de un pleuroscopio de fibra óptica insertado en el espacio pleural o mediante toracotomía. Se realiza una biopsia pleural en caso de derrame pleural de origen indeterminado o cuando se necesita cultivo o tinción del tejido para identificar tuberculosis u hongos.

Procedimientos para biopsia de pulmón

La biopsia de pulmón se lleva a cabo para obtener tejido para examen cuando otras pruebas de diagnóstico indican posible enfermedad pulmonar intersticial, como cáncer, infección o sarcoidosis. Se han utilizado diversas técnicas no quirúrgicas para biopsia pulmonar debido a que brindan información exacta con baja morbilidad: cepillado bronquial transcateteriano, biopsia transbronquial de pulmón y biopsia percutánea con aguja (a través de la piel). Las posibles complicaciones para todos los métodos incluyen neumotórax, hemorragia pulmonar y empiema (Pagana y Pagana, 2013).

Procedimiento

En el cepillado bronquial transcateteriano se introduce un broncoscopio de fibra óptica en el bronquio bajo fluoroscopia. Se introduce un pequeño cepillo unido al extremo de la guía metálica flexible a través del broncoscopio. Bajo visualización directa, el área que se estudia se cepilla hacia adelante y hacia atrás, causando que se desprendan las células que se adhieren al cepillo. El puerto del catéter en el broncoscopio puede utilizarse para irrigar el tejido pulmonar con solución salina a fin de recolectar material para estudios adicionales. El cepillo se retira del broncoscopio

y se hace una preparación en portaobjetos para estudio bajo el microscopio. El cepillo se puede cortar y enviar al laboratorio de patología para su análisis. Este procedimiento es especialmente útil en el paciente inmunológicamente deprimido.

En la aspiración con aguja transbronquial, se inserta un catéter con aguja en el tejido a través del broncoscopio y se aspira, mientras que en la biopsia transbronquial de pulmón, se introducen pinzas de corte o con dientes por un broncoscopio de fibra óptica para la extirpación del tejido.

En la biopsia percutánea con aguja guiada por fluoroscopia o TC, se utiliza una aguja de corte o una aguja de tipo raquídeo para obtener una muestra de tejido para estudio histológico. Se debe administrar analgesia antes del procedimiento. En la piel del sitio de la biopsia se aplica antisepsia y anestesia y se practica una pequeña incisión. Se inserta la aguja para biopsia a través de la incisión en la pleura con el paciente manteniendo la respiración en espiración media. El cirujano guía la aguja en la periferia de la lesión y obtiene una muestra de tejido de la masa.

Intervenciones de enfermería

Después del procedimiento, la recuperación y la atención domiciliaria son similares a los de broncoscopia y toracoscopia. La atención de enfermería incluye la vigilancia del paciente para detectar complicaciones como disnea, sangrado o infección. En la preparación para el alta, se instruye al paciente y su familia para que informen inmediatamente el dolor, dificultad para respirar, sangrado visible, eritema del sitio de la biopsia o drenaje purulento (pus) al médico a cargo. Los pacientes que han tenido una biopsia suelen estar ansiosos por la necesidad de ésta y los posibles resultados; el personal de enfermería debe considerar este hecho en la prestación de la atención después de la biopsia y la capacitación del paciente.

Biopsia de ganglio linfático

Los ganglios linfáticos escalenos, que se encuentran dentro del panículo adiposo cervical profundo que cubre el músculo escaleno anterior, drena los pulmones y el mediastino y puede mostrar cambios histológicos de enfermedad intratorácica. Si estos ganglios son palpables a la exploración física, se debe realizar una biopsia del ganglio escaleno. Es posible llevar a cabo una biopsia de estos ganglios para detectar la diseminación de la enfermedad pulmonar a los ganglios linfáticos y para establecer un diagnóstico o pronóstico en enfermedades como linfoma de Hodgkin, sarcoidosis, micosis, tuberculosis y carcinoma.

Procedimiento

La mediastinoscopia es el estudio endoscópico del mediastino para exploración y biopsia de los ganglios mediastínicos que drenan los pulmones; no requiere toracotomía. Por lo general, la biopsia se realiza mediante una incisión supraesternal. La mediastinoscopia se lleva cabo para detectar la afectación del mediastino por una neoplasia pulmonar y a fin de obtener tejido para estudios diagnósticos de otras alteraciones (p. ej., sarcoidosis).

Se considera que una mediastinotomía anterior proporciona mejor exposición y

posibilidades diagnósticas que una mediastinoscopia. Se realiza una incisión en la zona entre el segundo o el tercer cartílago costal. Se explora el mediastino y se toman las biopsias en cualquiera de los ganglios linfáticos encontrados. Se requiere tubo de drenaje torácico después del procedimiento. La mediastinotomía es particularmente valiosa para determinar si es resecable una lesión pulmonar.

Intervenciones de enfermería

El cuidado después del procedimiento se enfoca en proporcionar oxigenación adecuada, vigilancia del sangrado y alivio del dolor. El paciente puede ser dado de alta unas horas después de retirar el sistema de drenaje del tórax. El personal de enfermería debe instruir al paciente y la familia que vigilen los cambios en el estado respiratorio, teniendo en cuenta el efecto de la ansiedad por los posibles resultados de la biopsia en su capacidad para recordar las instrucciones.

EJERCICIOS DE PENSAMIENTO CRÍTICO

1  Usted está cuidando a una mujer de 73 años de edad quien fue trasladada hace 4 h a su unidad desde la unidad de cuidados postanestesia (UCPA) después de una fijación interna de la cadera derecha tras sufrir una fractura de ésta por una caída. A su llegada, los signos vitales de la paciente son los siguientes: PA, 130/88; FC, 74 lpm; FR, 20/ min; temperatura, 37 °C, y SaO₂ del 96% con 4 L/min por cánula nasal. En la reevaluación, se nota una FR mayor de 26/min y disminuyó la SaO₂ hasta el 90% con la oxigenoterapia actual. Para evaluar mejor los cambios en el estado de su paciente, ¿qué otras preguntas le haría? Al realizar una evaluación respiratoria enfocada, ¿qué componentes de la valoración integral incluiría y por qué? Usted notifica a la coordinación de enfermería sus conclusiones, pero no parece haber preocupación. ¿Qué herramientas basadas en evidencia están disponibles para ayudar a evaluar la importancia de estos cambios en los signos vitales y para comunicar con mayor eficacia sus preocupaciones a la coordinación de enfermería? Evalúe la solidez de la evidencia que apoya las herramientas disponibles para determinar cuál sería la más útil.

2 Un paciente es admitido a una unidad medicoquirúrgica por dificultad creciente para respirar. El sujeto afirma que en los últimos días no parece ser capaz de respirar sin dificultad. Al elaborar el expediente clínico, ¿qué factores de riesgo pulmonar evaluará? ¿Qué otros signos y síntomas le preguntaría? El paciente comenta que tiene antecedentes de EPOC y recientemente fue tratado por neumonía. Para determinar mejor si cualquiera de estas alteraciones contribuyen a su dificultad para respirar, ¿qué preguntas adicionales le haría acerca de su disnea? ¿Qué resultados de la exploración física le ayudarían a distinguir entre estos dos diagnósticos posibles?

3  Un hombre de 65 años de edad, quien fue diagnosticado recientemente con cáncer de pulmón, ha desarrollado un derrame pleural. El paciente está

programado para una toracocentesis. Pregunta si usted puede explicar qué esperar antes, durante y después de este procedimiento. ¿Qué respondería? ¿Cuál será la prioridad en la evaluación de enfermería después del procedimiento? ¿Qué posibles complicaciones pueden surgir como resultado de este procedimiento y cómo saber si están ocurriendo?

4 Un hombre afroamericano de 69 años de edad fue admitido para hacer el cambio de batería de su marcapasos. Tolera bien la cirugía, sin complicaciones. Usted está en el proceso de darlo de alta cuando se da cuenta de que el paciente no ha recibido la vacunación contra la influenza este año. Mencione la importancia de recibir la vacuna antes del egreso, ya que ha sido un año excepcionalmente malo en cuanto a la gripe. El paciente indica que tiene miedo de recibir la vacuna antes de salir del hospital porque entiende que puede causar gripe y vive a más de 96 km del hospital en una zona rural. ¿Qué comentaría a este paciente acerca de la vacuna contra la influenza? ¿Qué recursos puede utilizar para apoyar la exposición? ¿Qué otros factores se evalúan para comprender mejor el riesgo de este paciente por la influenza y las complicaciones que podrían resultar de ella?

REFERENCIAS

*El asterisco indica investigación de enfermería.

Libros

- Bickley, L. S. (2013). *Bates' guide to physical examination and history taking* (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.
- Dudgeon, D. (2015). Dyspnea, terminal secretions, and cough. In B. R. Ferrel, N. Coyle, & J. A. Pace (Eds.). *Oxford textbook of palliative nursing* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Grossman, S. & Porth, C. M. (2014). *Porth's pathophysiology: Concepts of altered health states* (9th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.
- Pagana, K. S., & Pagana, T. J. (2013). *Mosby's diagnostic and laboratory test reference* (11th ed.). St. Louis, MO: Mosby Elsevier.
- Perry, A. G., Potter, P. A., & Ostendorf, W. (2014). *Clinical nursing skills and techniques* (8th ed.). St. Louis, MO: Mosby Elsevier.
- Porth, C. M. (2015). *Essentials of pathophysiology* (4th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.
- West, J. B., & Luks, A. M. (2016). *West's respiratory physiology: The essentials*. (10th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins.

Revistas y documentos electrónicos

- American Lung Association. (2015). *Tabaco: Statement on e-cigarettes*. Acceso el: 2/19/2016 en: www.lung.org/our-initiatives/tobacco/oversight-and-regulation/statement-on-e-cigarettes.html
- *Baker, K., Barsamian, J., Leone, D., et al., (2013). Routine dyspnea assessment on unit admission. *American Journal of Nursing*, 113(11), 42–49.
- Bulbul, Y., Ayik, S., Ozlu, T., et al. (2014). Frequency and predictors of obesity hypoventilation in hospitalized patients at a tertiary health care institution. *Annals of Thoracic Medicine*, 9(2), 87–91.
- Chan, E. D., Chan, M. M., & Chan, M. M. (2013). Pulse oximetry: Understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. *Respiratory Medicine*, 107(6), 789–799.
- Davis, M. D., Walsh, B. K., Sittig, S. E., et al. (2013). AARC clinical practice guideline: Blood gas analysis and hemoximetry: 2013. *Respiratory Care*, 58(10), 1694–1703.

- Ferkol, T., & Schraufnagel, D. (2014). The global burden of respiratory disease. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(3), 404–406.
- Helling, T. S., Martin, L. C., Martin, M., et al. (2014). Failure events in transition of care for surgical patients. *Journal of the American College of Surgeons*, 218(4), 723–733.
- Karez, M., & Papadakos, P. J. (2013). Respiratory complications in the postanesthesia care unit: A review of pathophysiological mechanisms. *Canadian Journal of Respiratory Therapy*, 49(4), 21–29.
- Kirkland, L. L., Malinchoc, M., O’Byrne, M., et al. (2013). A clinical deterioration prediction tool for internal medicine patients. *American Journal of Medical Quality*, 28(2), 135–142.
- Klompas, M. (2013). Ventilator-associated events surveillance: A patient safety opportunity. *Current Opinions in Critical Care*, 19(5), 424–431.
- Ma, Y., Yan, S., Zhou, L., et al. (2016). Competitive assessments of pulmonary embolism: Noninvasiveness versus the golden standard. *Vascular*, 24(2), 217–224.
- Parshall, M. P., Schwartzstein, R. M., Adams, L., et al. (2012). An official American Thoracic Society statement: Update on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea. *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*, 185(4), 432–452.
- *Philip, K., Richardson, R., & Cohen, M. (2013). Staff perceptions of respiratory rate measurement in a general hospital. *British Journal of Nursing*, 22(10), 570–574.
- *Poot, B. (2014). Nurse-led chronic cough clinic: What is the impact on patient waiting times? *Kai Tiaki Nursing Research*, 5(1), 17–20.
- Ramly, E., Kaafarani, H. M. A., & Velmahos, G. C. (2015). The effect of aging on pulmonary function: Implications for monitoring and support of the surgical and trauma patient. *Surgical Clinics of North America*, 95(1), 53–69. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2014.09.009>.
- Registered Nurses’ Association of Ontario. (2013). *Nursing best practice guidelines: Visual analogue scale as a measure of clinical dyspnea*. Accessed el: 2/19/2016 en: pda.rnao.ca/content/visual-analogue-scale-measure-clinical-dyspnea
- Reid, M. (2013). Central venous oxygen saturation: Analysis, clinical use and effects on mortality. *British Association of Critical Care Nurses*, 18(5), 245–250.
- Rutherford, J. D. (2013). Digital clubbing. *Circulation*, 127(19), 1997–1999.
- Wells, J. L., & Murphy, P. S. (2014). Clearing the runway: An innovative approach to preparing the intensive care unit patient for a magnetic resonance imaging scan. *Journal of Radiology Nursing*, 33(3), 147–151.
- York, N. L., Kane, C. J., Smith, C., et al. (2015). Care of the patient with an acute pulmonary embolism. *Dimensions of Critical Care Nursing*, 34(1), 3–9.
- Yorke, J. (2014). Breathlessness in the community: Part 1—assessment. *Journal of Community Nursing*, 28(5), 83–90.

Recursos

American Association for Respiratory Care (AARC), www.aarc.org American Lung Association, www.lung.org

Cystic Fibrosis Foundation, www.cff.org

Genetic Alliance, www.geneticalliance.org

National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institutes of Health, www.nhlbi.nih.gov

National Organization for Rare Disorders (NORD), www.rarediseases.org

OMIM: Online Mendelian Inheritance in Man, www.omim.org

21

Modalidades de la atención respiratoria

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Al terminar este capítulo, el lector podrá:

- 1 Describir la atención de enfermería para los pacientes que reciben oxigenoterapia, espirometría de incentivo, respiración con presión positiva intermitente, tratamiento con mininebulizador, fisioterapia torácica y reentrenamiento respiratorio.
- 2 Exponer la capacitación para el paciente y las consideraciones de la atención domiciliaria para aquellos que reciben oxigenoterapia.
- 3 Describir la atención de enfermería para los pacientes con sonda endotraqueal o con traqueostomía.
- 4 Usar el proceso de enfermería como marco de trabajo para la atención de enfermos con ventilación mecánica.
- 5 Describir el proceso de retiro gradual del ventilador para los pacientes con ventilación mecánica.
- 6 Describir la importancia de la valoración de enfermería preoperatoria y la enseñanza al paciente programado para intervención quirúrgica torácica.
- 7 Explicar los principios del drenaje torácico y las funciones del personal de enfermería relacionadas con la atención de los pacientes con un sistema de drenaje torácico.
- 8 Utilizar el proceso de enfermería como marco de trabajo para la atención de un paciente que ha tenido una toracotomía.

GLOSARIO

Bipresión positiva en las vías respiratorias (BiPAP): modalidad de ventilación mecánica sin invasión corporal con respiración espontánea que permite el control por separado de la presión inspiratoria y espiratoria; se aplica mediante una mascarilla.

Cánula de traqueostomía: tubo permanente introducido directamente en la tráquea para ayudar con la ventilación.

Drenaje postural: colocación del paciente en una posición que permita el drenaje de todos los lóbulos pulmonares y de las vías respiratorias.

Espirometría de incentivo: método de respiración profunda que brinda retroalimentación visual para ayudar al paciente a inhalar de manera lenta y profunda y lograr la expansión pulmonar máxima.

Fisioterapia torácica (FTT): medida terapéutica que se usa para eliminar secreciones bronquiales, mejorar la ventilación e incrementar la eficacia de los músculos respiratorios; los tipos de fisioterapia incluyen el drenaje postural, la percusión torácica y la vibración.

Fracción de oxígeno inspirado (FiO₂): concentración de oxígeno suministrada (1.0 = 100% de oxígeno).

Hipoxemia: disminución de la presión de oxígeno en sangre arterial.

Hipoxia: reducción del suministro de oxígeno a células y tejidos.

Intubación endotraqueal: introducción de una sonda respiratoria (un tipo vía aérea artificial) a través de la nariz o la boca al interior de la tráquea.

Neumotórax: atelectasia parcial o completa del pulmón debida a la presencia de presión positiva en el

espacio pleural.

Percusión torácica: se aplican golpes suaves con la mano sobre la pared torácica para movilizar mediante desprendimiento mecánico las secreciones viscosas o adherentes en los pulmones.

Presión positiva al final de la espiración (PEEP): presión positiva mantenida por el ventilador al final de la espiración (en lugar de la presión cero normal) para aumentar la capacidad residual funcional y desplegar los alvéolos atelectásicos; mejora la oxigenación con una fracción más baja de oxígeno inspirado.

Presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP): presión positiva aplicada durante todo el ciclo respiratorio en un individuo que respira de manera espontánea para favorecer la estabilidad alveolar y en la vía aérea; puede administrarse con sonda endotraqueal o cánula de traqueostomía o con mascarilla.

Retiro gradual del ventilador mecánico: proceso de desconexión gradual y sistemática del ventilador mecánico, la sonda respiratoria y el oxígeno.

Sistema de drenaje torácico: uso de una sonda torácica y un sistema cerrado de drenaje para volver a expandir el pulmón y retirar el exceso de aire, líquido o sangre.

Toracotomía: abertura quirúrgica en la cavidad torácica.

Traqueotomía: abertura quirúrgica en la tráquea.

Ventilación (volumen o presión) obligatoria continua (CMV): también conocida como *ventilación con control asistido (A/C)*, es un modo de ventilación mecánica en el cual el patrón respiratorio del propio paciente pone en marcha el ventilador con la finalidad de suministrar un volumen de aire corriente previamente fijado; en ausencia de respiración espontánea, la máquina proporciona respiración controlada y volumen de aire corriente en una tasa mínima predeterminada.

Ventilación con asistencia proporcional (PAV): modo de ventilación mecánica que brinda apoyo con ventilación parcial en proporción a los esfuerzos inspiratorios del paciente; disminuye el trabajo de la respiración.

Ventilación con presión de apoyo (PSV): modo de ventilación mecánica en la cual se suministra presión positiva predeterminada con respiraciones espontáneas para disminuir el esfuerzo respiratorio.

Ventilación de la vía aérea con liberación de presión (APRV): modo de ventilación mecánica que permite la respiración sin restricciones y espontánea durante todo el ciclo ventilatorio; los pacientes reciben presión positiva continua en la vía aérea durante la inspiración en un nivel preestablecido, la cual se libera de forma periódica con el fin de ayudar en la espiración.

Ventilación obligatoria intermitente (volumen o presión) (IMV): modo de ventilación mecánica que proporciona una combinación de respiración con asistencia mecánica a un volumen o presión y frecuencia preestablecidos, y respiración espontánea.

Ventilación obligatoria intermitente sincronizada (SIMV): modo de ventilación mecánica donde el ventilador permite al paciente respirar de manera espontánea en tanto se suministra un número predeterminado de respiraciones para asegurar la ventilación adecuada; la respiración con ventilador se sincroniza con la respiración espontánea.

Ventilador mecánico: dispositivo para respirar con presión positiva o negativa que apoya la ventilación y la oxigenación.

Vibración: tipo de masaje administrado con percusión rápida en el tórax con las yemas de los dedos de una mano o con los dedos de ambas manos con alternancia rítmica o mediante un dispositivo mecánico.

Volumen corriente: volumen de aire inspirado y espirado con cada respiración.

Válvula unidireccional: dispositivo portátil manual de eliminación de moco; consiste en un tubo que incluye una esfera de acero oscilante en el interior; en la espiración, las oscilaciones de alta frecuencia facilitan la expectoración mucosa.

En la atención de pacientes con diferentes alteraciones respiratorias, se usa un gran número de modalidades de tratamiento. La modalidad elegida depende de la anomalía de la oxigenación o de los problemas en la ventilación o la difusión de aire o de ambos tipos de situaciones. Las medidas terapéuticas varían desde simples y sin invasión corporal (oxígeno y tratamiento con nebulizador, fisioterapia torácica, reentrenamiento respiratorio) hasta esquemas de tratamiento complejos y con gran invasión corporal (intubación, ventilación mecánica, cirugía). La valoración y el

tratamiento del paciente con enfermedades respiratorias se realizan mejor cuando la estrategia es multidisciplinaria e interdependiente.

TRATAMIENTOS RESPIRATORIOS SIN INVASIÓN CORPORAL

Oxigenoterapia

La *oxigenoterapia* es la administración de oxígeno a una concentración mayor que la encontrada en la atmósfera. A nivel del mar, la concentración de oxígeno en el aire es del 21%. El objetivo de la oxigenoterapia es que la sangre transporte oxígeno de manera adecuada mientras se reduce el esfuerzo respiratorio y disminuye la sobrecarga fisiológica sobre el miocardio.

El transporte de oxígeno a los tejidos depende de factores como el gasto cardíaco, el contenido de oxígeno arterial, la concentración de hemoglobina y los requerimientos metabólicos. Estos factores deben mantenerse en mente cuando se considera la oxigenoterapia (la fisiología respiratoria y el transporte de oxígeno se describen en el [cap. 20](#)).

Indicaciones

Un cambio en la frecuencia o el patrón respiratorio del paciente puede ser uno de los primeros indicadores de la necesidad de oxigenoterapia. En algunas ocasiones, estos cambios son el resultado de hipoxemia o hipoxia. La **hipoxemia**, una disminución de la presión de oxígeno en sangre arterial, se manifiesta por cambios en el estado mental (que progresa desde anomalías del juicio, agitación, desorientación y confusión hasta letargia y coma), disnea, aumento en la presión arterial, cambios en la frecuencia cardíaca, arritmias, cianosis central (signo tardío), diaforesis y extremidades frías. La hipoxemia suele causar **hipoxia**, una reducción del suministro de oxígeno a los tejidos, que a veces también ocurre por alteraciones ajenas al aparato respiratorio. La hipoxia grave puede ser letal.

Los signos y los síntomas que indican la necesidad de oxígeno a veces dependen de la rapidez con la que surge la necesidad. Con la hipoxia de aparición rápida se presentan cambios en el sistema nervioso central (SNC), pues los centros neurológicos son muy sensibles a la falta de oxígeno. El cuadro clínico puede ser parecido al de la intoxicación alcohólica, ya que la persona muestra falta de coordinación y alteración del juicio. Con la hipoxia prolongada (como en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica [EPOC] y en la insuficiencia cardíaca crónica), quizá con el tiempo aparezca fatiga, mareo, apatía, falta de atención y reacción lenta. La necesidad de oxígeno se valora mediante gasometría arterial, oximetría de pulso y valoración clínica. En el [cuadro 21-1](#) se presenta más información sobre la hipoxia.

Cuadro 21-1	Tipos de hipoxia
--------------------	-------------------------

Puede presentarse hipoxia por enfermedad pulmonar grave (suministro inadecuado de oxígeno) o por una anomalía extrapulmonar (administración incorrecta de oxígeno) que afecte el intercambio de gases en el ámbito celular. Los cuatro tipos de hipoxia son hipoxémica, circulatoria, anémica e histotóxica.

Hipoxémica

Este tipo de hipoxia es una reducción en la concentración de oxígeno en la sangre que genera menor difusión de oxígeno a los tejidos. La causa puede ser hipoventilación, grandes alturas, desincronización entre ventilación y perfusión (como en la embolia pulmonar), cortocircuitos en los cuales los alvéolos colapsan y no proporcionan oxígeno a la sangre (p. ej., atelectasia) y anomalías de la difusión pulmonar. Este estado se corrige al incrementar la ventilación alveolar o al brindar oxígeno.

Circulatoria

La hipoxia circulatoria resulta de la circulación capilar inadecuada. Esto puede ser por la disminución del gasto cardíaco, obstrucción vascular local y estados de flujo bajo, como choque o paro cardíaco. Aunque la presión parcial de oxígeno (PO_2) en los tejidos se reduce, el oxígeno arterial (PaO_2) permanece normal. La hipoxia circulatoria se elimina al identificar y tratar la causa subyacente.

Anémica

La hipoxia anémica se origina de la disminución de la concentración eficaz de hemoglobina, la cual causa una reducción en la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. Con poca frecuencia se acompaña de hipoxemia. La intoxicación por monóxido de carbono produce efectos similares debido al decremento en la capacidad transportadora de oxígeno de la hemoglobina, pero lo anterior no es estrictamente hipoxia anémica, pues las concentraciones de hemoglobina pueden ser normales.

Histotóxica

Esta hipoxia se presenta cuando una sustancia tóxica, como el cianuro, interfiere con la capacidad de los tejidos para utilizar el oxígeno disponible. La anomalía en el uso de oxígeno conduce a una reducción en la producción de trifosfato de adenosina (ATP, *adenosine triphosphate*) por las mitocondrias.

Complicaciones

El oxígeno es un medicamento y sólo se suministra por prescripción médica, salvo en situaciones de urgencia. Como sucede con otros fármacos, el personal de enfermería administra oxígeno con precaución y evalúa con cuidado los efectos sobre cada paciente.

En las personas con afecciones respiratorias, en general sólo se usa la oxigenoterapia para aumentar la presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) y retornarla a valores normales para el individuo, que pueden ser de 60-95 mm Hg. En términos de la curva de disociación de la oxihemoglobina (véase el [cap. 20](#)), a estas concentraciones la sangre está saturada al 80-98% de oxígeno; los valores más altos de la **fracción inspirada de oxígeno (FiO_2)** del flujo no añaden cantidades importantes de oxígeno a los eritrocitos o el plasma. Aumentar la cantidad de este elemento puede causar efectos tóxicos en los pulmones y sistema nervioso central en lugar de ayudar o quizá disminuya la ventilación (véase una descripción más adelante).

Cuando se administra oxígeno por cualquier método, es importante observar los indicadores sutiles de oxigenación inadecuada. Por lo tanto, el personal de enfermería valora con frecuencia al paciente en busca de confusión, inquietud que progresa a letargia, diaforesis, palidez, taquicardia, taquipnea e hipertensión. Para vigilar las concentraciones de oxígeno, se usa oximetría de pulso intermitente o continua.

Toxicidad del oxígeno

Puede surgir toxicidad cuando se administra oxígeno a una concentración demasiado alta (mayor de 50%) durante un período prolongado (por lo general, 24 h) (Urden, Stacy y Lough, 2014). Lo anterior se debe a la sobreproducción de radicales libres de oxígeno, que son subproductos del metabolismo celular.

Si no se trata la intoxicación con oxígeno, estos radicales pueden dañar de forma grave la membrana capilar alveolar, lo cual genera edema pulmonar y puede matar a las células. Las manifestaciones clínicas de la toxicidad del oxígeno que causan daño pulmonar son similares al síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) (véase el [cap. 23](#)).

Los signos y síntomas de esta intoxicación incluyen malestar subesternal, parestesias, disnea, inquietud, fatiga, malestar, dificultad respiratoria progresiva, hipoxemia persistente, atelectasia alveolar e infiltrados alveolares evidentes en la radiografía de tórax.

Usar la menor cantidad de oxígeno necesaria para mantener un nivel aceptable de PaO_2 y tratar la anomalía subyacente ayudan a evitar la toxicidad por oxígeno. Si se necesitan cantidades altas del gas, es importante reducir al mínimo la duración de su administración y reducir su concentración lo más pronto posible. A menudo, con la oxigenoterapia se usan **presión positiva al final de la espiración** (PEEP, *positive end expiratory pressure*) o **presión positiva continua de las vías respiratorias** (CPAP, *continuous positive airway pressure*) para revertir o prevenir microatelectasias, lo cual permite usar un porcentaje más bajo de oxígeno. El nivel de PEEP que hace posible la mejor oxigenación sin afectación hemodinámica se conoce como la “mejor PEEP” o PEEP óptima (Cairo, 2014).

Atelectasia por absorción

La *atelectasia por absorción* es un efecto adverso adicional de la administración de altas concentraciones de oxígeno (mayores del 50%) en los pacientes que están sedados y que respiran pequeños **volúmenes corrientes** de aire (volumen de aire inspirado y espirado con cada respiración). Por lo general, el 79% del aire de una habitación se compone de nitrógeno. Durante la inhalación, el nitrógeno, además de otros gases, llena los alvéolos y ayuda a mantenerlos abiertos. Con la administración de concentraciones altas de oxígeno, el nitrógeno se diluye y el oxígeno lo reemplaza. El oxígeno en los alvéolos se absorbe con rapidez en el torrente sanguíneo, pero no se reemplaza con la suficiente rapidez en los alvéolos como para mantener la permeabilidad. Los alvéolos colapsan, causando atelectasia (Kacmarek, Stroller y Huer, 2017).

Supresión de la ventilación

Durante muchos años se supuso que el estímulo para la respiración en los pacientes con EPOC, a diferencia de aquellos sin esta enfermedad, era la disminución del oxígeno sanguíneo en lugar de un incremento en las concentraciones de dióxido de carbono, habitualmente conocido como *impulso hipóxico*. La teoría del impulso hipóxico plantea que la administración de una alta concentración de oxígeno suprime

el impulso respiratorio creado sobre todo por la baja presión crónica de oxígeno en la sangre del paciente. La reducción resultante en la ventilación alveolar puede causar un aumento progresivo de la presión parcial de dióxido de carbono en sangre arterial (PaCO_2) y, de manera infrecuente, esta hipoventilación puede llevar a insuficiencia respiratoria aguda como consecuencia de la sedación por dióxido de carbono, acidosis y muerte.

El impulso hipóxico es un fenómeno real; sin embargo, la investigación informa que constituye sólo el 10% del estímulo para respirar (Makic, Martin, Burns, et al., 2013). Gran cantidad de personas con EPOC están en riesgo de hipoxemia e hipercapnia, pero muchos también necesitan tratamiento con oxígeno complementario para mejorar la oxigenación. Por lo tanto, es importante vigilar de manera estricta la frecuencia respiratoria y la saturación de oxígeno mediante oximetría de pulso (SpO_2) para mantener una saturación de oxígeno del 90-93% en la velocidad de flujo de oxígeno por litro más baja (Makic, et al., 2013; Urden et al., 2014).

Otras complicaciones

Debido a que el oxígeno provoca combustión, cuando se usa siempre existe peligro de incendio. Es importante colocar letreros de “No fumar” cuando se utiliza este gas. El equipo de oxigenoterapia también es una fuente potencial de infección bacteriana; por lo tanto, el personal de enfermería (o el terapeuta respiratorio) cambia las cánulas y el tipo de equipo para suministrar oxígeno de acuerdo con las normas de control de infecciones, las recomendaciones del fabricante y el tipo de equipo de suministro de oxígeno.

Métodos de administración de oxígeno



El oxígeno se dispensa desde un cilindro o un sistema de tuberías. Se necesita un reductor de calibre para disminuir la presión a un nivel de trabajo y un medidor de paso que regule el flujo de oxígeno en litros por minuto (L/min). Cuando se utiliza oxígeno a velocidades de flujo altas, éste debe humedecerse al transportarse mediante un sistema de humidificación para evitar la resequedad de las mucosas de las vías respiratorias.

El uso de concentradores de oxígeno es otro medio para proporcionar cantidades variables, en especial en el ámbito del hogar. Estos dispositivos son relativamente portátiles, fáciles de operar y económicos, pero requieren más mantenimiento que un tanque o los sistemas de oxígeno líquido, y tal vez no puedan suministrar flujos de oxígeno de 1-10 L/min que proporcionen una FiO_2 de casi 40% (Cairo, 2014).

Se utilizan numerosos dispositivos de oxígeno diferentes (tabla 21-1). La cantidad de oxígeno suministrada se expresa como un porcentaje de la concentración (p. ej., 70%). La forma de oxigenoterapia apropiada se determina mejor mediante las concentraciones de gases en sangre arterial (véase el cap. 13), que indican el estado de oxigenación del paciente.

Los sistemas de administración de oxígeno se clasifican como de flujo bajo (rendimiento variable) o de flujo alto (rendimiento fijo). Los primeros contribuyen en

parte al gas inspirado que la persona respira, lo cual significa que el enfermo respira cierta cantidad de aire del ambiente junto con el oxígeno. Estos sistemas no proporcionan una concentración constante o precisa de oxígeno inspirado. La cantidad de oxígeno inspirado cambia conforme lo hace la respiración del individuo. Se incluyen ejemplos de sistemas de bajo flujo en la [tabla 21-1](#). Por el contrario, los sistemas de flujo alto proporcionan el aire inspirado total. Se libera un porcentaje específico de oxígeno de forma independiente de la respiración del paciente. Los sistemas de flujo alto están indicados en personas que requieren una cantidad precisa y constante de oxígeno. En la [tabla 21-1](#) también se encuentran ejemplos de estos sistemas (Cairo, 2014).

TABLA 21-1 Dispositivos de administración de oxígeno

Dispositivo	Tasas de flujo sugeridas (L/min)	Porcentajes de O ₂ establecidos	Ventajas	Desventajas
Sistemas de flujo bajo				
Cánula (puntas nasales)	1-2 3-5 6	24-28 32-40 44	Ligera, cómoda, económica, uso continuo aún durante la alimentación y las actividades	Se desaloja con facilidad de las narinas, lesión de la piel sobre las orejas o las fosas nasales, sequedad de la mucosa nasal, FiO ₂ variable
Sonda nasofaríngea	1-6	24-44	Económica, no requiere traqueostomía	Irritación de la mucosa nasal; la sonda debe cambiarse con frecuencia y se alternan las ventanas nasales
Mascarilla simple	5-8	40-60	Simple de usar, económica	Se ajusta mal, FiO ₂ variable, debe retirarse para comer
Mascarilla de reciclamiento parcial	8-11	50-75	Concentración de O ₂ moderada	Cálida, se ajusta mal, debe retirarse para comer
Mascarilla sin reciclamiento	10-15	80-95	Concentración de O ₂ alta	Se ajusta mal, debe retirarse para comer
Sistemas de flujo alto				
Sonda transtraqueal	¼-4	60-100	Más cómoda, se oculta entre la ropa, menos litros de oxígeno necesarios por minuto comparada con la cánula nasal	Requiere una limpieza frecuente y regular; exige cirugía, con el riesgo de complicaciones quirúrgicas
Mascarilla de Venturi	4-6 6-8	24, 26, 28 30, 35, 40	Proporciona concentraciones bajas de O ₂ complementario FiO ₂ precisa, humedad adicional disponible	Debe retirarse para comer
Mascarilla, aerosol	8-10	30-100	Buena humedad, FiO ₂ precisa	Incómoda para algunos
Collar de traqueostomía	8-10	30-100	Buena humedad, cómoda y FiO ₂ bastante precisa	
Pieza en "T"	8-10	30-100	Igual que el collar de la traqueostomía	Pesada por las cánulas
Mascarilla de nebulización	8-10	30-100	Buena humedad, FiO ₂ bastante precisa	Voluminosa y pesada
Dispositivos de conservación de oxígeno				
Pulsos de dosis (o a demanda)	10-40 mL/respiración		Sólo libera O ₂ en la inspiración, conserva el 50-75% de O ₂ utilizado	Debe valorarse la función de manera individual con cuidado

Se usa una cánula nasal cuando el paciente requiere una concentración de oxígeno baja a media, para la cual no es indispensable una precisión exacta. Este método permite al paciente moverse en la cama, hablar, toser y comer sin interrumpir el flujo del gas. Las velocidades de flujo mayores de 4 L/min pueden llevar a deglutir aire o causar irritación y sequedad de las mucosas nasal y faríngea.

Casi nunca se utiliza la sonda nasal (bucofaríngea), pero puede prescribirse en tratamientos a corto plazo para administrar concentraciones de oxígeno bajas a moderadas. El catéter debe cambiarse con frecuencia (p. ej., cada 8 h) y alternar las fosas nasales para prevenir la infección y la irritación nasal.

Cuando se administra oxígeno por cánula o sonda, el porcentaje de oxígeno que llega a los pulmones varía según la profundidad y la frecuencia de las respiraciones,

en especial si la mucosa nasal está inflamada o si el paciente respira por la boca.

Se cuenta con varias modalidades de mascarillas de oxígeno y cada una se utiliza con diversos propósitos (fig. 21-1). Para administrar concentraciones bajas a moderadas de oxígeno, se emplean las *mascarillas simples*. El cuerpo de la mascarilla recibe y almacena oxígeno entre respiraciones. El paciente espira directamente a través de aberturas u orificios en el cuerpo de la mascarilla. Si el flujo de oxígeno se interrumpe, la persona puede extraer aire a través de estas aberturas alrededor de los bordes de la mascarilla. Aunque el uso de estas mascarillas es muy frecuente, no se pueden usar para las concentraciones controladas de oxígeno y deben ajustarse para una buena administración. No deben oprimirse con fuerza contra la piel debido a la posibilidad de causar claustrofobia y lesionar la piel; para conseguir comodidad y seguridad, se ofrecen bandas elásticas ajustables.

Las *mascarillas respiratorias de reciclamiento parcial* tienen una bolsa reservorio que permanece inflada durante la inspiración y la espiración. El personal de enfermería ajusta el flujo de oxígeno para asegurar que la bolsa no se desinflen durante la inspiración. Es posible suministrar concentraciones altas de oxígeno, pues la mascarilla y la bolsa sirven como reservorios para este elemento. El oxígeno entra en la mascarilla a través de un tubo de luz pequeña que se conecta entre la unión de la mascarilla y la bolsa. A medida que el paciente inhala, se extrae gas de la mascarilla, la bolsa y quizás del aire del entorno a través de los puertos de espiración. Conforme el individuo espira, el primer tercio de la espiración llena la bolsa reservorio. Éste es principalmente espacio muerto y no participa en el intercambio de gases en los pulmones. Por lo tanto, tiene una concentración alta de oxígeno. El resto del gas espirado se descarga a través de los puertos de espiración. El patrón ventilatorio del enfermo influye en el porcentaje real de oxígeno suministrado (Cairo, 2014).

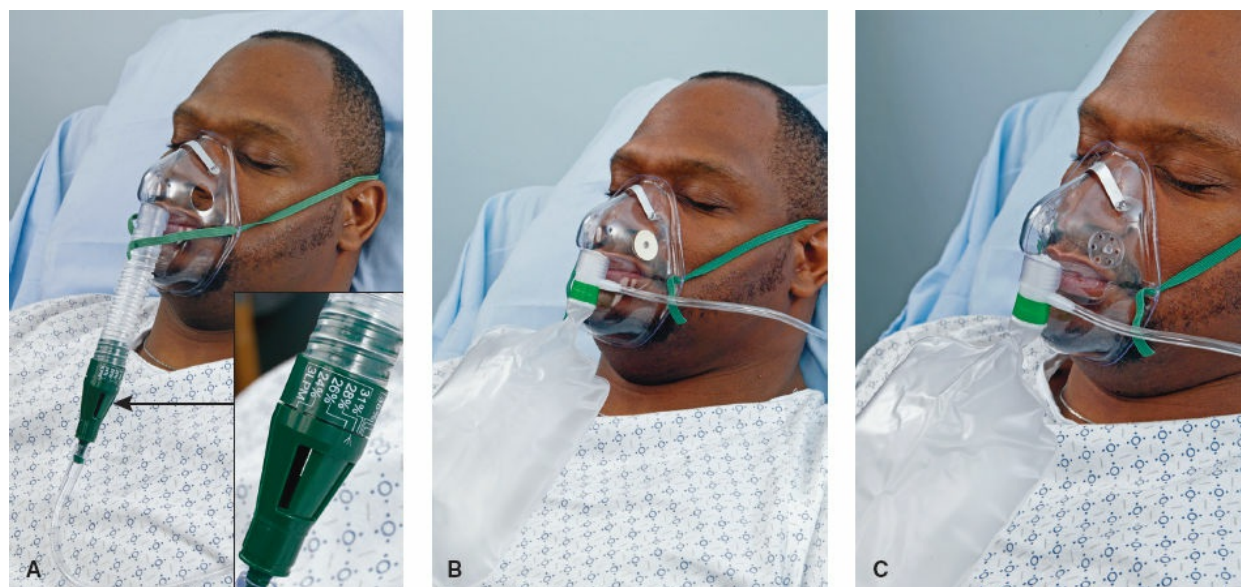


Figura 21-1 • Tipos de mascarillas de oxígeno utilizadas para suministrar concentraciones variables de dicho elemento. **A.** Mascarilla Venturi. **B.** Mascarilla sin reciclamiento. **C.** Mascarilla de reciclamiento parcial.

Las *mascarillas sin reciclamiento* son de diseño similar al de las mascarillas de reciclamiento parcial, excepto que poseen válvulas adicionales. Una válvula de una vía ubicada entre la bolsa reservorio y la base de la mascarilla permite al gas de la

bolsa ingresar a la mascarilla en la inspiración, pero impide que el gas en la mascarilla del flujo de retorno entre en la bolsa reservorio durante la espiración. Las válvulas de una vía localizadas en los puertos de espiración evitan la entrada de aire a la mascarilla durante la inspiración; también permiten que los gases espirados por el paciente salgan de la mascarilla en la espiración. Igual que en las mascarillas de reciclamiento parcial, es importante ajustar el flujo de oxígeno de modo que la bolsa reservorio no se desinfe por completo en la inspiración. En teoría, si la mascarilla sin reciclamiento se ajusta con exactitud al paciente y ambos puertos del lado de la espiración tienen válvulas de una vía, es posible que el individuo reciba 100% de oxígeno, lo cual hace de la mascarilla sin reciclamiento un sistema de flujo alto del gas. Sin embargo, como es difícil obtener en cada persona un calce exacto de la mascarilla, y algunas mascarillas sin reciclamiento tienen una sola válvula de espiración de una vía, es casi imposible asegurar el suministro del 100% de oxígeno, lo cual lo hace un sistema de flujo bajo de oxígeno.

La *mascarilla Venturi* es el método más confiable y exacto para administrar concentraciones precisas de oxígeno sin invasión corporal. La construcción de la mascarilla es tal que permite un flujo constante de aire del ambiente mezclado con un flujo determinado de oxígeno. Se usa principalmente en pacientes con EPOC, ya que puede proporcionar exactamente las concentraciones de oxígeno adecuadas y, por lo tanto, evita la posibilidad de suprimir el estímulo hipóxico.

En la mascarilla Venturi, se usa el principio de Bernoulli del arrastre de aire (succión de aire en un vacío) que proporciona un flujo alto de aire con enriquecimiento de oxígeno controlado. Por cada litro de oxígeno que pasa a través del orificio, se succiona una proporción determinada de aire del entorno. Se puede suministrar un volumen preciso de oxígeno al variar el tamaño del orificio de flujo, lo que ajusta el flujo de oxígeno. El exceso de gas sale de la mascarilla a través de los dos puertos de espiración, llevando consigo el dióxido de carbono espirado. Este método permite inspirar una concentración constante de oxígeno sin importar la profundidad o la frecuencia de la respiración.

La mascarilla debe ajustarse lo suficientemente firme como para evitar que el oxígeno fluya hacia los ojos del enfermo. El personal de enfermería revisa la piel del paciente por la posible irritación. Es necesario retirar la mascarilla para que el sujeto pueda comer, beber y tomar sus fármacos; en esos momentos, el oxígeno complementario se proporciona a través de una cánula nasal.



Alerta sobre el dominio de conceptos

Los sistemas de administración de oxígeno se clasifican como sistemas de flujo bajo o flujo alto. Mientras que un sistema de suministro de oxígeno de flujo bajo puede brindar de manera imprecisa altas concentraciones de oxígeno (p. ej., hasta 100% mediante una mascarilla sin reciclamiento), la mascarilla Venturi, que es un sistema de flujo alto, está diseñada de forma específica para proporcionar concentraciones precisas, pero bajas, de oxígeno (menos del 30%).

La *sonda de oxígeno transtraqueal* requiere cirugía menor para introducir un catéter a través de una pequeña incisión directamente en la tráquea. Está indicada en los pacientes con necesidad de oxigenoterapia prolongada. Estas sondas son más

cómodas, dependen menos de patrones respiratorios y son menos evidentes que otros métodos de suministro de oxígeno. Como no se pierde oxígeno en el ambiente circundante, el paciente alcanza una oxigenación adecuada en concentraciones más bajas, lo cual hace que este método sea menos costoso y más eficaz.

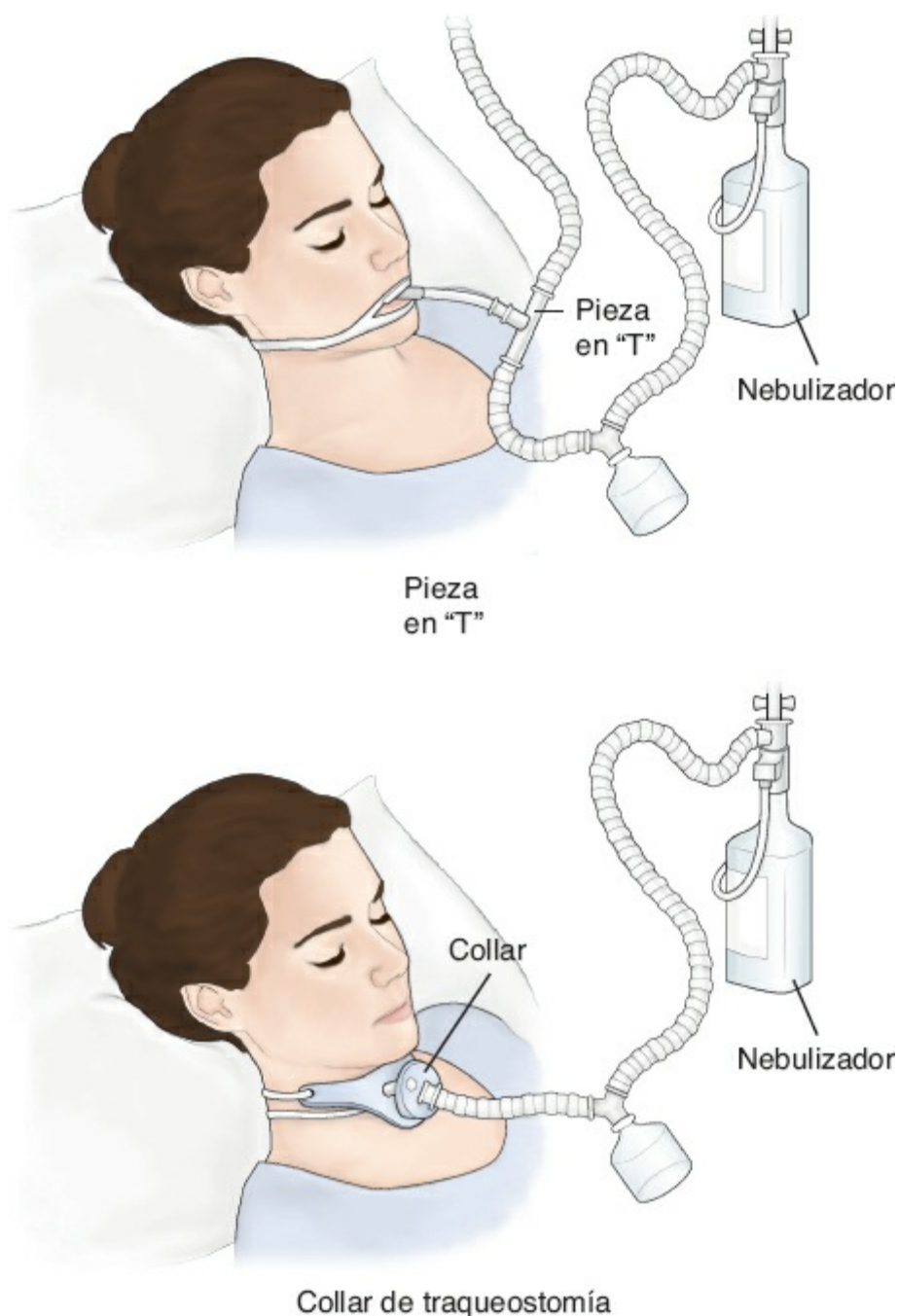


Figura 21-2 • Las piezas en “T” y los collares de traqueostomía son dispositivos que se utilizan para el retiro gradual de los pacientes de la ventilación mecánica.

La *pieza en “T”* es un adaptador especial que se utiliza para administrar oxígeno y que se conecta a la cánula endotraqueal o de traqueostomía; es útil para retirar a los pacientes de la ventilación mecánica (fig. 21-2).

Otros dispositivos para oxígeno incluyen *maskarillas de aerosol*, *collares de traqueostomía* (fig. 21-2) y *tiendas faciales*; todos se usan con nebulizadores ajustables a concentraciones de oxígeno del 27-100% (0.27-1.00). Si el flujo de la