

TEMA 4.1

RECUERDO ANATOMOFISIOLÓGICO Y SEMIOLOGÍA RESPIRATORIA

La función principal del aparato respiratorio es conducir el oxígeno al interior de los pulmones, transferirlo a la sangre y expulsar las sustancias de desecho, en forma de anhídrido carbónico (intercambio gaseoso). La respiración es un proceso *involuntario y automático*, en que se extrae el oxígeno del aire inspirado y se expulsan los gases de desecho con el aire espirado.

El aparato respiratorio se compone de:

- Una **zona conductora del aire**: transporta el aire hacia todos los alvéolos:
 - Fosas nasales.
 - Boca.
 - Faringe.
 - Laringe (con cuerdas vocales).
 - Tráquea.
 - Bronquios.
 - Bronquiolos.
- Una **zona intercambiadora**: donde se produce el intercambio de gases:
 - Bronquios terminales.
 - Alvéolos.

1. ANATOMÍA DEL APARATO RESPIRATORIO

1.1. Sistema de conducción

La vía aérea de conducción consta de una **vía aérea superior** (nariz, boca, faringe y laringe) y una **vía aérea inferior** (tráquea y los bronquios con sus ramificaciones).

La vía aérea inferior se inicia en la **nariz** que, además de ser su puerta de entrada, acondiciona el aire inspirado para la respiración. Lo calienta a 37°C gracias a la rica vascularización de su mucosa, dispuesta sobre una superficie ampliada por la presencia de los cornetes. Además, la anfractuosidad de los conductos, la adhesividad de la capa de mucus y la presencia de pelos constituyen barreras físicas que impiden la entrada de parte importante de las partículas en suspensión. Las defensas mecánicas son complementadas por el reflejo del estornudo y la presencia de tejido linfóide y anticuerpos. La alteración de estas funciones y la posibilidad de aspiración de secreciones nasales infectadas explican la frecuencia con que las afecciones nasales se asocian con enfermedades bronquiales y pulmonares.

La vía aérea continúa con la **faringe**, donde también se conecta la boca que constituye una entrada alterna para el aire cuando hay obstrucción nasal y cuando se necesita aumentar mucho la ventilación, como sucede en el ejercicio intenso. Para que la faringe se mantenga permeable, es necesario que los músculos faríngeos y linguales mantengan una tonicidad normal, ya que en caso contrario, la faringe puede colapsarse y obstruir el flujo inspiratorio, como sucede en condiciones anormales durante el sueño.

La **laringe** es el órgano muscular y cartilaginosa de la fonación y está situada en una encrucijada importante por la confluencia de las vías respiratoria y digestiva. Un complejo mecanismo de ascenso de la laringe hacia la base la lengua con contracción de músculos laríngeos intrínsecos y cierre de epiglotis protege al aparato respiratorio de la penetración de elementos extraños durante la deglución o el vómito. Si este mecanismo se altera, pueden producirse lesiones respiratorias graves por aspiración. La laringe participa también en el reflejo defensivo de la tos a través del cierre de la glotis durante la fase de compresión del aire intrapulmonar y de su brusca apertura en la fase expulsiva.

Las vías respiratorias infralaríngeas adoptan una forma de árbol, cuyo tronco es la **tráquea**. La tráquea está situada en la línea media en el cuello y dentro del tórax, siendo ligeramente desviada a la derecha por el arco aórtico. Su diámetro es de 17 a 26 mm y mide de 10 a 12 cm de longitud en adultos. Su estabilidad es asegurada por la superposición de una serie de cartílagos que tienen la forma de una C abierta hacia el dorso. En los extremos de estos cartílagos se insertan haces musculares, cuya contracción estrecha el lumen del conducto, mecanismo que permite acelerar considerablemente la velocidad del flujo espiratorio durante en la tos, con la consiguiente mayor capacidad expulsiva.

Al igual que las vías aéreas superiores, todo el árbol bronquial está tapizado por una mucosa que tiene un epitelio ciliado que, en combinación con las glándulas mucosas, constituyen el mecanismo mucociliar. Este es una especie de correa transportadora de mucus que es constantemente impulsada por los cilios a una velocidad de 20 mm por minuto, atrapando por adherencia las partículas que han sobrepasado la barrera nasal. Al llegar a la faringe el mucus es deglutido insensiblemente.

El punto de bifurcación de la tráquea, que se denomina **carina**, se encuentra localizado a nivel de la 5ª vértebra torácica, saliendo el **bronquio principal derecho**, con un ángulo de 25° con respecto al eje de la tráquea (casi vertical) y el **bronquio principal izquierdo** que sale con un ángulo de 50° con respecto a la vertical para salvar el cayado aórtico antes de entrar en el pulmón. Dado que el bronquio derecho se desvía menos del eje de la tráquea, es más frecuente que los cuerpos extraños aspirados y las sondas introducidas por la tráquea se desvíen hacia el pulmón derecho. A medida que los bronquios van subdividiéndose, el cartílago va desapareciendo hasta llegar a convertirse en **bronquiolos**, en los cuales sólo existe una capa muscular (no tienen en su estructura microscópica tejido cartilaginosa).

Las primeras 16 generaciones de bronquiolos constituyen la vía aérea de conducción o **espacio muerto anatómico**, donde no hay intercambio gaseoso. Su capacidad es de 2 ml/kg en adultos (aproximadamente 150 ml).

Resumen del Sistema de Conducción:

- 1° Es un sistema tubular con una rigidez variable, pero que no permite que se colapse.
- 2° Puede variar su diámetro a expensas de la innervación que posee la musculatura lisa por parte del sistema simpático y parasimpático.
- 3° Está diseñado para entregar el aire a la vía respiratoria inferior y parénquima pulmonar **caliente, húmedo, limpio y estéril.**

VALORAR CON ESTOS DATOS LAS CONSECUENCIAS DE LA VÍA AÉREA ARTIFICIAL Y CUIDADOS DE LA MISMA, ASÍ COMO SU CONTACTO CON EL APARATO DIGESTIVO, COMO FUENTE DE INFECCIÓN ENDÓGENA.

1.2. Sistema de intercambio gaseoso

Los pulmones están compuestos por epitelios que adoptan formas lobuladas, son los llamados **alvéolos pulmonares**, y son los encargados de realizar el intercambio gaseoso. El **pulmón derecho** consta de tres segmentos que son el lóbulo superior derecho, el lóbulo medio derecho y el lóbulo inferior derecho. El **pulmón izquierdo** consta de dos segmentos que son el lóbulo superior izquierdo y el lóbulo inferior izquierdo.

Ambos pulmones están rodeados por una membrana serosa que son las llamadas pleuras. La membrana serosa tiene dos hojas; una adosada al pulmón llamada **pleura visceral**, y otra adosada a las paredes de la cavidad torácica llamada **pleura parietal**.

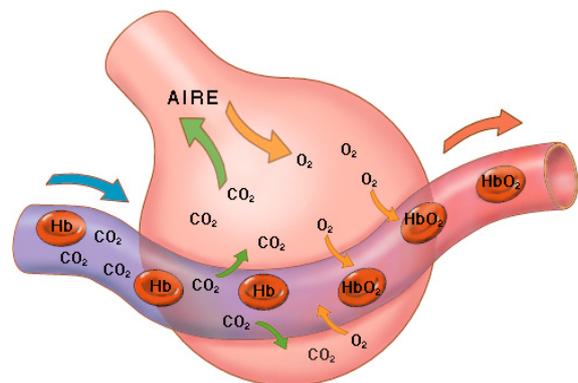
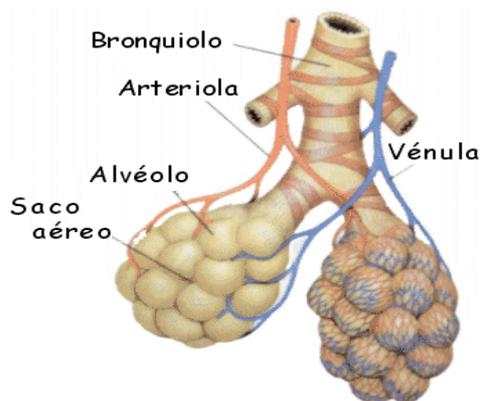
Entre ambas pleuras existe una cavidad virtual llamada **cavidad pleural** en la que encontramos el líquido pleural cuya función es evitar los rozamientos (5-15 ml).

Los **alvéolos pulmonares** son los divertículos terminales del árbol **bronquial**, en los que tiene lugar el intercambio gaseoso entre el aire inspirado y la **sangre**. Entre los 2 **pulmones**, se suman unos 750.000.000 de alvéolos. Si los estirásemos ocuparían alrededor de 70 metros cuadrados.

La **respiración** consiste en llevar el aire a los alvéolos desde donde pasará a la sangre, la cual irriga a todas las células del organismo para oxigenarlas, recogiendo de ellas el CO_2 para transportarlo a los alvéolos.

En la respiración van a tener lugar tres fases:

1. Llegada de aire a los alvéolos (**VENTILACIÓN**).
2. El paso de aire de los alvéolos a las arterias (**DIFUSIÓN**): el cual pasa al sistema vascular a través de la membrana alveolo-capilar.
3. Transporte de la sangre oxigenada al resto del organismo (**CIRCULACIÓN**).



Resumen de la Zona de Intercambio:

- 1° Se inicia en los bronquiolos respiratorios y termina en los alvéolos.
- 2° Se caracteriza por ser un sistema de túbulos flexibles y de pequeños diámetros que se encuentran en estrecha relación con los capilares del sistema circulatorio del pulmón.
- 3° Poseen una capa muscular lisa inervada por el sistema autónomo, condicionando la posibilidad de modificar el diámetro de este sistema y por lo tanto, de controlar tanto el flujo del aire, como el intercambio de gases.
- 4° Su función básica es permitir el intercambio de oxígeno y gas carbónico.

2. MECÁNICA RESPIRATORIA Y VENTILACIÓN PULMONAR

Los pulmones están situados dentro de la caja torácica, por delante del esternón y por detrás de la columna; rodeando a la caja torácica tenemos 12 pares de costillas y por debajo está el diafragma.

El **acto de la respiración** se efectúa aumentando y disminuyendo la caja torácica, los pulmones siguen a la caja, adaptándose al espacio que tienen. Además tenemos que considerar para estos desplazamientos que, los pulmones están rodados por unas membranas lubricadas llamadas **pleuras** (visceral y parietal).

- **Visceral:** pegada a los pulmones (órgano).
- **Parietal:** pegada a la caja torácica. Entre ambas existe un espacio virtual y un líquido que rellena el espacio encargado de que el movimiento entre ambos sea suave.

2.1. Músculos respiratorios

INSPIRATORIOS:

El músculo más importante es el diafragma y también, pero en menor medida, los músculos intercostales externos.

- Cuando los **músculos inspiratorios** se contraen, el tamaño de la caja aumenta en sentido longitudinal (arriba-abajo) contrayendo el diafragma.
- Cuando actúan los **músculos intercostales externos**, se elevan las costillas hacia arriba, aumentando el diámetro antero-posterior del tórax.

En reposo, estos músculos actúan desde el centro respiratorio, enviando la orden (información vegetativa) hacia esos músculos unas 14 veces/min. (frecuencia respiratoria), volumen de aire basal más o menos es de 500 ml de aire.

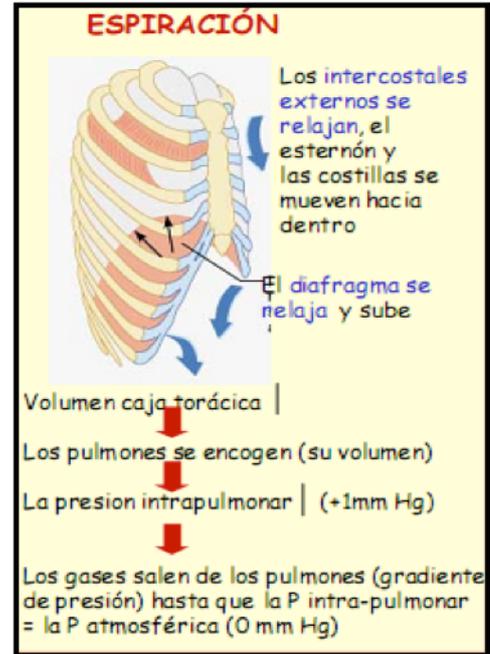
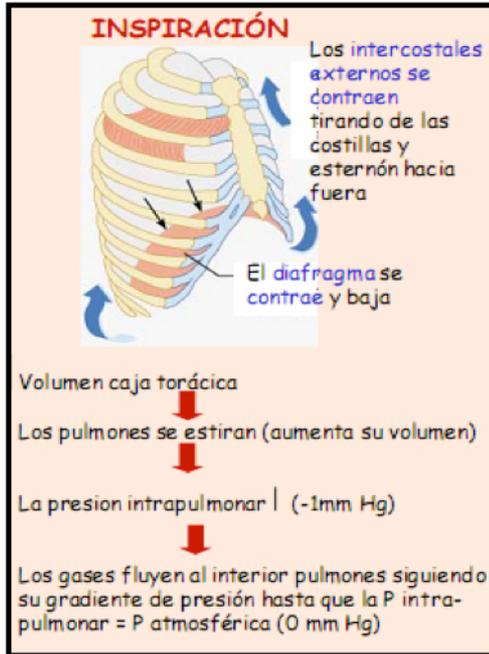
ESPIRATORIOS:

La espiración es un proceso pasivo. La musculatura espiratoria se activa cuando hay una respiración forzada, como por ejemplo en situaciones de ejercicio, fiebre, etc. Los músculos espiratorios son:

- **Abdominales:** si se contraen desplazan el contenido del abdomen, desplazan hacia arriba el diafragma y reducen el diámetro longitudinal del tórax. (oblicuo externo e interno, transverso y recto abdominal).
- **Intercostales internos:** situados entre las costillas y ubicados hacia otra dirección, cuando se contraen bajan aún más las costillas, reduciendo el diámetro antero-posterior (reducen más la caja torácica), con la actuación de estos músculos va a disminuir mucho más la caja torácica.

MÚSCULOS ACCESORIOS DE LA RESPIRACIÓN:

Son aquellos que no intervienen cuando hay un patrón respiratorio normal. Entre ellos tenemos los escalenos y el esternocleidomastoideo, que se utilizan cuando aumenta el trabajo respiratorio.



2.2. Ventilación

Consideramos como ventilación al proceso de entrada y salida de aire de los pulmones. El aire penetra en los pulmones porque en la inspiración se genera una presión por debajo de la atmosférica en su interior. Cuando esto sucede, el aire del exterior penetra. Las estructuras responsables de la inspiración son los músculos inspiratorios, de los cuales el principal es el diafragma. Su labor se ve complementada por los intercostales. La espiración es un fenómeno pasivo. Se debe por una parte a la contracción de los músculos espiratorios. Por otra parte se debe a las propiedades elásticas del pulmón.

Con cada ciclo respiratorio movilizamos aproximadamente 500ml de aire. Si asumimos que cada adulto tiene una frecuencia respiratoria de 16 resp/min, el volumen respiratorio es aproximadamente de 8l.

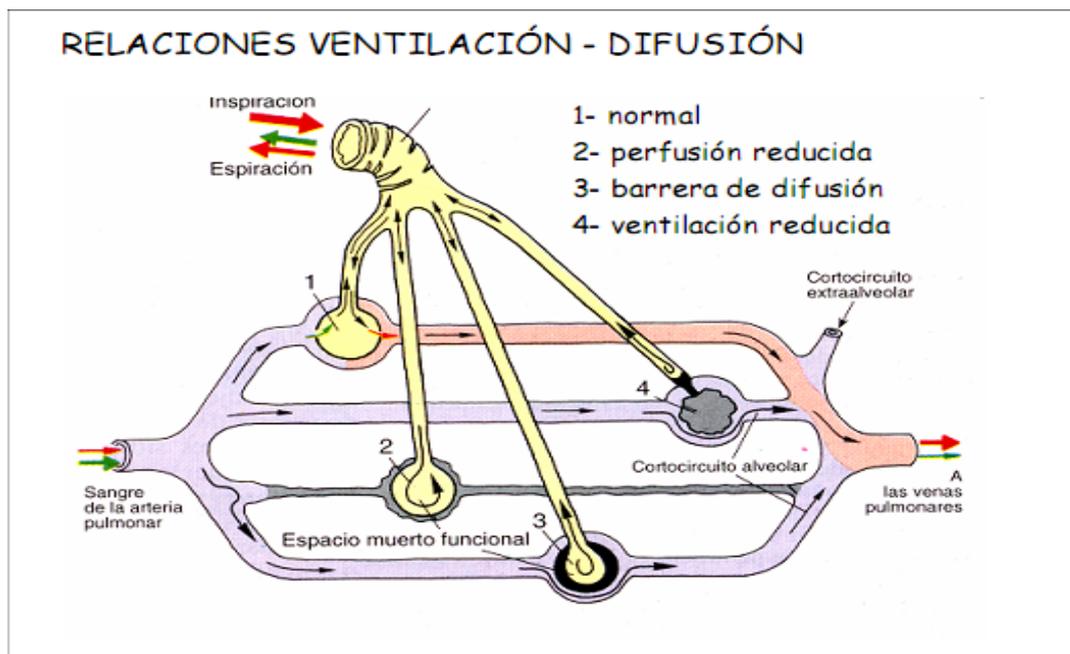
$500 \text{ ml (volumen corriente)} \times 16 \text{ resp/min (frecuencia respiratoria)} = 8 \text{ l. (volumen respiratorio)}$.

Un tercio del volumen respiratorio no llega a los alvéolos porque una parte se queda en las vías aéreas, tanto en los bronquios como en los bronquiolos, constituyendo el **espacio muerto anatómico** y otra parte se queda en los alvéolos ventilados pero que no están perfundidos, es decir, a los que no llega la sangre, constituyen el **espacio muerto fisiológico**.

2.3. Perfusión

De forma resumida sería el aporte sanguíneo a los pulmones para que se establezca el intercambio respiratorio. Son los mecanismos por los cuales la sangre procedente del ventrículo derecho y a través de la arteria pulmonar y sus ramas llega a los alvéolos. Para que el aporte de sangre o perfusión sea correcto es necesario que el corazón funcione de manera adecuada y que las arterias se encuentren libres y permeables.

Puede haber también una perfusión disminuida en personas que tengan anemia, shock... También hemos de tener en cuenta que hay más aporte de sangre a las bases pulmonares que a los vértices por la ley de la gravedad.



La relación ventilación/perfusión puede estar aumentada, cuando el alvéolo funciona normalmente pero, por algún motivo (por ejemplo trombosis pulmonar) no hay un flujo adecuado de sangre. En esta circunstancia no hay intercambio gaseoso y el aire contenido en el alvéolo no es aprovechado en la oxigenación de la sangre circulante.

En el extremo opuesto, la relación ventilación/perfusión puede estar disminuida a partir de una circulación pulmonar normal, pero un alvéolo obstruido o colapsado. En esta circunstancia la sangre pasa por el alvéolo sin oxigenarse. Por supuesto que pueden darse ambas circunstancias a la vez (alteración de la función del alvéolo y de la circulación pulmonar) y todo un abanico de situaciones intermedias entre los extremos descritos.

2.4. Difusión

La difusión es el mecanismo por el cual pasan los gases desde los alvéolos a la sangre o viceversa. Esta difusión se realiza a través de lo que se llama **membrana alveolo-capilar** (separa los alvéolos de los capilares). Para que fluyan los gases tiene que haber una diferencia de presiones.

Está constituido por un tejido epitelial y en condiciones fisiológicas tiene que ser extremadamente delgada con el fin de que los gases difundan por ella con facilidad. En alguna enfermedad como la fibrosis o el enfisema esta membrana está aumentada de tamaño y causa una insuficiencia respiratoria.

3. CONTROL DE LA RESPIRACIÓN

Mecanismo de ajuste para mantener la homeostasis de los gases sanguíneos, adaptando el patrón ventilatorio a la demanda periférica. Estos mecanismos están controlados por el centro respiratorio a nivel central, que mantiene la vigilancia de la respiración a dos niveles:

• Control nervioso:

- La protuberancia: es responsable de la inervación de los músculos inspiradores y espiradores.
- La parte superior del bulbo raquídeo: también inerva parte de los músculos respiratorios.
- También existen otros centros nerviosos que influyen en el proceso de la respiración:
 - La corteza cerebral.
 - Otras zonas de la protuberancia.
 - El nervio vago. Informa al centro respiratorio del nivel de tensión de nuestros músculos inspiradores e espiradores.

• Control humoral o químico:

- En nuestro sistema respiratorio encontramos quimiorreceptores especializados que informan al centro respiratorio de cuales son los niveles de O_2 , CO_2 y el pH (concentración de hidrogeniones) para controlarlos.
- Los quimiorreceptores se encuentran en todo nuestro organismo, pero sobre todo se sitúan en el cayado de la aorta y la bifurcación de las carótidas.
- Los quimiorreceptores controlan los niveles de O_2 , CO_2 y el pH en sangre arterial.
- Provocan aumento en la frecuencia respiratoria si:
 - Aumenta el CO_2 .
 - Aumenta el pH.
 - Disminuye el O_2 .

Ante el estímulo del centro respiratorio, la respuesta es diferente si la persona es previamente sana, es decir, está habituada a una situación de normalidad y por ello responde “correctamente” a los estímulos, o si el organismo se ha ido adaptando a la enfermedad respiratoria crónica: con pérdida lenta y progresiva de la capacidad de la oxigenación, y problemas de mecánica respiratoria que le conducen a retener CO₂ por encima de la normalidad.

4. SEMIOLOGÍA RESPIRATORIA

Al evaluar a un paciente con patología respiratoria debemos prestar la máxima atención al enfermero, su aspecto y sus hábitos, cobrando importancia la **inspección** y la **palpación**, para descubrir en el paciente los signos y síntomas que suelen acompañar a las afecciones respiratorias.

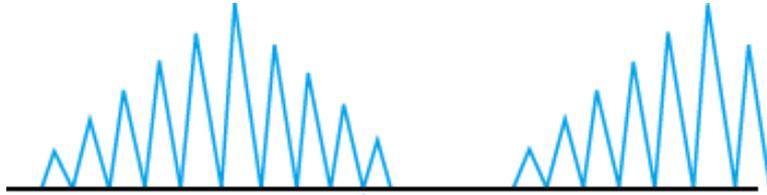
1. Cianosis. Es un color azulado de la piel y de las mucosas, debido a una insuficiente oxigenación de la sangre de los vasos capilares superficiales, lo que indica un estado de falta de oxígeno, que puede ser de etiología cardíaca o respiratoria, y tiene un valor no sólo diagnóstico, sino también pronóstico, ya que su aumento o disminución nos sirve de índice de empeoramiento o mejoría. Hay dos tipos de cianosis:

- Cianosis central: se corrige con oxigenoterapia.
- Cianosis periférica: se corrige con calentamiento de los miembros.

2. Patrón respiratorio. Observando el patrón respiratorio y la frecuencia, podemos valorar si se sale de la normalidad:

- Eupnea: respiración normal, fácil y relajada, entre 10-20 resp/min.
- Taquipnea o polipnea: respiración superficial con frecuencias altas (más de 20 rpm) y volúmenes bajos. Es una respiración propia de pacientes restrictivos, signo de agotamiento en pacientes con patología obstructiva, estados febriles, patologías a nivel del centro respiratorio o en la alcalosis respiratoria.
- Bradipnea: disminución de la frecuencia respiratoria por debajo de 10 rpm, pero con un ritmo constante; se debe a depresiones del centro respiratorio (el sueño provoca una depresión fisiológica del centro respiratorio).
- Apnea: ausencia total de respiraciones.
- Hiperpnea: son respiraciones profundas, es decir, con volúmenes corrientes (tidal) altos (intentando movilizar más cantidad de aire) y con frecuencias normales o bajas.
- Gasping o respiración a bocanadas: signo de necesidad inmediata de intubación orotraqueal.
- Respiración a labios fruncidos: típico de las patologías obstructivas.

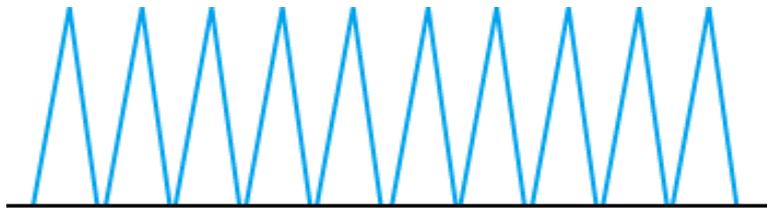
- **Respiración de Cheyne-Stokes:** sucesión de ciclos respiratorios intercalados por cortos períodos de apnea. Los ciclos van aumentando gradualmente tanto la frecuencia como la profundidad y a partir de uno de máxima profundidad comienzan a descender en frecuencia y profundidad hasta hacer otro nuevo periodo de apnea.



Respiración periódica de Cheyne-Stokes.

Es una respiración típica de los estados comatosos de origen cerebral, de la insuficiencia cardíaca congestiva y de la insuficiencia renal descompensada.

- **Respiración de Biot:** respiración caracterizada por periodos irregulares de apnea alternados con periodos donde se efectúan cuatro o cinco respiraciones de idéntica profundidad. Es una respiración característica de hipertensión intracraneal y lesiones encefálicas del bulbo.
- **Respiración de Kussmaul:** respiración con una frecuencia y una profundidad aumentada (hiperventilación) y mantenida en el tiempo. Es la respiración típica de las acidosis metabólicas.



Respiración acidótica o de Kussmaul.

- **Hipoventilación:** respiración irregular y superficial.

3. Tos y expectoración. La **tos** es un mecanismo reflejo para mantener la permeabilidad de la vía aérea, cuya finalidad es limpiar el árbol traqueobronquial de las partículas extrañas, tóxicas y secreciones mucosas. Es un mecanismo de defensa, que en condiciones patológicas indica la presencia de enfermedades importantes. La tos crónica es aquella que persiste durante más de tres semanas, aunque algunos autores ponen el límite en más de ocho semanas, ya que la tos postinfecciosa puede durar hasta seis semanas.

La **expectoración** es la expulsión de secreciones mediante la tos (esputo) del árbol bronquial. La cantidad normal de expectoración diaria es variable pero se considera normal unos 100 ml por día. Según el aspecto pueden clasificarse en:

- **Serosos:** secreciones fluidas y transparentes.
- **Mucosos:** transparentes y se adhieren con facilidad.
- **Purulentos:** de color amarillo o verdoso y con pus.
- **Hemoptoicos:** oscuros o rojos, contienen sangre.

La tos como mecanismo fisiológico es un proceso que debemos preservar para la buena dinámica del sistema respiratorio, pero cuando se convierte en un fenómeno patológico o molesto, tanto por intensidad como por duración, es el momento de utilizar antitusígenos adecuados, teniendo presente que como norma general solo se trata la tos no productiva, tos seca o tos irritativa. Para la tos con expectoración se recomienda, aparte del tratamiento etiológico, una buena hidratación. En los pacientes respiratorios obstructivos nunca se debe tratar la tos con antitusígenos, aunque sea irritativa, se tratará con broncodilatadores.

4. **Hemoptisis.** Emisión de sangre proveniente de la región subglótica, habitualmente con la tos. Incluye desde las pequeñas hebras adheridas al esputo (**expectoración hemoptoica**) hasta la sangre roja fresca (**hemoptisis franca**). Se debe hacer un diagnóstico diferencial con una hematemesis (hemorragia digestiva alta).

5. **Disnea.** Sensación subjetiva de falta de aire, de una respiración anormal o incomoda con la percepción de mayor trabajo respiratorio, que aparece durante el reposo o con un grado de actividad física inferior a la esperada. No se considera patológica cuando surge con el ejercicio extenuante en individuos sanos con buena condición física, ni con el ejercicio moderado en personas sanas no acostumbradas al esfuerzo. Existen distintos grados, en función del ejercicio que lo precipita (New York Heart Association).

	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL NYHA
Clase I	No limitación de la actividad física. La actividad ordinaria no ocasiona excesiva fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase II	Ligera limitación de la actividad física. Confortables en reposo. La actividad ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase III	Marcada limitación de la actividad física. Confortables en reposo. Actividad física menor que la ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.
Clase IV	Incapacidad para llevar a cabo cualquier actividad física sin disconfort. Los síntomas de insuficiencia cardíaca o de síndrome anginoso pueden estar presentes incluso en reposo. Si se realiza cualquier actividad física, el disconfort aumenta.

Hablamos de **ortopnea** cuando la disnea aparece en decúbito y mejora con la sedestación. La **disnea paroxística nocturna** es la disnea de aparición brusca que aparece por la noche.

6. **Dolor torácico.** Síntoma frecuente de consulta. Se produce por la transmisión al cerebro de los estímulos dolorosos originados por la lesión de cualquiera de los órganos localizados en la cavidad torácica. Sus causas, por tanto, son múltiples.

El **dolor torácico de características pleuríticas** es un dolor lancinante (como a punta de puñal) localizado en la pared del pecho, que aumenta al respirar y que la persona generalmente localiza señalándolo con la punta del dedo. Es desencadenado por estornudos, tos, respiración profunda y movimientos del pecho. Suele durar más que el dolor anginoso, minutos, días o semanas, y acompañarse de fiebre, tos y moco, dependiendo de la causa.

Además de la inspección y palpación referidas, la exploración debe incluir la **auscultación**:

- Los sonidos respiratorios normales se producen por la entrada, ruidosa al ser turbulenta, del gas en las vías aéreas inferiores, ya que el paso del aire por las vías aéreas superiores no produce ruido, a excepción de la estenosis de la vía alta, en la que se produce estridor. La zona respiratoria de intercambio, donde tiene lugar la ventilación alveolar es muda, silente, suave y sin turbulencias y es llamado **murmullo vesicular**.
- Ruidos anormales o adventicios. Partiendo de estos sonidos respiratorios normales, pasamos a encontrarnos distintas situaciones en que patológicamente las vías bronquiales están más estrechas, y hacen más o menos ruido bronquial según el nivel de obstrucción. Estos ruidos se producen más en espiración.

NOMBRE	LUGAR	SONIDO
ESTRIDOR	Estenosis vía aérea superior.	Inspiración y/o espiración.
RONCUS	Líquido/secreciones vía aérea inferior.	Vibración, modificación si tos.
SIBILANCIAS	Vía aérea baja por estenosis.	Tono más marcado en la espiración.
CREPITANTES ESTERTORES	Parénquima pulmonar.	Frotar de cabellos. Seco. Húmedo.
ROCE PLEURAL	Pleura.	No se modifica con la tos. Pisada de nieve.