



PASO 2 RESPIRATORIO: Vía Aérea Inferior

La **vía área inferior** comienza en la laringe (tema que ya analizamos) y termina en los alvéolos, lugar donde se realiza el intercambio gaseoso.

Los **aparatos respiratorio y circulatorio** convergen a nivel del pulmón en una función trascendente para el metabolismo celular, cual es, el intercambio de gases (oxígeno y anhídrido carbónico) a nivel de los alvéolos pulmonares.

Tráquea

Se dispone a continuación de la laringe, por debajo del cartílago cricoides, terminando a nivel de T4. Su principal función es transportar aire hacia los pulmones. Posee una porción cervical y una torácica.

A **nivel del cuello** está flanqueada a cada lado por el paquete neuro-vascular formado por la carótida, la vena yugular interna y el nervio vago; en el tórax es cruzada por ventral por el arco aórtico y la vena braquiocefálica izquierda.

En todo su trayecto se encuentra aplicada sobre el esófago y en su parte inicial se relaciona hacia anterior con la glándula tiroides; al entrar al tórax se desvía levemente a la izquierda, desplazada por la arteria aorta.

Se encuentra compuesta de 15 a 20 cartílagos traqueales, con forma de herradura, abiertos hacia posterior, zona que es cerrada por el músculo traqueal, músculo liso involuntario, innervado por el sistema simpático.

En los adultos posee un diámetro aproximado de 2,5 cm. y un largo de 12 cm.

La **tráquea** termina a la altura del ángulo esternal (T4), en la bifurcación de los bronquios principales derecho e izquierdo, en forma de Y invertida, donde la estructura cartilaginosa que conforma el ángulo de bifurcación se denomina carina (cresta proyectada hacia la luz traqueal).

La **visión endotraqueal**, permite visualizar claramente, las diferencias entre los bronquios; el bronquio derecho es más vertical, formando hacia caudal un ángulo de 25 grados en relación con la tráquea;



además es de mayor calibre, características que van a determinar, que un elemento aspirado, se aloje en él.

1. **El bronquio derecho** es también más corto, ya que el bronquio lobular superior derecho se origina más o menos a 2,5 cm. de la carina.
2. **El bronquio izquierdo** es más largo, debido a que el bronquio lobular superior se origina a 5 cm. de la carina. El bronquio izquierdo es más horizontal, formando hacia caudal un ángulo de 45 grados respecto de la tráquea.

Bronquios

Los bronquios principales derecho e izquierdo entran en el hilio pulmonar, para continuar intrapulmonarmente, dando origen a numerosas ramificaciones; los bronquios lobulares (secundarios) y los bronquios segmentarios (terciarios). Su función aún radica en la conducción y no el intercambio.

La dirección de ambos bronquios es laterocaudal, sin embargo, el bronquio fuente derecho es más ancho, más corto y de disposición más vertical que el bronquio fuente izquierdo.

Cada bronquio principal da origen a bronquios secundarios según el número de lóbulos, es decir, el derecho da tres y el izquierdo dos. A su vez, cada uno de estos bronquios lobulares da origen a diez bronquios segmentarios al lado derecho, y nueve en el izquierdo.

Cada bronquio segmental y el volumen de pulmón ventilado por él constituyen una unidad morfofuncional llamada, segmento broncopulmonar. Cada segmento tiene además su arteria segmental; de modo que estos segmentos pueden ser extirpados, conservando el resto del lóbulo pulmonar.

Bronquiolos y Alvéolos

La porción respiratoria, ubicada en el, interior del pulmón, se encuentra constituida por los bronquiolos respiratorios, conductos alveolares, sacos alveolares y alvéolos, estructuras que en conjunto conforman el árbol bronquial.

Luego del origen de los bronquios hay una serie de bifurcaciones bronquiales que terminan en los bronquiolos respiratorios, los que a su vez presentan proyecciones laterales correspondientes a conductos alveolares.



Luego, por cada conducto alveolar se encuentran alrededor de 5 -6 sacos alveolares. Estos últimos corresponden a racimos de alvéolos, diminutas cavidades de más o menos 200 micrones (1/5 de mm.), que constituyen la unidad estructural básica de intercambio de gases del pulmón. Debido a la presencia de alvéolos en el bronquiolo terminal, desde aquí ya se está implicado en la función de transporte.

Cada bifurcación de los bronquios, bronquiolos y conductos alveolares se acompaña de una rama de la arteria pulmonar, dos tributaria de las venas pulmonares y una rama de la arteria bronquial. Esto permite que los alvéolos reciban sangre poco oxigenada desde la arteria pulmonar y retorne sangre rica en oxígeno a través de las venas pulmonares. La rama bronquial cumple función nutricia.

Pulmones

Los pulmones son unas vísceras de textura lisa, de color rosado pálido, de consistencia blanda y esponjosa, de forma piramidal; se encuentran contenidos en la cavidad torácica, encerrados entre la parilla costal y el esternón por ventral y la columna vertebral por dorsal.

Entre ambas regiones pleuro-pulmonares se dispone el mediastino, espacio que contiene al corazón y los grandes vasos del tórax.

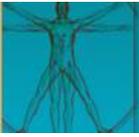
Los pulmones son órganos pares, ubicados en la cavidad torácica, cubiertos por una serosa de hoja doble, denominada pleura pulmonar.

El pulmón en el cadáver tiene forma piramidal, con una base cóncava, apoyada sobre el diafragma, un vértice que se insinúa por el orificio superior del tórax, una extensa cara externo costal, convexa, y una cara medial donde se ubica el hilio del pulmón.

El hilio pulmonar corresponde al punto donde entran los bronquios, las ramas de la arteria pulmonar y salen las ramas de las venas pulmonares; el conjunto de estos elementos conforman el pedículo pulmonar.

Además, en cada pulmón se distingue un borde anterior, agudo, que se proyecta detrás del esternón en el receso costomediastínico; un borde posterior, obtuso, relacionado con el canal pulmonar de la cavidad torácica; y un borde inferior, agudo, que sigue la disposición del receso costo diafragmático.

El borde anterior del pulmón izquierdo presenta una muesca, la escotadura cardíaca, que lo aleja más o menos 5 cm. del margen esternal.



En la cara mediastínica del pulmón derecho, contorneando el hilio del pulmón por dorsal y cefálico, se aprecia la impresión de la vena ácigos. Por ventral al hilio se observa la impresión de la vena cava inferior.

En el hilio pulmonar derecho se encuentra, en la parte superior, el bronquio por dorsal y la arteria pulmonar por ventral; en la porción inferior del hilio aparecen los orificios de las venas pulmonares.

En la cara mediastínica del pulmón izquierdo, se observa la impresión del arco aórtico y de la aorta descendente; elementos que rodean por cefálico y dorsal al hilio del pulmón. Hacia ventral de él aparece la impresión cardíaca.

En el hilio del pulmón izquierdo se encuentran en posición cefálica la arteria pulmonar; hacia dorsal el bronquio, y en situación ventral y caudal las venas pulmonares. En ambos hilios pulmonares, alrededor de los bronquios, se encuentran las diminutas arterias bronquiales.

En la parte baja de la cara mediastínica, de ambos pulmones se observa una depresión, la impresión cardíaca, concavidad que es más profunda en el pulmón izquierdo.

En el pulmón derecho se describen tres lóbulos; superior, medio e inferior.

El lóbulo inferior está separado de los restantes por la cisura oblicua, mientras que la cisura horizontal separa los lóbulos superior y medio.

El pulmón izquierdo muestra únicamente los lóbulos superior e inferior, separados por la cisura oblicua. Cada lóbulo es funcional y estructuralmente independiente de los demás, de modo que posee su bronquio y sus vasos lobulares.

En el espesor de los pulmones ocurre la división progresiva del árbol bronquial en bronquios lobares (secundarios), segmentales (terciarios), hasta llegar al nivel de los bronquíolos; elementos estos que se continúan con los conductos alveolares donde se abren los alvéolos pulmonares.

Todos los alvéolos que son ventilados por un bronquíolo constituyen un lobulillo pulmonar.

Los alvéolos son diminutas cavidades de más o menos 200 micrones (1/5 de mm.), tapizados por células planas. Rodeando los alvéolos se encuentra un rico plexo capilar, que pone en íntima aproximación a los glóbulos rojos con el aire alveolar, permitiendo así el intercambio gaseoso o hematosis.



El circuito menor brinda la circulación funcional a los pulmones. Comienza en el ventrículo derecho, desde donde se origina el tronco pulmonar, arteria de grueso calibre 3 a 4 cm. de diámetro), que transporta sangre desoxigenada, que luego de un corto trayecto se divide, bajo el arco aórtico, en las arterias pulmonares derecha e izquierda.

Cada una estas ramas cruza el hilio pulmonar y se dividen en ramas lobulares y segmentales, acompañando a división de los bronquios para terminar finalmente capilarizándose en relación con los alvéolos pulmonares, lugar donde ocurre la hematosis.

Desde allí la sangre retorna por vénulas que convergen en las venas intersegmentales, para formar finalmente las cuatro venas pulmonares, dos del pulmón derecho y dos del izquierdo, las que drenan en el atrio izquierdo; estas venas conducen sangre oxigenada.

El circuito pulmonar, circunscrito solo al tórax, ofrece una resistencia al flujo sanguíneo considerablemente menor que el circuito sistémico lo que se refleja en las presiones sensiblemente menores que soporta (1/7 de la presión de la aorta), hecho que se evidencia en las diferencias de grosor de las paredes de los ventrículos del corazón. Sin embargo, necesariamente los volúmenes sanguíneos expulsados por estas cavidades cardíacas deben ser equivalentes.

La vascularización del pulmón se divide de acuerdo a la función en:

1. **Vascularización funcional**, formada por las arterias pulmonares derecha e izquierda, originadas desde el tronco pulmonar y llevan sangre poco oxigenada hacia los pulmones, y las venas pulmonares superiores e inferiores derechas e izquierdas, que transportan sangre oxigenada hacia el atrio izquierdo para su posterior distribución.
2. **Vascularización nutricional**, formada por las arterias bronquiales izquierdas y la arteria bronquial derecha que se originan directamente de la aorta y las venas bronquiales que drenan, según el lado en la vena acigos y hemiacigos; su función es nutrir las paredes de los bronquios.

Pleuras

Las pleuras son las envolturas serosas de los pulmones.

Se reconoce una pleura visceral que reviste al pulmón unido a él por tejido conectivo subpleural, formando una superficie brillante externa; **y una pleura parietal** que tapiza la cara interior de la cavidad



torácica y que se une a ella por medio de la fascia endotorácica. Ambas pleuras están formadas por un mesotelio y una fina capa de tejido conjuntivo que contiene fibras colágenas y elásticas.

Las fibras elásticas de la pleura visceral se continúan con las del parénquima pulmonar. Entre ambas pleuras se forma la cavidad pleural, cavidad laminar que contiene líquido seroso pleural que lubrica la superficies y permite el desplazamiento de ambas hojas pleurales.

Este líquido genera un fenómeno de capilaridad entre las pleuras visceral y parietal (semejante a lo que ocurre cuando dos platos se pegan entre sí al colocar una pequeña cantidad de agua entre ellos), permitiendo que el pulmón siga los movimientos de la pared torácica. Ambas pleuras se continúan a nivel del hilio pulmonar, formándose una extensión, el ligamento pulmonar, que se fija en la pleura parietal diafragmática.

La pleura parietal se divide en tres porciones, de acuerdo a la porción de superficie que se une:

1. **Pleura costal;** recubre la superficie interna de la caja torácica.
2. **Pleura mediastínica;** recubre las caras laterales del mediastino desde el esternón hasta la columna vertebral, estableciendo división entre las cavidades pleuro-pulmonares y los órganos contenidos en el mediastino.
3. **Pleura diafragmática;** recubre la cara superior de cada cúpula del diafragma. En esta porción la pleura se encuentra firmemente adherida al músculo.

En las zonas en que se produce una continuidad entre una y otra porción de la pleura parietal se producen las líneas de reflexión pleural.

1. **La línea de reflexión esternal** corresponde a la continuidad entre la pleura costal y la pleura mediastínica. Al lado derecho, esta reflexión sigue la línea media desde el ángulo esternal hasta el proceso xifoides; en cambio, al lado izquierdo, la reflexión se desvía al borde esternal entre el IV y el VI cartílago costal por la disposición del pericardio.
2. **La línea de reflexión costal** se forma por la continuidad entre la pleura costal y la pleura diafragmática.
3. **Y la línea de reflexión vertebral** corresponde a la continuación entre pleura costal y pleura mediastínica por dorsal, que sigue el borde lateral de los cuerpos vertebrales.



A nivel de las reflexiones esternales y costal, se genera unas goteras entre las pleuras que convergen, espacios potenciales denominados recesos pleurales. Los más importantes son los recesos costodiafrámicos (reflexión costal) y los recesos costomediastínicos (reflexión esternal).

- **Los recesos costodiafrámicos**, se disponen en la periferia del diafragma y no está ocupado por el borde inferior del pulmón correspondiente.
- **Por su parte, el receso costomediastínico derecho**, es ocupado en toda su extensión por el borde anterior del pulmón; mientras que al lado izquierdo el pulmón sólo ocupa la porción superior (hasta el IV cartílago costal) ya que desde allí hacia abajo el borde anterior del pulmón izquierdo presenta la "**incisura cardíaca**", escotadura que lo aleja del receso.

Músculos respiratorios y dinámica respiratoria

Para producir la respiración, es decir, que ingrese aire a los pulmones y que luego se expulse el CO₂, la caja torácica junto con los pulmones deben sufrir cambios de diámetros y volumen.

En la inspiración aumenta, y en la espiración disminuye. Esto resulta de la combinación entre la columna vertebral, la parrilla costal, el esternón y los músculos implicados en los procesos respiratorios.

Cambios sufridos en la respiración

Las principales articulaciones que permiten el movimiento de la caja torácica, son las articulaciones posteriores (costovertebrales) que son dos: las articulaciones de la cabeza de la costilla y las (costotransversas), que permiten una serie de movimientos de acuerdo a un eje que le es propio a cada costilla, relacionado con su ubicación en relación a la columna.

Las primeras costillas son las que menos se mueven, de la 3ª a 7ª costilla predominan los movimientos verticales, como la elevación, y las costillas inferiores permiten la expansión de la base de la caja torácica.

El esternón con sus articulaciones esternocostales permiten que estos movimientos sean sumatorios y que todo se mueva como un solo bloque, obteniendo finalmente aumento del diámetro vertical, aumento del diámetro anteroposterior y aumento del diámetro transverso de la caja torácica.



Normalmente existe un automatismo en los movimientos respiratorios controlado por la corteza cerebral, que puede ser alterado voluntariamente o bajo ciertas emociones. Una frecuencia normal son 16 inspiraciones por minuto durante el día y 12 durante la etapa de sueño. Esto se logra bajo un sistema mecánico de músculos y centros nervioso.

La espiración es esencialmente pasiva, es decir, requiere la relajación de los músculos involucrados, mientras que la inspiración requiere de la acción activa de la musculatura.

Los músculos inspiratorios, se dividen según la actividad de respiración normal o inspiración forzada.

- **Los músculos inspiratorios que trabajan en la inspiración normal** son los; músculos intercostales externos, que ayudan a elevar la abertura superior del tórax, y el diafragma, que al contraerse desciende la altura de dos vértebras, aumentando los diámetros de la cavidad torácica, y esto sumado a la presión negativa interna de las pleuras, se produce la inspiración normal .
- **Los músculos relacionados con la inspiración forzada son;** músculo esternocleidomastoideo (ECM) y músculos escalenos que elevan el esternón y la 1ª costilla, músculos pectorales mayor y menor, músculo dorsal ancho, y músculos serratos anterior y posterior, que intervienen activamente en los mecanismos inspiratorios.

Para producir la espiración forzada se utilizan los músculos intercostal interno y los músculos de la pared abdominal.

** Es importante destacar que la postura de la columna vertebral, flexión-extensión, es fundamental para permitir la acción de los músculos inspiradores.*

Mediastino

El mediastino es un espacio en la zona central del tórax que separa las dos cavidades pleurales, se extiende desde el esternón hasta los cuerpos vertebrales y de la abertura torácica superior hasta el diafragma.

El mediastino se divide en un mediastino superior e inferior, el límite es la bifurcación traqueal o una línea entre el ángulo, que forma el manubrio e el cuerpo del esternón hasta T4-T5 por posterior.



El mediastino inferior se divide en anterior, medio y posterior (los límites los da el saco pericárdico).

Las principales estructuras que se encuentran en el mediastino superior son el timo, las venas braquiocefálicas derecha e izquierda, vena cava superior, el arco aórtico y sus tres ramas, la tráquea, el esófago, los nervios frénicos y vagos, la rama laríngea recurrente izquierda del nervio vago izquierdo y el conducto torácico.

- **El mediastino anterior**, es el más pequeño de todos, se ubica entre el esternón y el saco pericárdico. Encontramos en él, parte del timo, grasa, nódulos linfáticos y el ligamento esternopericárdico.
- **El mediastino medio**, es limitado por el saco pericárdico, encontrando en su interior, al corazón y el origen de los grandes vasos.
- **El mediastino posterior**, se encuentra posterior al saco pericárdico, en él se encuentra el esófago con su plexo asociado, la aorta torácica y sus ramas, el sistema de venas ácigos, el conducto torácico y sus linfonodos asociados, los troncos simpáticos y los nervios espláncnicos torácicos.