

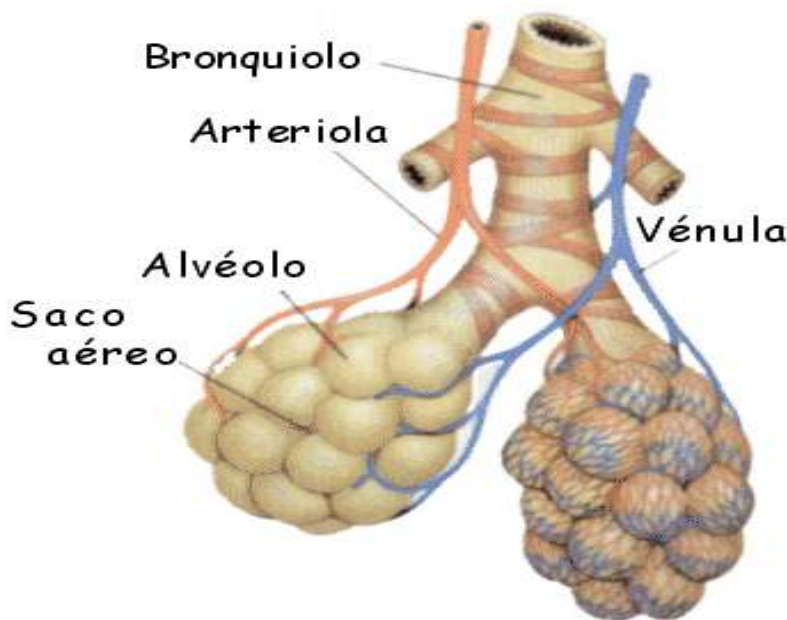
## TEMA 6.- EL APARATO RESPIRATORIO

El aparato respiratorio es el encargado de que el aire penetre desde el exterior y de realizar el intercambio de gases con la sangre. Luego, el sistema circulatorio llevará el oxígeno a todo el organismo.

Por lo tanto, la función principal del aparato respiratorio, es obtener el oxígeno del aire para llevarlo a los diferentes tejidos y expulsar al exterior el dióxido de carbono procedente del metabolismo celular. El oxígeno inspirado con el aire es el combustible que las células del cuerpo precisan para convertir las materias nutrientes de los alimentos en la energía necesaria para que realicen correctamente sus funciones.



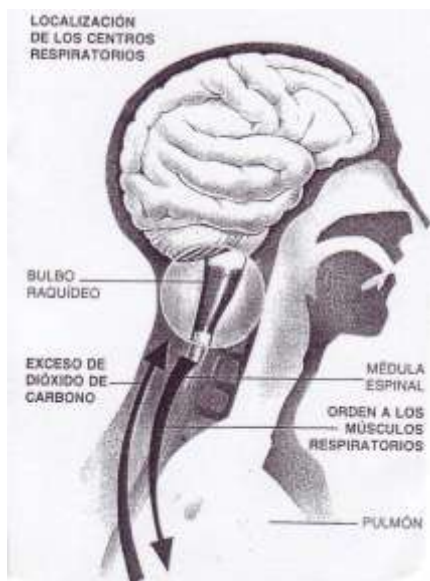
Utilizaremos el término **respiración** para referirnos al intercambio de  $O_2$  y  $CO_2$  entre las células del cuerpo y el medio exterior.



Los sistemas cardiovascular y respiratorio comparten responsabilidad para repartir el  $O_2$  por todo el cuerpo y expulsar el  $CO_2$ . El cambio de  $O_2$  entre los alvéolos pulmonares y los capilares se realiza porque el  $O_2$ , como otros gases, pasa siempre desde donde hay mucho a donde hay poco. Ésta es una forma de actuar propia de todos los gases, que se trasladan desde las zonas de mayor presión a las zonas donde la presión es menor (esto se llama **difusión**: se realiza de forma pasiva y sin gasto de energía). Entre los

alvéolos pulmonares y los capilares sanguíneos se produce esta diferencia de presión. Cuando inspiramos, la cantidad de  $O_2$  que llega con el aire inspirado a los alvéolos es muy superior al  $O_2$  que existe en los capilares. El  $O_2$  pasa entonces desde los alvéolos a los capilares, facilitado también porque las paredes de ambos son muy delgadas. Luego el oxígeno es transportado por la sangre (la mayoría unido a la hemoglobina y el resto disuelto en el plasma) hasta las células de los tejidos. Aquí el oxígeno se descarga y la sangre se carga de  $CO_2$ .

Por otro lado, ocurre lo mismo cuando los capilares arteriales después de la respiración celular están cargados de  $\text{CO}_2$  (hay mayor cantidad de este gas que en los alvéolos), así el  $\text{CO}_2$  pasa desde los capilares a los alvéolos pulmonares y es eliminado a través de la espiración. Además la difusión del  $\text{CO}_2$  es 20 veces más rápida que la del  $\text{O}_2$  y sale rápidamente de la sangre a los alvéolos, aunque la diferencia de presión sea pequeña.

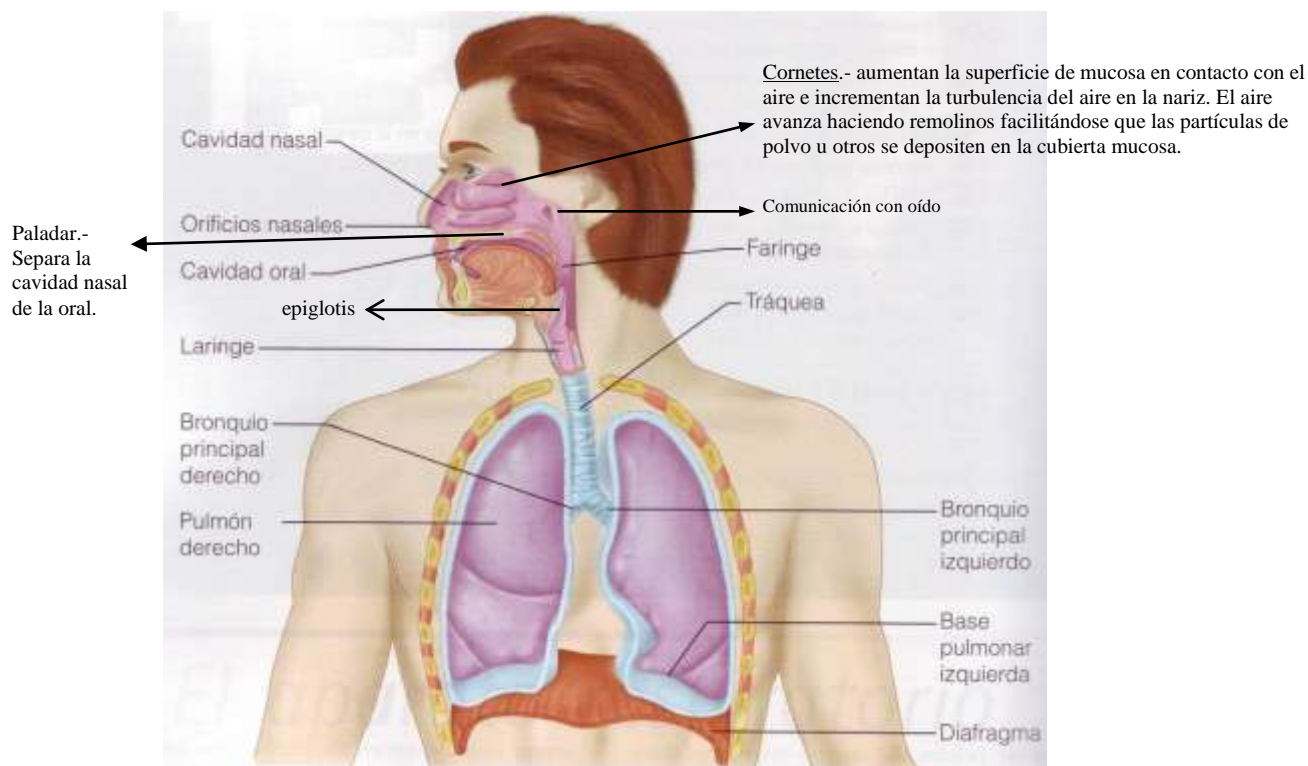


La respiración normal y tranquila es, sobre todo, **un proceso involuntario y automático**, controlado por los **centros respiratorios del tronco cerebral**. El control del ritmo respiratorio se realiza por tanto gracias al sistema nervioso central que ajusta la profundidad y el ritmo de la respiración a las necesidades de oxígeno y a la necesidad de eliminación de  $\text{CO}_2$ .

Es curioso centrar la atención en el hecho de que la respiración es la única función vegetativa que puede ser regulada además por la voluntad.

## **ANATOMÍA DEL APARATO RESPIRATORIO**

Nuestro cuerpo asegura la entrada de oxígeno en los pulmones a través de unos conductos, llamados **vías respiratorias**. Estas son: la nariz, boca, faringe, laringe, tráquea y se dirige a cada pulmón a través de los bronquios y de los bronquiólos, hasta los alvéolos pulmonares. El aire espirado recorrerá el mismo camino para salir al exterior.



El interior de la **NARIZ** está recubierto de mucosa, pelillos y una rica red de vénulas que calientan el aire a su paso (debido a la localización superficial de estos vasos sanguíneos, las hemorragias nasales son comunes y a menudo muy abundantes). La nariz:

- Filtra y humedece el aire (por medio del moco segregado por las mucosas).
- Atrapa y elimina bacterias y otras partículas externas. Las células ciliadas de la mucosa nasal crean una corriente que mueve la capa de moco contaminado hacia el estómago para ser digerida por los jugos gástricos. Cuando la temperatura externa es fría, la acción de los cilios se ralentiza, haciendo que el moco se acumule en la cavidad nasal y escape a través de los orificios nasales.
- Aclimata el aire.-cuando el aire que se inspira no llega o sobrepasa los aproximadamente 37°, lo calienta o enfría según el caso.

Realizar una correcta respiración nasal es una auténtica defensa de las vías respiratorias. Por ello no sólo debemos inspirar por la nariz, sino también espirar. ¿Por qué? Al espirar por la nariz se posibilita una parcial recuperación de la humedad y del calor.

Las fosas nasales desembocan en la parte superior de la **FARINGE** (garganta), que desciende y pasa por la parte posterior de la boca y desemboca en la laringe y esófago. Forma parte del aparato respiratorio y digestivo. Por la faringe pasa el aire en su camino a los pulmones y el alimento en su camino hacia el estómago. Es por lo tanto un “cruce” muy importante

**LA LARINGE** es una especie de caja situada entre la faringe y la tráquea, y formada por varios cartílagos.

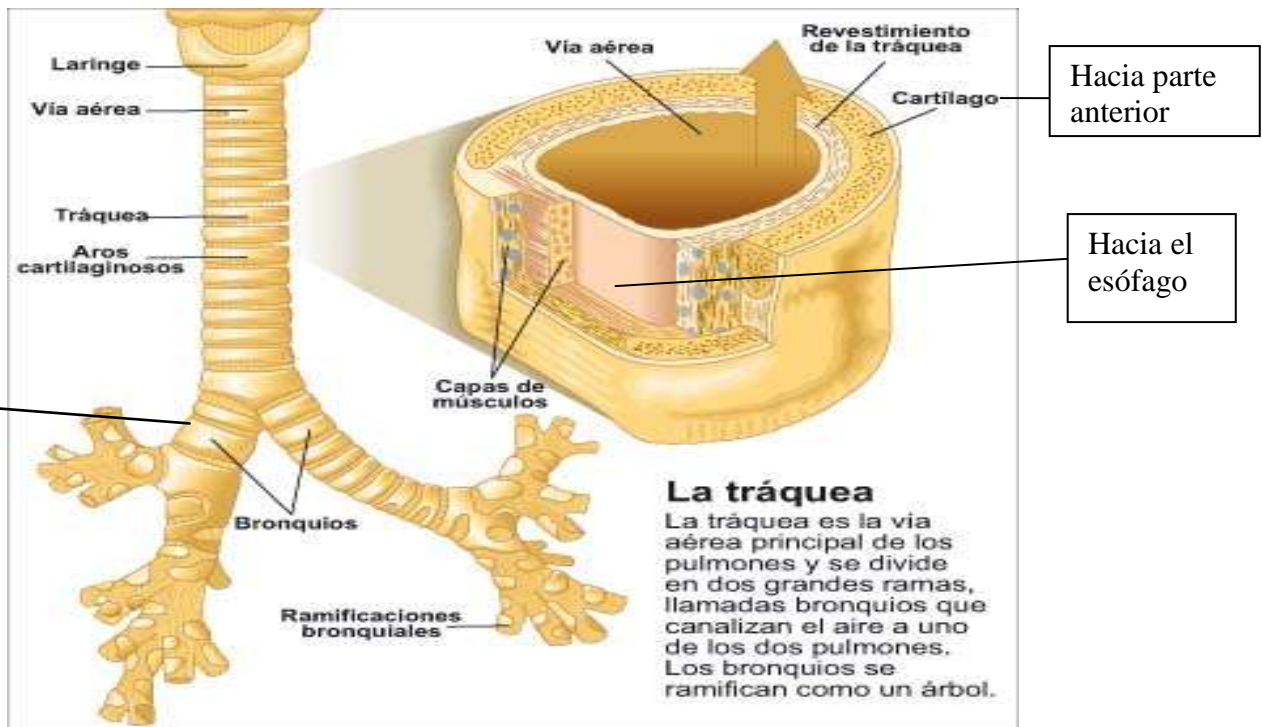
- Dirige el aire y el alimento hacia sus conductos correspondientes gracias a la **epiglotis** que se cierra cuando pasan alimentos evitando que vayan a la tráquea. Cuando algunas partículas de alimento consiguen penetrar en la laringe, las vías respiratorias reaccionan con el reflejo de la tos para expulsar ese alimento hacia el esófago (que está en posición posterior) evitando una posible asfixia. Mientras se realiza actividad física, aconsejaremos que no se coma nada (comida, chicles, caramelos,...) ya que en un movimiento inoportuno podría irse por el camino equivocado.
- La laringe participa en el habla, ya que en ella se encuentran unos músculos pequeños y elásticos: **las cuerdas vocales** (órganos que al vibrar con el paso del aire son responsables de la voz).

**LA TRÁQUEA** es un tubo de unos 12 cm. de longitud. Sus paredes presentan una serie de anillos cartilaginosos en forma de U que le dan rigidez (abierto hacia la parte posterior para ceder cuando entra el alimento en el esófago), recubiertos en su parte interna por mucosa como la de las fosas nasales, que segrega un líquido (moco) que arrastra el polvo y microorganismos que entran con el aire inspirado. También hay pelillos o cilios que tienen la función de, al moverse, expulsar hacia la garganta partículas extrañas con el moco segregado para que no vaya a los pulmones (luego en la garganta se traga o expectora).

Fumar inhibe la movilidad de los pelillos y finalmente los destruye. Sin cilios la tos es el único mecanismo que impide la acumulación de moco.

Debido a que la tráquea es la única vía por la que puede entrar aire a los pulmones, la obstrucción traqueal es una amenaza para la vida.

Rama bronquial más corta y vertical y por tanto, con más propensión a alojarse en ella cuerpos extraños.



La parte inferior se divide en dos ramas, **LOS BRONQUIOS**, que se dirigen cada uno de ellos a cada pulmón, ramificándose a continuación en conductos de pequeño diámetro (lo que dificulta que lleguen hasta los pulmones el polvo y otras partículas): **LOS BRONQUIÓLOS**. Estos distribuyen el oxígeno en los **ALVEOLOS pulmonares**, una especie de pequeñas bolsas, con una pared muy fina y recubierta de capilares, donde se produce el intercambio de gases. Podemos encontrar en su pared interior, células llamadas macrófagos, que ingieren y destruyen sustancias irritantes contenidas en el aire.

Se estima que la superficie total para el intercambio gaseoso es de unos 50 a 70 m<sup>2</sup> (40 veces mayor que la superficie de la piel).

**LOS PULMONES** son los órganos básicos del aparato respiratorio. Ppesan aproximadamente 1`5 kg. Están situados en el interior de la caja torácica separados entre sí por un espacio llamado **mediastino** (donde están el corazón, grandes vasos sanguíneos, bronquios, esófago..). Tienen forma de cono cuya base está apoyada sobre el diafragma y su vértice llega a la clavícula. Son elásticos, se contraen y expanden siguiendo los movimientos de la cavidad torácica.

El tejido interior de los pulmones es esponjoso, formado por el árbol bronquial: bronquios principales que se van ramificando hasta llegar a los bronquíolos terminales y los alvéolos, los cuales representan el 90% del volumen total del pulmón. Hay millones de alveolos agrupados, que simulan racimos de uvas y componen la masa pulmonar. De esta forma, los pulmones son espacios aéreos principalmente.

La superficie de cada pulmón está recubierta por una capa membranosa, **la pleura pulmonar** y la pared torácica está tapizada por la **pleura parietal**. Están separadas por un fluido lubricante que permite a los pulmones deslizarse durante la respiración pero ofrecen gran resistencia a ser separadas. Evitan también que los pulmones se dañen rozándose con las costillas.

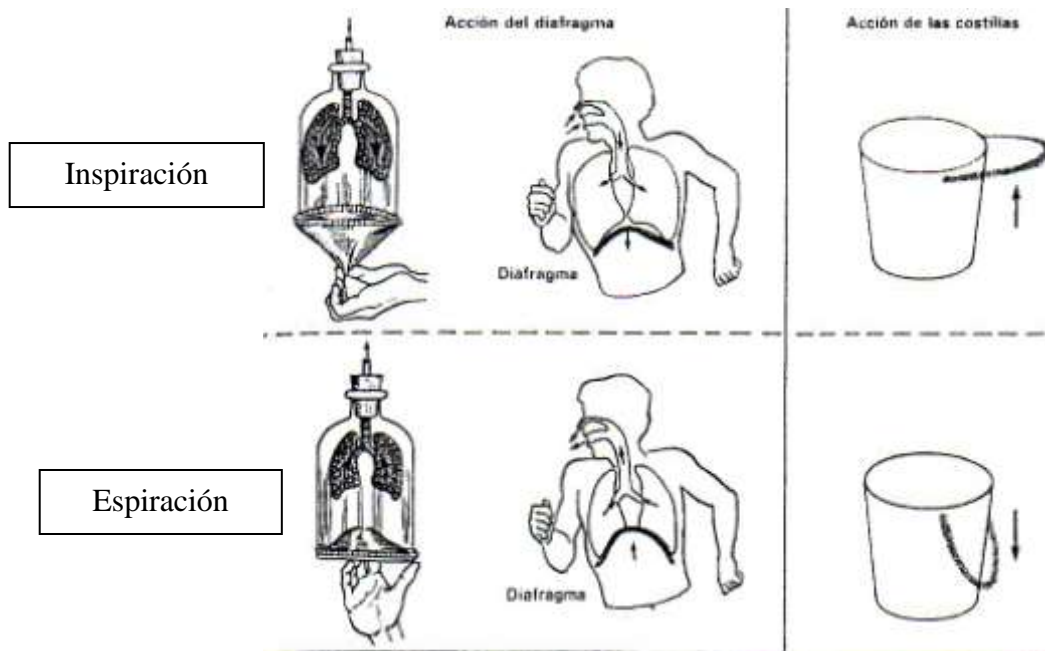
## **LOS MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS**

La entrada y salida del aire en los pulmones se efectúa a través de los movimientos respiratorios. Todos los movimientos de la caja torácica se transmiten a los pulmones debido a los cambios de presión intrapulmonar que se generan. Se distinguen 2 fases: inspiración y espiración.

- **Inspiración**.- Es un proceso activo. Es el movimiento que utilizamos para introducir aire en los pulmones. Se ensancha la pared torácica y se crea una presión negativa dentro de los pulmones (menor presión que la atmosférica) y si la nariz y la boca están abiertas, entrará aire. En la inspiración también se produce una aceleración de la circulación venosa de retorno hacia el corazón. La inspiración es, pues, un importante y excelente elemento de relleno del corazón y de la buena llegada de la sangre venosa hasta los pulmones al contacto con el aire fresco que acaba de penetrar en ella.

- **Espiración**.- La espiración normal es un proceso pasivo. Los músculos inspiratorios se relajan y el tejido elástico de los pulmones se encoge, devolviendo la caja torácica a sus dimensiones normales, más pequeñas. Ello incrementa la presión en los pulmones y fuerza al aire a salir de estos.





Por tanto, para realizar los movimientos respiratorios es importante movilizar la caja torácica aumentando o reduciendo su tamaño.

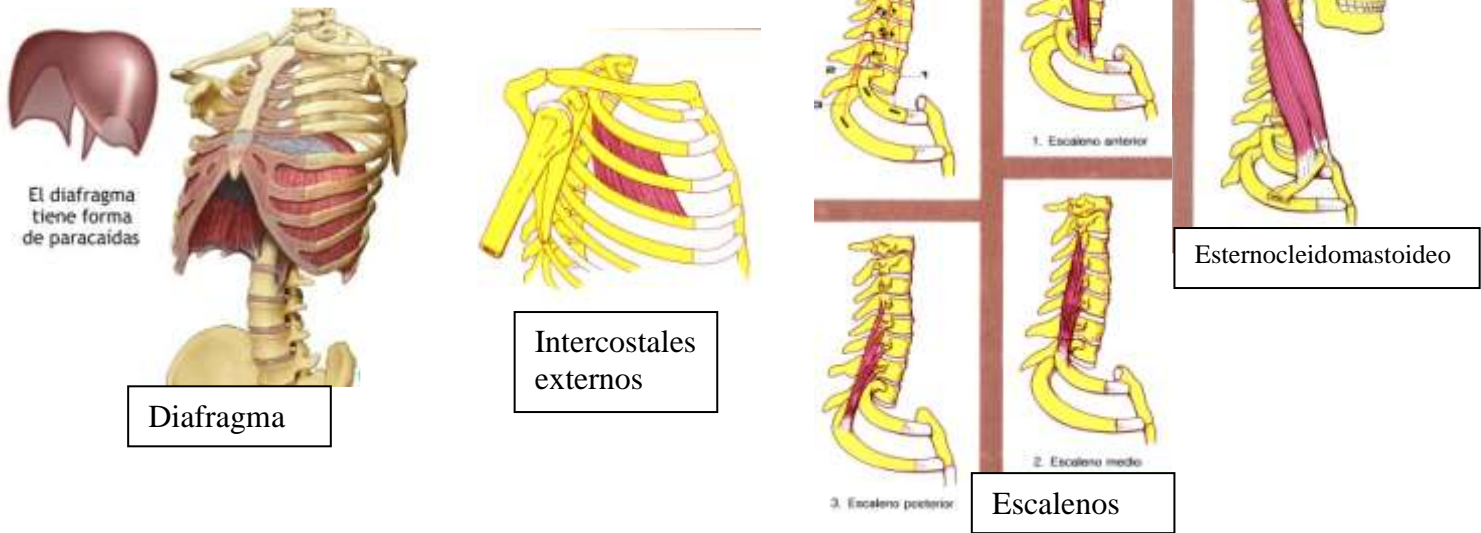
Para efectuar estos movimientos participan principalmente los siguientes [músculos](#)

### respiratorios:

#### -Inspiratorios:

- **Diafragma.**- es el músculo esencial de la respiración, ya que por sí solo ensancha los 3 diámetros del volumen torácico:
  - Ensanchamiento del diámetro vertical por descenso del centro frénico.
  - Ensanchamiento del diámetro transversal por elevación de las costillas inferiores.
  - Ensanchamiento del diámetro anteroposterior por elevación de las costillas superiores por medio del esternón.
  
- **Intercostales externos.**- su contracción aumenta los espacios intercostales. Eleva las costillas inferiores.
  
- Durante la respiración forzada y laboriosa, por ejemplo en ejercicios intensos, la inspiración está asistida además por los **esternocleidomastoideos, pectorales y escalenos** (en cuello).

## Inspiratorios:

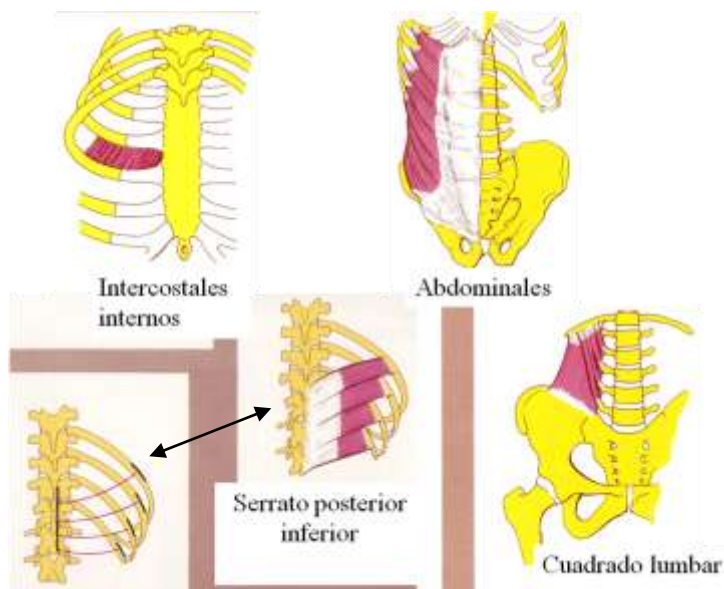


## -Espiratorios:

En reposo y durante la respiración tranquila, el proceso de espiración es pasivo. Los músculos inspiradores se relajan y por simple elasticidad de estos músculos, de las costillas y sus cartílagos y de la pleura, el tórax recobra su posición inicial.

En las espiraciones profundas y forzadas se necesita de la participación de los músculos espiratorios:

- **Intercostales internos.**- reducen el espacio intercostal y disminuyen la cavidad torácica.
- **Músculos abdominales.**- Durante la espiración, el diafragma se relaja y la contracción de los abdominales hace descender las costillas inferiores y esternón y, por tanto, disminuye simultáneamente los diámetros transversal y anteroposterior del tórax. Por otra parte, al aumentar la presión intraabdominal, los abdominales empujan a la masa de las vísceras hacia arriba y hacen ascender el centro frénico del diafragma, con lo que disminuye el diámetro vertical del tórax.
- **Serrato menor posterior inferior y el cuadrado lumbar.**- bajan costillas.



## **TIPOS DE RESPIRACIÓN**

Se habla de 3 tipos de respiración:

**-RESPIRACIÓN CLAVICULAR O ALTA.-** Interviene la parte alta del pecho.

**-RESPIRACIÓN TORÁCICA O MEDIA.-** Es el tipo de respiración más frecuente. En la inspiración los músculos intercostales originan una elevación y rotación de las costillas medias e inferiores, aumentando los diámetros de la caja torácica. En la espiración, el tórax efectúa el movimiento contrario, relajándose estos músculos.

**-RESPIRACIÓN ABDOMINAL.-** Este tipo de respiración se utiliza durante el sueño y es la que se utiliza durante los ejercicios de relajación.

Debemos mover el abdomen independientemente del tórax (que permanece quieto).

Cuando inspiramos relajamos los músculos del abdomen y cuando espiramos contraemos los abdominales (como si empujásemos el aire hacia fuera desde la barriga).

Este tipo de respiración tiene varios efectos, entre otros los siguientes:

- Un ascenso del diafragma, por la presión de las vísceras.
- Masaje de las vísceras abdominales y por tanto estímulo del peristaltismo intestinal.
- Incremento del tono muscular de los abdominales.
- Las presiones cambiantes dentro del abdomen y del tórax estimulan el retorno venoso al corazón. Cuando las presiones se reducen las venas se llenan de sangre y cuando aumenta la presión comprimen la sangre de las venas, lo que estimula su retorno mediante una acción de ordeño.

## **VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES**

Se denominan **volúmenes respiratorios o pulmonares**, a las cantidades de aire puestas en movimiento durante los diferentes tiempos de la respiración y de los distintos tipos respiratorios. Hay muchos factores que afectan a la capacidad respiratoria: talla, sexo, edad, condición física, ....

El aire que no ingresa en los alvéolos (unos 150 ml del volumen corriente) permanece en el llamado "Espacio muerto" (boca, fosas nasales, tráquea, bronquios y bronquiólos). Se llama así porque allí no ocurre ningún intercambio gaseoso con la sangre. Afortunadamente, la frecuencia y la profundidad de respiración adecuadas están reguladas de forma automática tanto en reposo como durante el ejercicio sin un esfuerzo consciente por nuestra parte.



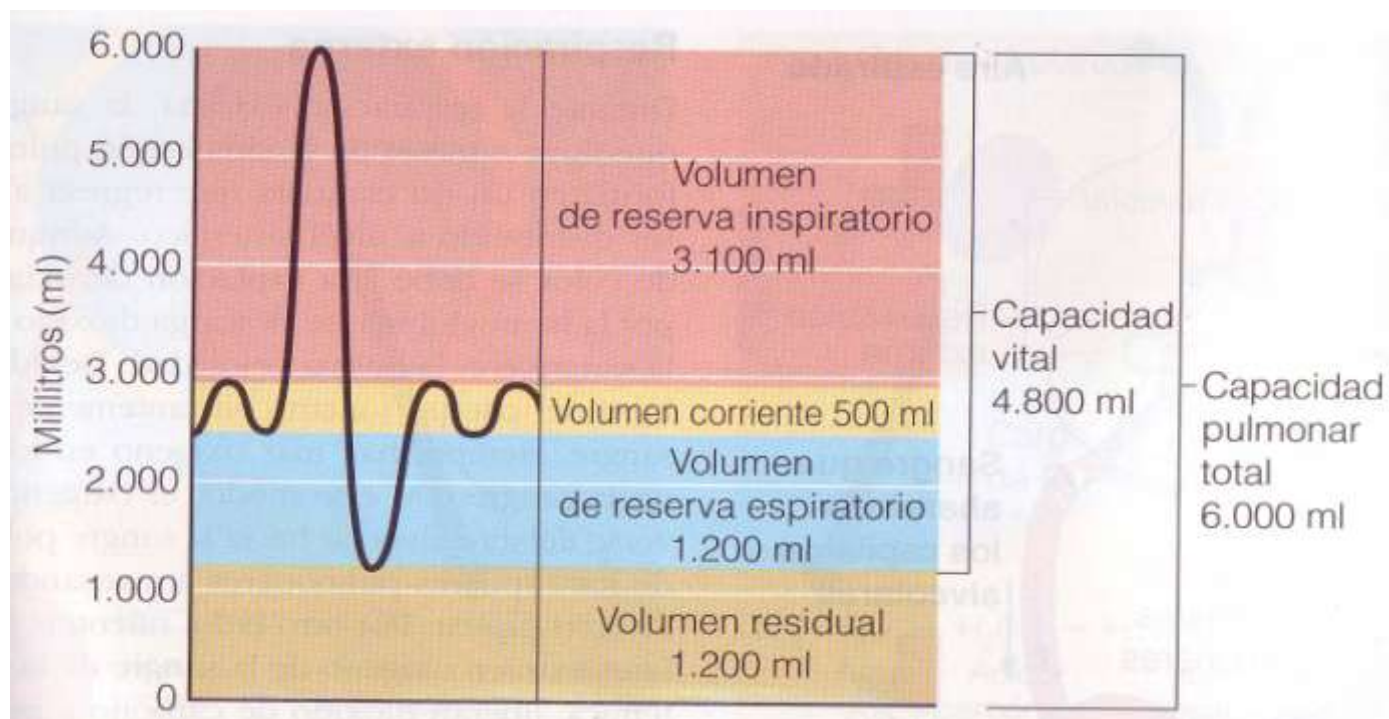
Para medir los volúmenes y capacidades pulmonares se utilizan unos aparatos denominados **espirómetros** que miden los volúmenes de aire espirado. Es útil para evaluar pérdidas de la función respiratoria.

Durante la respiración tranquila, en reposo, los volúmenes respiratorios se explican como sigue:

- El aire inspirado y espirado en una respiración normal es de unos 0´5 litros de aire. Esto es lo que denominamos **volumen corriente (VC)**.
- Si prolongamos una inspiración normal mediante una inspiración forzada, penetrarán en los pulmones aproximadamente de 2´5 a 3´5 litros. Es lo que se llama **volumen de reserva inspiratorio (VRI)**.
- $VC + VRI =$  **capacidad inspiratoria**.
- Si tras una espiración normal se prosigue la espiración forzada hasta su último límite, se expulsa entonces el **volumen de reserva espiratorio (VRE)**: un litro y medio.
- $VC + VRI + VRE =$  **capacidad vital (CV)** = de 4 a 8 litros ( dependerá principalmente del sexo y tamaño corporal de la persona) .
- Al término de una espiración forzada y completa subsiste aún en los pulmones y los bronquios cierta cantidad de aire denominada **volumen residual (VR)**: un litro.

**La capacidad pulmonar total** será por tanto =  $VC + VRI + VRE + VR$ .

- **Frecuencia respiratoria.- (fr)**.- N° de respiraciones por minuto (en reposo unas 10-20 veces/min.).
- **Ventilación minuto (VE) o volumen minuto respiratorio (VMR)**.- Es la cantidad de aire ventilada (espirada) por los pulmones en un minuto. ( $VMR = VC \times fr : 0´5 \times 14 = 7$  l/min en reposo.



El volumen del espacio muerto es de 150 ml, lo que quiere decir que en la respiración normal cuando tan sólo se moviliza el volumen corriente (VC), únicamente llegan 350 ml a las paredes alveolares para el intercambio gaseoso. En algunos enfermos se recurre a disminuir el volumen del espacio muerto (en casi la mitad) por medio de una traqueotomía, que establece una comunicación directa entre la tráquea y el exterior (tiene el problema de acarrear problemas al privar de las defensas naturales de las vías respiratorias, habiendo mayor exposición a infecciones).

## **RESPIRACIÓN Y EJERCICIO**

La ventilación pulmonar no suele ser un factor limitante del rendimiento, únicamente que haya algún tipo de problema respiratorio como el asma (tendrán que controlar la medicación para evitar la inflamación bronquial), bronquitis (moco en vías respiratorias inferiores que dificultan la respiración), anemia (menor cantidad de hemoglobina que es el principal medio de transporte del oxígeno), etc.

Durante el ejercicio intenso se puede aumentar hasta 25 veces la cantidad de oxígeno que atraviesan los alvéolos para entrar en la sangre y ser utilizado según necesidades.

Los diferentes volúmenes se reparten distintamente. El único que no cambia es el volumen residual, puesto que se trata de un aire imposible de expulsar, cualesquiera que sean la fuerza y la intensidad de los movimientos respiratorios. Las necesidades de oxígeno aumentan al igual que las cantidades de CO<sub>2</sub> que deben ser eliminadas. Por consiguiente el VMR (volumen minuto respiratorio) aumenta, modificándose el volumen corriente (VC) y/o la frecuencia respiratoria. La

frecuencia respiratoria durante el ejercicio vigoroso aumenta normalmente a 35 o 45 respiraciones por minuto, llegándose a registrar frecuencias de hasta 75. En cuanto al volumen corriente, valores de 2 litros son comunes durante el ejercicio. Se han llegado a registrar valores de VMR de 240l/min.

Durante esfuerzos moderados, es sobre todo el VC el que aumenta, a expensas de los volúmenes de reserva inspiratorio y espiratorio (principalmente).

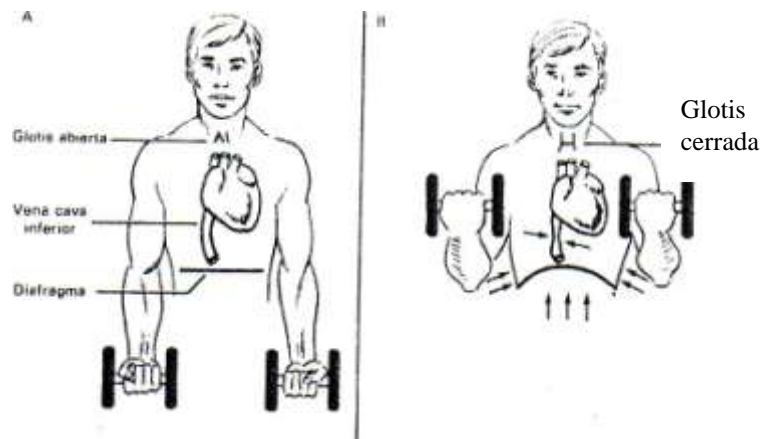
Después del ejercicio la ventilación vuelve a los valores en reposo, con rapidez al comienzo y luego de forma más lenta.

Durante un esfuerzo podemos simplemente respirar de forma automática, procurando hacerlo siempre que nos sea posible por la nariz y en determinados ejercicios se puede hacer coincidir la espiración (por la nariz) con la fase más intensa del ejercicio.

No es recomendable realizar **apneas** (detención de la respiración) durante ciertos momentos de esfuerzo físico, ya que se abusa de la reserva de  $O_2$  del organismo, apurándolo, lo que luego obliga a ventilar forzosamente.

También deberemos tener precaución con la **Maniobra de Valsalva** (después de una inspiración, mantener cerrada la glotis simultáneamente con la realización de un ejercicio muy forzado y con

contracción de los músculos espiratorios y en particular los músculos abdominales), ya que aunque puede resultar útil para disminuir las fuerzas que actúan sobre la columna al realizar diversos esfuerzos (levantar pesos, ...), y mejorar la acción de los músculos que están unidos al tórax; no sólo se bloquea la respiración, sino que causa diversas perturbaciones circulatorias importantes: puede causar un gran



aumento de la presión dentro de la cavidad pulmonar que comprime las venas torácicas, reduciendo así de manera significativa el retorno venoso al corazón, dificultando la circulación pulmonar, disminuyendo la cantidad de sangre contenida en las paredes alveolares, disminuyendo la provisión sanguínea al cerebro (pudiendo producir mareos). El esfuerzo muscular de tipo forzado que normalmente acompaña a la maniobra de Valsalva eleva temporalmente la presión sanguínea e

impone una carga de trabajo adicional al corazón. Por lo tanto, los individuos que tengan una enfermedad cardíaca y vascular deberían evitarlo.

(Nota curiosa.- también se utiliza esta técnica en la evacuación intestinal, inspirando y contrayendo los abdominales para así presionar el intestino y facilitar la evacuación).

Podemos facilitar la respiración después de un ejercicio agotador, doblándonos hacia delante, como observamos que hacen a veces diferentes deportistas. Es muy probable que esto sirva dos propósitos: facilitar el flujo de la sangre hacia el corazón y reducir al mínimo los efectos antagónicos de la gravedad sobre la dirección normal hacia arriba del movimiento inspiratorio.

Aconsejamos la práctica de **ejercicios respiratorios**, ya que a través de los años, los pulmones y músculos inspiratorios van perdiendo elasticidad. La práctica de estos ejercicios aumenta la movilidad de las costillas y mantienen y mejoran la elasticidad de los pulmones...

**Nota sobre respiración y bicicleta.-** En la posición del ciclista con flexión de tronco se entorpece el descenso del diafragma por la presión de las vísceras abdominales sobre éste. Cuanto más agachados vayamos, menos favorable es la posición para la inspiración.

## **MECANISMO DE LA TOS Y DEL ESTORNUDO**

Cuando se introducen partículas extrañas en el árbol bronquial, se estimulan células nerviosas receptoras en la laringe, tráquea y bronquios. Se transmiten las señales nerviosas al tronco cerebral que emite una respuesta que pone en marcha el reflejo de **la tos** expulsándose así estas partículas irritantes. La tos se encarga, asimismo, de expulsar paquetes mucosos secretados por los bronquios, que engloban las finas partículas extrañas y son seguidamente rechazadas hacia arriba por el movimiento incesante del epitelio ciliado bronquial (pelillos).

Se puede explicar el mecanismo de la tos en 3 tiempos:

- **Primer tiempo:** una inspiración profunda, que hace entrar en el árbol bronquial y alvéolos la mayor parte del volumen de reserva inspiratoria (VRI).
- **Segundo tiempo:** la puesta en tensión, en la que interviene el cierre de la glotis y la contracción violenta de los músculos espiradores (intercostales, abdominales, ...), aumentando considerablemente la presión intratorácica.
- **Tercer tiempo:** la expulsión. Se abre bruscamente la glotis y se libera una violenta corriente de aire que arrastra las partículas extrañas y el moco hacia la faringe, de la que serán expectorados.

**El estornudo** también es un acto reflejo de las vías respiratorias con la finalidad de limpiar la nariz de polvo o de cualquier otra partícula del aire que provoque irritación en las mucosas. Se efectúa una brusca inspiración de aire, que casi a continuación, espiramos de golpe. El aire sale entonces a presión por las fosas nasales y arrastra el polvo, ...

**¿COMO SONARSE?:** En el sonado existe una relación causa-efecto traducida en un ruido-perjuicio, es decir, cuanto más fuerte es el sonido generado al sonarse, mayor daño puede ocasionar. ¿Por qué? Las fosas nasales se comunican con el oído y los senos nasales. Así pues, cuanto ocurra en las fosas nasales repercutirá en éstos.

La finalidad del sonado es hacer pasar el aire de la espiración velozmente por la nariz para que arrastre las mucosidades que puedan permanecer estancadas. Para ello, se precisa rápida espiración. Muchas personas 1º toman aliento y luego, antes de dejar salir el aire, cierran la nariz y presionan con fuerza unos instantes sin dejar que éste pase. Este es el punto culminante nocivo, puesto que la presión empuja las mucosidades contra los senos y el oído. Esto puede degenerar en focos de infección como sinusitis, otitis, sordera, vértigo, ...

Será mejor cerrar sólo una ventana nasal o mejor todavía abrir ampliamente las alas de la nariz, colocar el pañuelo delante y a continuación efectuar unos pequeños golpes espiratorios. Es decir, debemos dejar salir el aire con fuerza libremente. Si las vías nasales están algo obstruidas, la espiración deberá ser suave.

## **RESPIRACIÓN Y EDAD**

Los cartílagos costales son tanto más flexibles y elásticos cuanto más joven es el sujeto; con la edad tienden a osificarse, lo que explica la pérdida de flexibilidad torácica y respiratoria de los ancianos.

Las condiciones respiratorias también están modificadas sensiblemente por la cifosis dorsal (chepa) y la hipotonía muscular: el aumento de la curvatura del raquis dorsal superior determina la convergencia de las costillas superiores y la disminución de amplitud de sus movimientos. De este modo, la parte superior de los pulmones carece prácticamente de ventilación, y la respiración adopta el tipo costal inferior o incluso abdominal.

El volumen residual pulmonar tiende a aumentar con la edad, mientras que los volúmenes de reserva inspiratorio y espiratorio se vuelven progresivamente menores. Esto se atribuye generalmente a la disminución de los componentes elásticos del tejido pulmonar con el envejecimiento.



## **¿Por qué a veces los fumadores sienten que les falta el aliento?**

El hábito crónico de fumar origina, entre otras cosas, un aumento de la resistencia de las vías respiratorias (por aumento de moco que disminuye la luz interior de las cavidades), tornando más difícil desplazar el aire hacia el interior de los pulmones y hacia afuera.

Los músculos respiratorios deben trabajar de forma más intensa, lo cual significa que, a su vez, los músculos respiratorios requerirán más oxígeno, dejando de este modo una menor proporción para los músculos estriados que realizan el trabajo.

Durante el ejercicio intenso la resistencia de las vías respiratorias en los fumadores crónicos puede llegar a duplicar la de quienes no fuman. Si no se fuma en las 24 horas antes del ejercicio se reduce parte de ésta resistencia, aunque sigue siendo mucho mayor que la de los no fumadores.

El hábito de fumar afecta también la cantidad de oxígeno que puede transportar la hemoglobina (Hb). Uno de los subproductos del humo de un cigarrillo encendido es el monóxido de carbono (CO), el cual presenta una afinidad mucho mayor con la Hb que el oxígeno. Cuando están presentes tanto el CO como el O<sub>2</sub>, tal como ocurre cuando un fumador inhala aire después de inspirar una bocanada de humo, el CO se combina con la Hb con mayor rapidez, por lo que no se puede combinar con el O<sub>2</sub> (se combinan en el mismo sitio de la Hb). Como resultado, se reduce la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre.

## **BENEFICIOS DEL APARATO RESPIRATORIO CON EL EJERCICIO FÍSICO**

- Aumento de la fuerza de la musculatura encargada de la inspiración y la espiración.
- Los alveolos pulmonares se distienden más (siendo capaces de absorber más aire) y aumenta la red de capilares que hay a su alrededor.
- Aumenta la captación de oxígeno en los pulmones.