

ANATOMÍA

T 11. Aparato respiratorio

1. Estructura
2. Vías respiratorias
3. Mucosa respiratoria
4. Nariz
5. Faringe
6. Laringe
7. Tráquea
8. Bronquios, bronquiolos y alveolos
9. Pulmones y pleura
10. Respiración
 - Mecánica de la respiración
 - Intercambio de gases en los pulmones (respiración externa)
 - Intercambio de gases en los tejidos (respiración interna)
 - Transporte de gases en la sangre
 - Volúmenes de aire intercambiados en la ventilación pulmonar
11. Regulación de la respiración
 - Corteza cerebral
 - Receptores que influyen sobre la respiración
12. Tipos de respiración

El *oxígeno* es la sustancia más importante para la supervivencia de las células y por tanto del organismo, así como la eliminación del *CO₂*.

Los órganos del aparato respiratorio realizan dos funciones básicas: *distribución del aire e intercambio de gases*. Este mecanismo de regulación homeostática consiste en mantener unas condiciones constantes que permitan el funcionamiento eficaz de las células. Además, el aparato respiratorio *filtra, calienta y humidifica* el aire que respiramos, participa en el proceso del *habla* y en las fosas nasales se aloja el *sentido del olfato*.

1. Estructura

Los órganos respiratorios comprenden nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones.

El diseño es similar al de un árbol, donde la tráquea ejerce de tronco principal que se ramifica en dos bronquios, cada uno entra en un pulmón y se siguen ramificando en bronquiolos cada vez más finos hasta llegar a los alveolos pulmonares donde una red de capilares se sitúa alrededor de cada uno para facilitar el intercambio de gases (paso de *O₂* del alveolo a la sangre y salida de *CO₂* de la sangre hacia el alveolo) que se produce por un tipo de transporte pasivo llamado difusión (sin gasto energético)

2. Vías respiratorias

Se dividen en superiores (órganos situados fuera del tórax, nariz, faringe y laringe) e inferiores (órganos dentro de la cavidad torácica, tráquea, bronquios, bronquiolos, alveolos y pulmones)

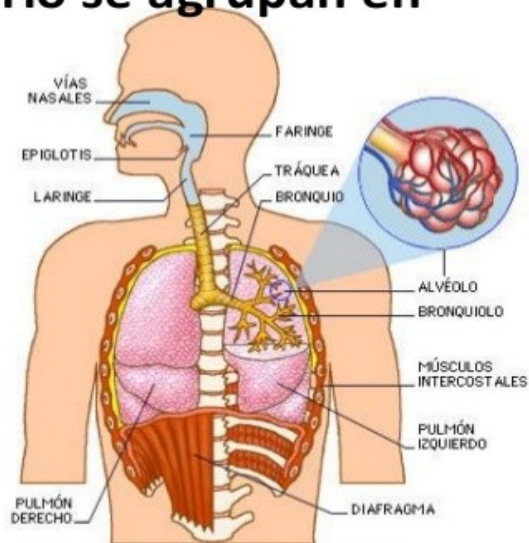
Los órganos que conforman el sistema respiratorio se agrupan en

-Vías aéreas superiores:

- Cavidades nasales.
- Faringe .
- Laringe.

-Vías aéreas inferiores:

- Tráquea.
- Bronquios .
- Pulmones.



3. Mucosa respiratoria

Es la membrana que reviste los tubos de distribución de aire del sistema respiratorio. Está cubierta por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado con células caliciformes que producen moco y en la zona externa, las células epiteliales están cubiertas de cilios que actúan a modo de pelos.

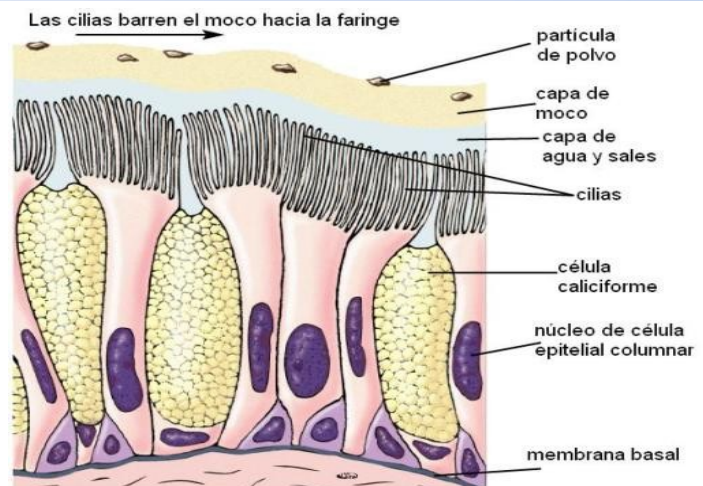
El aire que entra por la nariz es purificado para que las partículas que contiene no lleguen a los alveolos. En este mecanismo purificador participan el moco (se producen más de 125ml al día) que forma el manto mucoso que cubre el revestimiento de los tubos respiratorios. Esta capa de moco se desplaza, gracias a la acción de los cilios que se mueven en una sola dirección, desde las porciones inferiores del árbol bronquial hacia la faringe; este proceso se denomina *ascenso mucociliar*. El humo del tabaco paraliza la actividad de los cilios y se acumula el moco, que trata de eliminarse por la tos típica del fumador.

SEGMENTO RESPIRATORIO DE LA CAVIDAD NASAL



MUCOSA RESPIRATORIA

- Epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado con células caliciformes
- Membrana basal
- Lámina propia: Conectivo rico en células inmigrantes, glándulas seromucosas Sistema vascular extenso
- Periestio

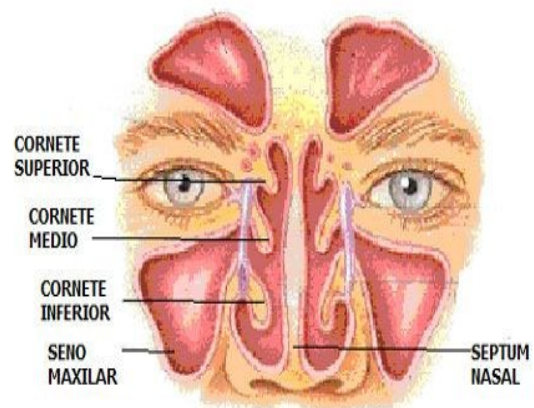
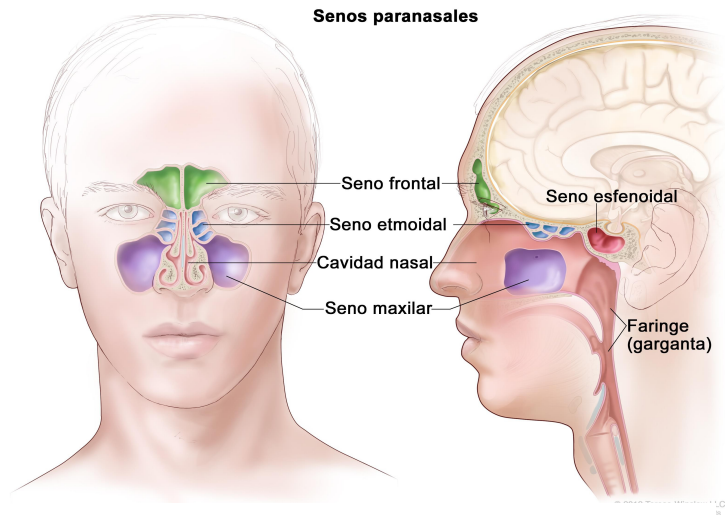


La vía respiratoria, desde las fosas nasales hasta los bronquiolos respiratorios, está tapizada por un epitelio pseudoestratificado, cilíndrico, ciliado, con células caliciformes secretoras de moco.

4. Nariz

El aire entra por los orificios nasales externos y pasa a las cavidades nasales izquierda y derecha (separadas por el tabique nasal) revestidas por la mucosa respiratoria. La superficie de estas cavidades está humedecida por el moco y calentada por los capilares sanguíneos. Además también contiene las terminaciones nerviosas responsables de la percepción olfativa. Los senos paranasales son espacios localizados dentro de los huesos frontal, maxilar, esfenoides y etmoides, que drenan en las cavidades nasales. Por otra parte, estas cavidades en los huesos disminuyen el peso de los huesos craneales y actúan como cámaras de resonancia para producir sonidos.

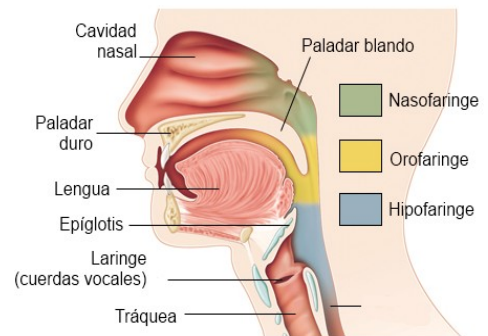
Dos conductos procedentes de los sacos lacrimales también drenan en la cavidad nasal. Los cornetes (superior, medio e inferior) son como repliegues o repisas que hay a cada lado de la cavidad nasal y que sirven para aumentar la superficie de contacto entre el aire que entra y la mucosa respiratoria, para humedecerlo y calentarlo.



5. Faringe

Llamada también garganta, mide unos 12,5 cm de longitud y se puede dividir en tres zonas: nasofaringe (detrás de las cavidades nasales) orofaringe (detrás de la boca) y laringofaringe. Forma parte de la vía de paso tanto de aire para el aparato respiratorio como de alimentos para el digestivo.

Las trompas de Eustaquio derecha e izquierda se abren en la nasofaringe, conectan el oído medio con ella y esto permite igualar las presiones de aire en el oído medio y externo. Como todas las cavidades están conectadas, las infecciones pueden pasar de unas zonas a otras.



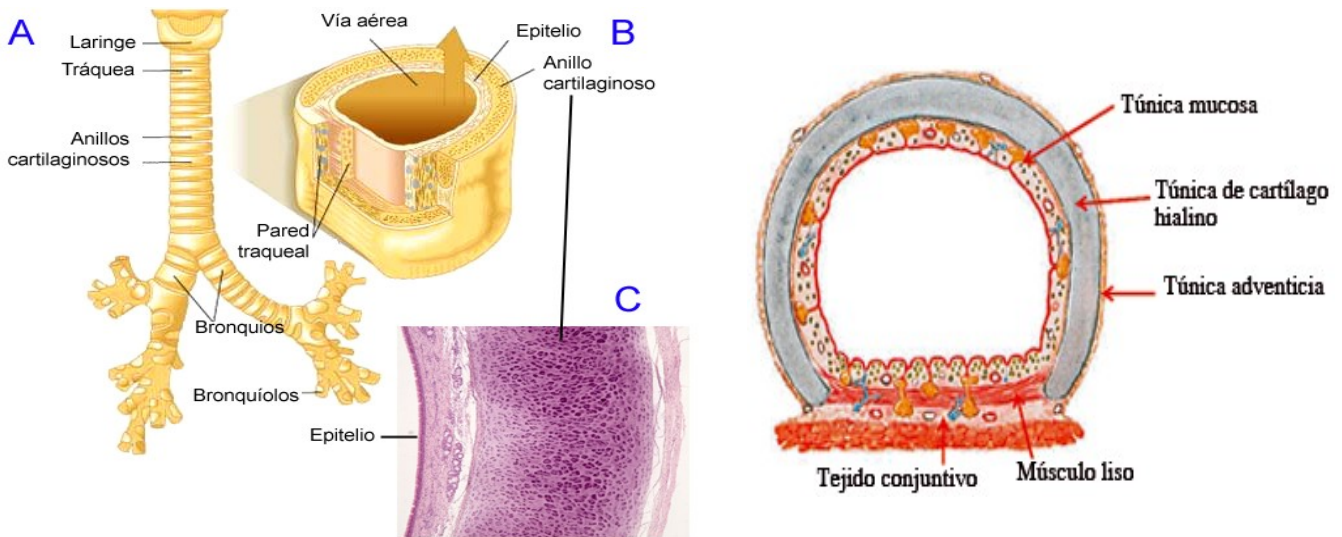
6. Laringe

Órgano de la voz. Compuesto por varias piezas de cartílago, la mayor es la nuez. Dos bandas fibrosas cortas son las cuerdas vocales, conectadas por músculos a los cartílagos laríngeos, para tensarlas o relajarlas y variar así el tono de voz. La epiglotis, cartílago situado sobre las cuerdas vocales, se ocupa de cerrar la laringe durante la deglución para impedir que los alimentos pasen a la tráquea.



7. Tráquea

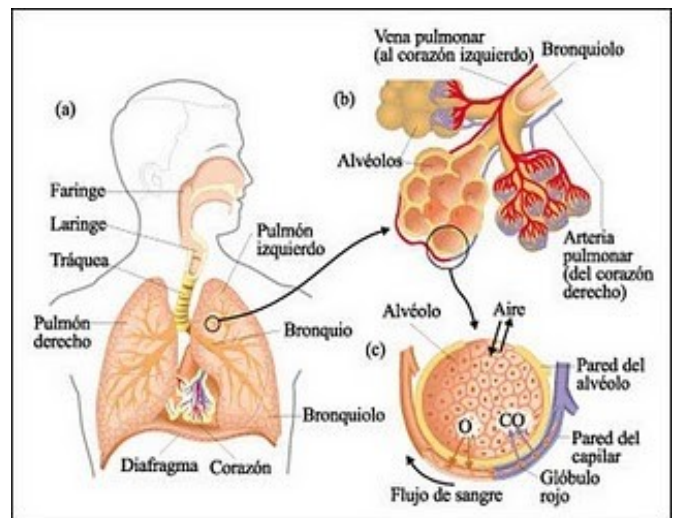
Es un tubo de unos 11cm de longitud que se extiende desde la laringe hasta los bronquios. Su función es permitir el paso del aire desde el exterior hasta los pulmones, y viceversa. Está revestida por mucosa respiratoria típica con glándulas mucosecretoras recubiertas de cilios con función protectora. La tráquea está formada por una serie de anillos (15-20) de cartílago con forma de C que mantienen su estructura; si se colapsa se interrumpe el aporte de aire y se produce la muerte en cuestión de minutos.



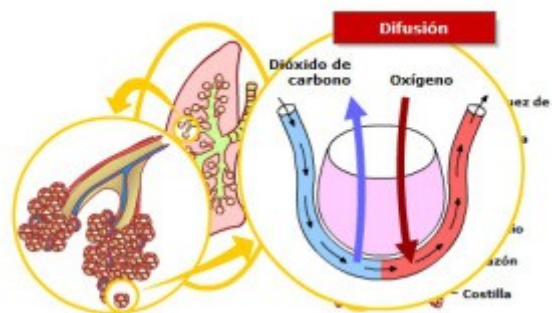
8. Bronquios, bronquiolos y alveolos

La *tráquea* se divide en dos *bronquios primarios*, derecho e izquierdo, que ingresan cada uno en un pulmón. Una vez dentro, se ramifican en *bronquios secundarios* más pequeños cuyas paredes, como la de la tráquea y los bronquios primarios, se mantienen abiertas por anillos de cartílagos para que pase el aire. Se siguen dividiendo hasta forman unos tubos minúsculos, los *bronquiolos*, cuyas paredes están formadas por musculatura lisa sólo. Estos bronquiolos se subdividen a modo de racimo en los *conductos alveolares*; cada uno termina en un *saco alveolar* formado a su vez por numerosos *alveolos*. En estos se produce el intercambio gaseoso entre oxígeno que entra y CO₂ que sale. Para ello sus paredes están constituidas por una sola capa de células epiteliales escamosas simples, esta membrana tan delgada se llama *membrana respiratoria*. Por otra parte, existen millones de alveolos (unos 100m²) lo que permite el intercambio de grandes cantidades de gases. La superficie de la membrana respiratoria está cubierta por una *sustancia surfactante* que ayuda a reducir la tensión superficial y evita que los alveolos se colapsen cuando el aire entra y sale.

No confundir membrana respiratoria, que separa el aire en los alveolos de la sangre en los capilares con la mucosa respiratoria, que tapiza las vías del árbol respiratorio.

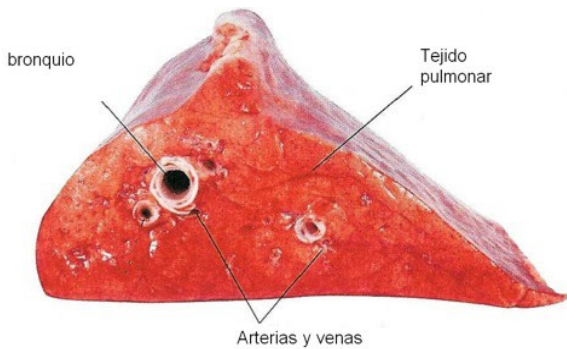
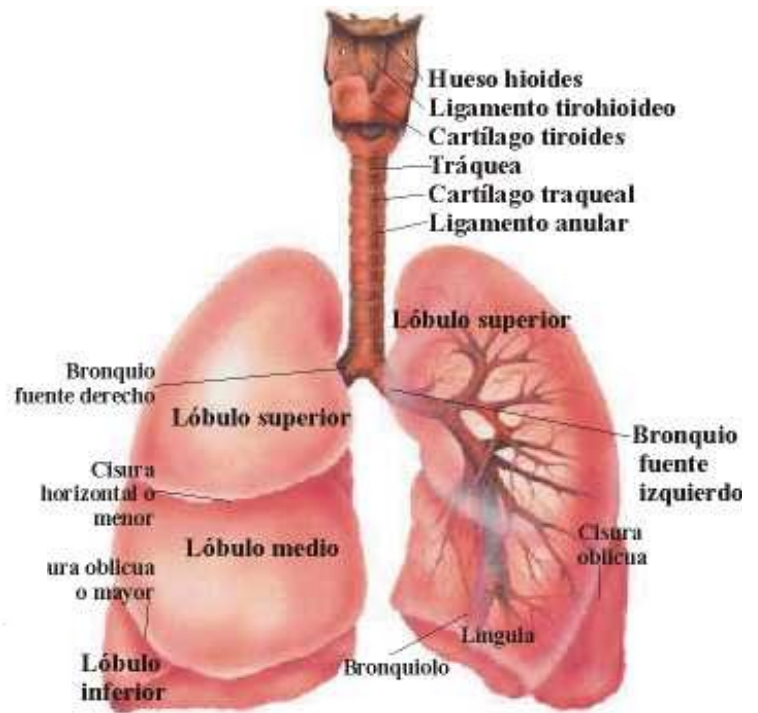


Intercambio de gases en los pulmones



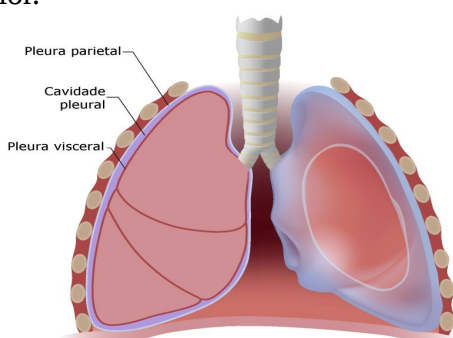
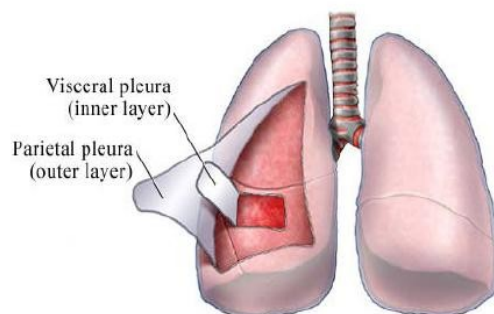
9. Pulmones y pleura

Los pulmones son órganos relativamente grandes situados en la cavidad torácica, protegidos por las costillas, el esternón por la parte anterior y la columna vertebral por la posterior. El pulmón izquierdo tiene sólo dos lóbulos ya que comparte espacio con el corazón, mientras que el derecho tiene tres lóbulos. La parte superior, más estrecha, de cada pulmón se llama vértice o ápex, y la inferior más ancha, que se apoya en el diafragma, es la base.



La pleura es una membrana serosa extensa, fina, húmeda y deslizante que recubre los pulmones (*pleura visceral*) y la cavidad torácica donde se alojan éstos (*pleura parietal*); entre una y otra está la *cavidad pleural* que contiene el líquido pleural, que favorece el deslizamiento de los pulmones en la respiración.

La pleuritis es una inflamación que se produce cuando al respirar una pleura roza contra la otra y produce dolor.



El neumotórax es la presencia de aire en la cavidad pleural, lo que aumenta la presión sobre el pulmón y dificulta o colapsa su función respiratoria.

10. Respiración

Significa intercambio de gases (CO_2 y O_2) de un organismo con su entorno. En los mamíferos los gases se transportan a través de la sangre desde los pulmones a las células y viceversa.

La ventilación o respiración pulmonar es el proceso de entrada y salida de aire de los pulmones, también llamado respiración externa.

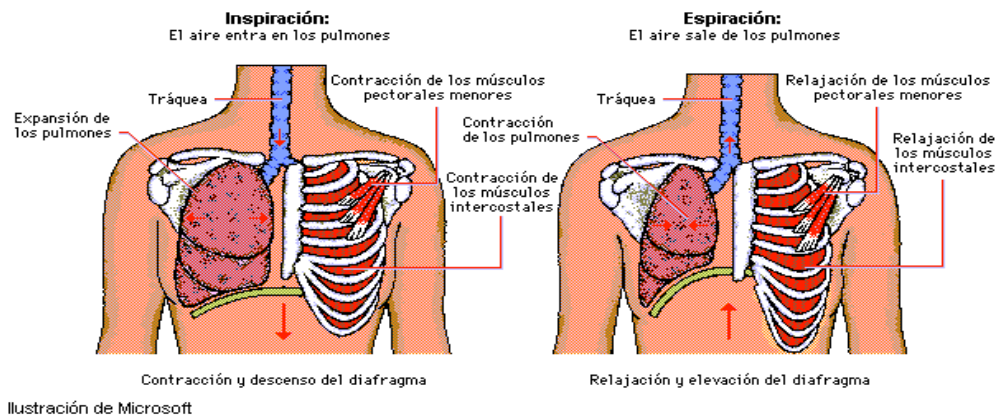
La respiración interna es el proceso por el que el O_2 entra en las células y sale el CO_2 .

La respiración celular es el proceso por el que las células utilizan el O_2 para obtener energía

Mecánica de la respiración. La respiración pulmonar tiene dos fases, la entrada de aire o inspiración, y la salida del mismo o espiración. Esto ocurre debido a los cambios de presión que sufren los pulmones producidos por la actuación de los músculos respiratorios: diafragma y músculos intercostales externos.

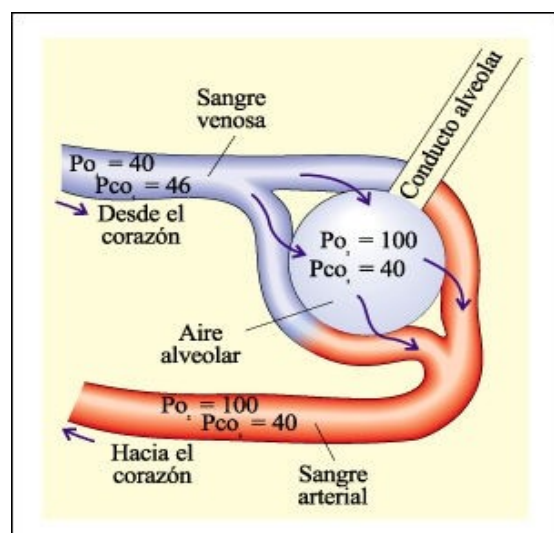
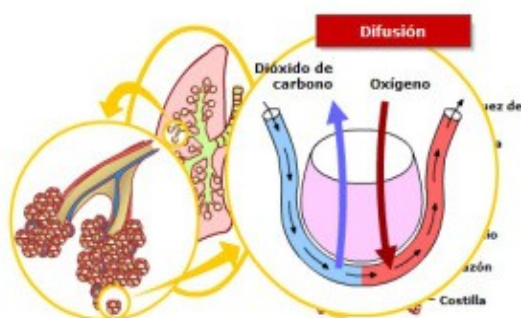
Inspiración: la cavidad torácica aumenta de tamaño porque el diafragma se contrae y se aplana, y los músculos intercostales externos se contraen y tiran de las costillas, agrandando la cavidad y con ello aumentando el tamaño de los pulmones; entonces la presión es menor y entra aire del exterior.

Espiración: se produce cuando los músculos respiratorios se relajan y la cavidad torácica disminuye de tamaño lo que aumenta la presión y expulsa el aire hacia fuera. Se puede realizar una espiración forzada para aumentar la frecuencia respiratoria y la profundidad de la ventilación. Para ello se contraen los músculos espiratorios que son los intercostales internos y abdominales.

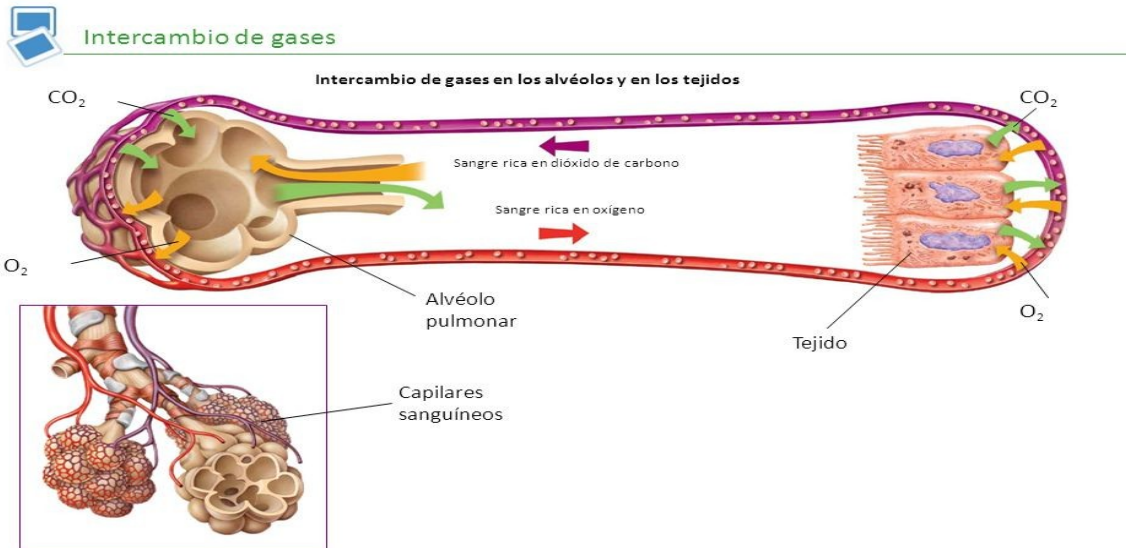
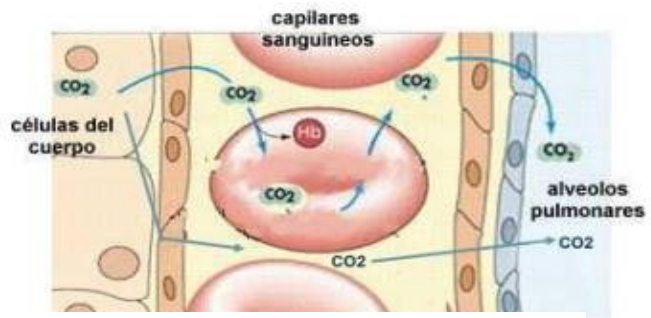


Intercambio de gases en los pulmones (respiración externa). Este intercambio de gases entre la sangre y el aire alveolar se produce por difusión, que es un tipo de transporte pasivo que no requiere gasto energético y se realiza a favor de presión, es decir, los gases pasan de donde hay mayor presión parcial de cada uno de ellos hacia donde hay menor presión parcial. En los alveolos el aire que llega tiene una PO_2 de 100mmHg y una PCO_2 de 40mmHg; en la sangre la PO_2 es de 40mmHg y la PCO_2 es de 46mmHg, por lo tanto el O_2 pasa de los alveolos a la sangre y el CO_2 de la sangre a los alveolos.

Intercambio de gases en los pulmones 1/5



Intercambio de gases en los tejidos (respiración interna). En este caso es el O₂ el que sale de la sangre hacia las células (PO₂ en los capilares de 100mmHg y en las células de 40mmHg) y el CO₂ el que sale de las células y entra en la sangre (PCO₂ en las células de 46mmHg y en los capilares de 43mmHg)



Transporte de gases en la sangre. El CO₂ y el O₂ son transportados disueltos o en combinación con otras sustancias. Al entrar en la sangre se disuelven en el plasma pero la mayor parte se une a la *hemoglobina* porque sino no podrían transportarse muchas cantidades ya que cuando las moléculas de gas se unen a otras moléculas su concentración plasmática (presión parcial) disminuye y así se pueden transportar mayores cantidades de los mismos.

Transporte de oxígeno.- una pequeña parte (0,3ml de cada 100ml de sangre) se transporta *disuelto* en la sangre, pero la mayoría entra en los eritrocitos y se une a la hemoglobina formando *oxihemoglobina* (21,1ml/100ml sangre) o sangre oxigenada.

COMBINACIÓN REVERSIBLE DEL O₂ CON LA HEMOGLOBINA.

Cuando la PO₂ es elevada el oxígeno se une a la hemoglobina, cuando es baja el oxígeno se libera de la hemoglobina.

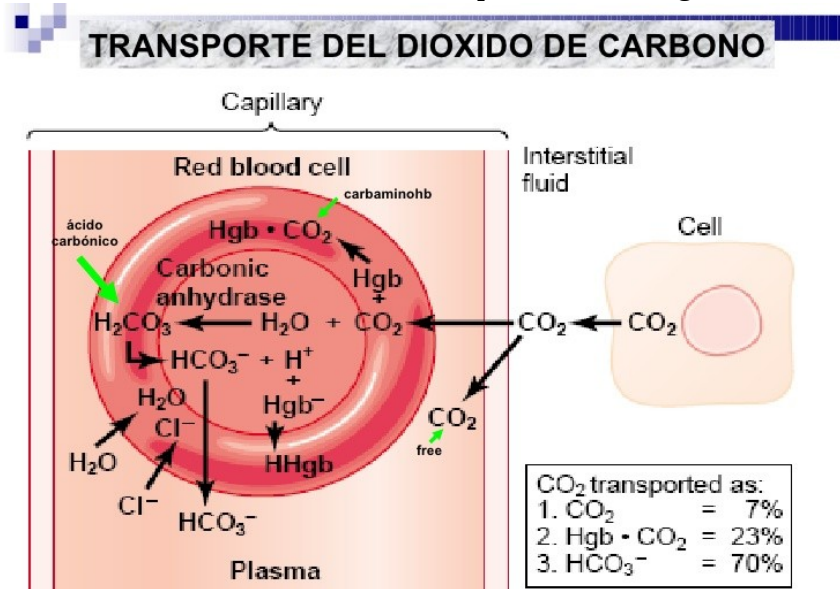
Este diagrama muestra tres etapas: 1. Oxígeno de los pulmones se dirige a los glóbulos rojos. 2. El oxígeno se une a las moléculas de hemoglobina, formando oxihemoglobina. 3. El oxígeno liberado se dirige a las células del tejido.

FUNCIÓN DE LA HEMOGLOBINA EN EL TRANSPORTE DE O₂

Hemoglobina 97%
3% plasma y células de la sangre.

Este diagrama muestra la estructura tridimensional de la hemoglobina, compuesta por cuatro cadenas (dos alfa y dos beta) que rodean un grupo hemo que contiene un átomo de hierro. La estructura es descrita como una forma elíptica de la molécula de polipéptido.

Transporte de dióxido de carbono.- Si se acumula en el organismo puede resultar tóxico por encima de 40-50mmHg en sangre venosa. Existen tres mecanismos de transporte en la sangre hacia los pulmones: *disuelto*, como CO₂ (10%) responsable de la PCO₂ en sangre; como *carbaxihemoglobina* (20%) unido a la hemoglobina y como *iones bicarbonato* (70%), que se forman cuando el CO₂ se disuelve en el plasma y algunas moléculas se asocian al agua formando ácido carbónico (gracias a la encima anhidrasa carbónica) que luego se disocia en H⁺ y HCO₃⁻ (todas las reacciones son reversibles en este último caso)



Volúmenes de aire intercambiados en la ventilación pulmonar. El *espirómetro* se usa para medir la cantidad de aire que entra y sale durante la respiración.

VC, volumen corriente (500ml) de aire que entra y sale con cada respiración normal.

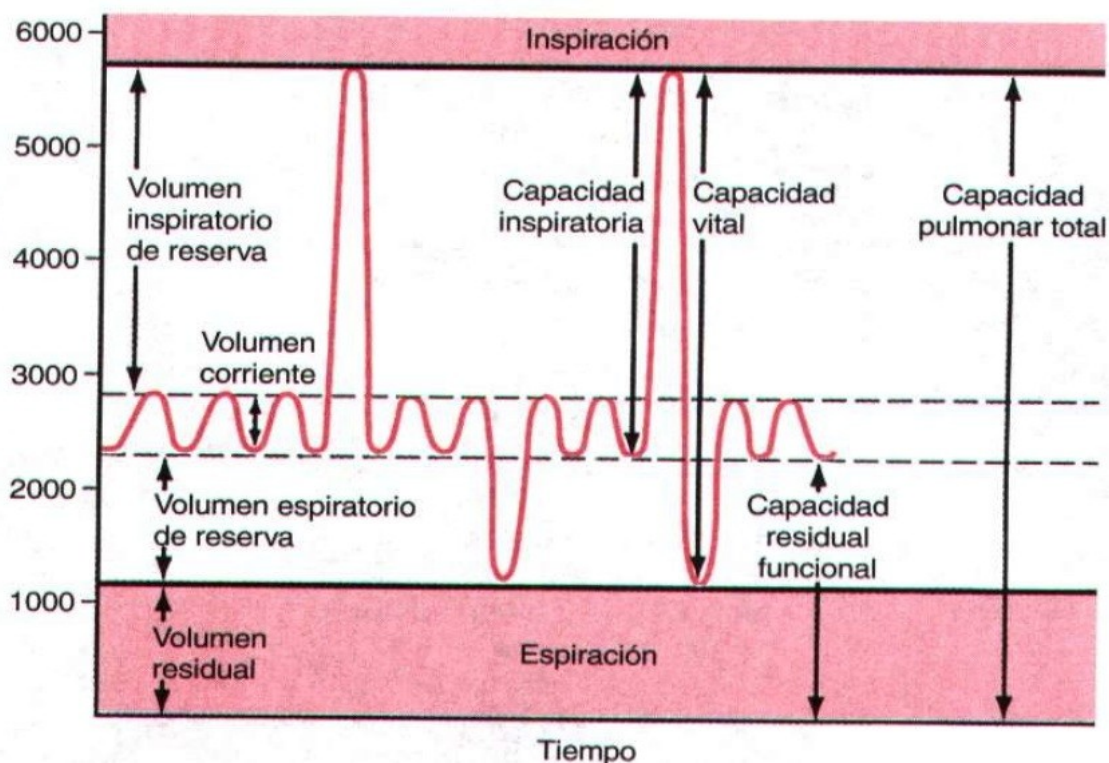
CV, capacidad vital, mayor cantidad de aire que podemos expulsar en una espiración forzada (4500ml-5000ml)

VRE, volumen de reserva espiratoria, aire que puede expulsarse de modo forzado después de expulsar el VC

VRI, volumen de reserva inspiratoria, aire que puede tomarse después de una inspiración normal

$CV = VC + VRI + VRE$

VR, volumen residual, es el aire que queda en los pulmones después de una espiración forzada.



11. Regulación de la respiración

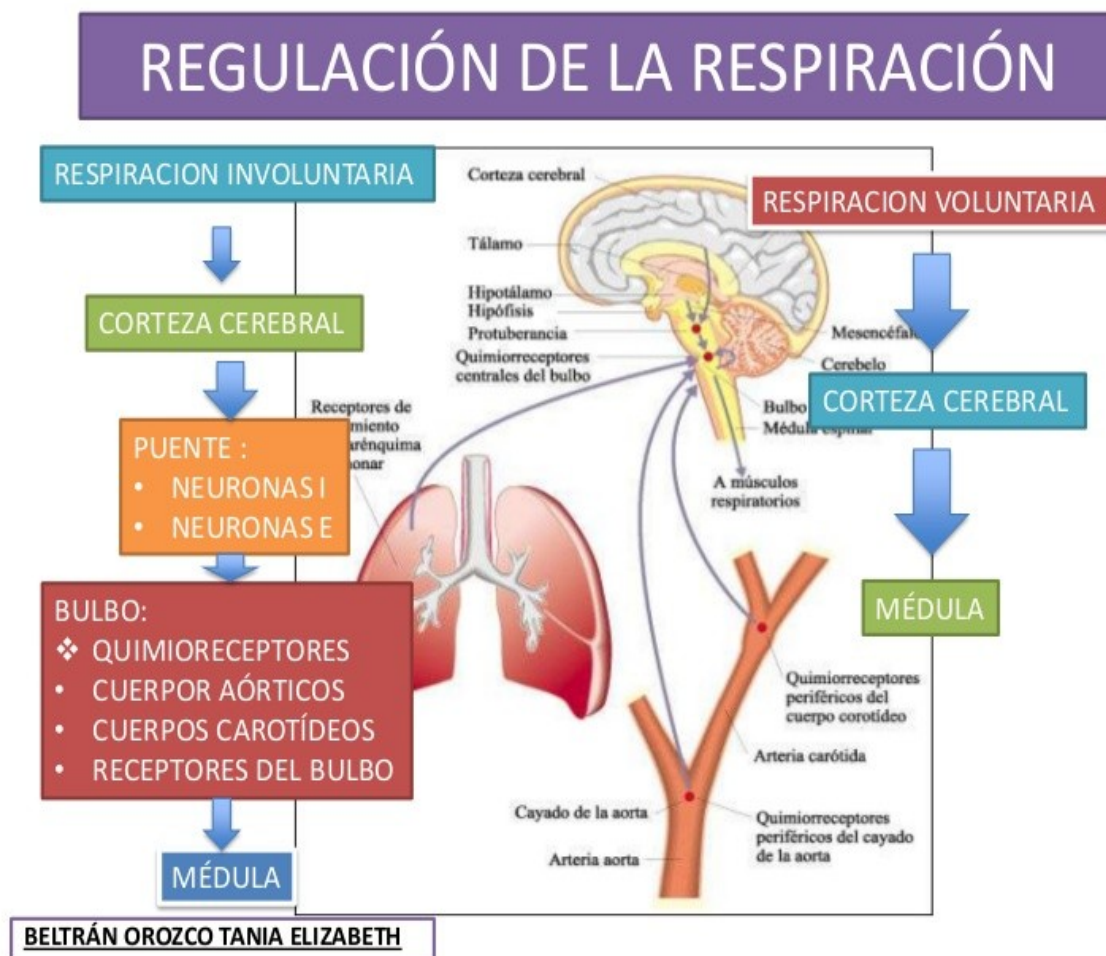
El cuerpo necesita oxígeno para obtener energía, y si se gasta más energía (ejercicio, por ejemplo) se necesita más oxígeno que se obtiene aumentando la frecuencia respiratoria y el volumen de aire que entra. En reposo hacemos entre 12 y 18 respiraciones por minuto.

Corteza cerebral. La corteza cerebral puede influir sobre la respiración modificando la frecuencia de activación de las neuronas de los centros de inspiración y espiración del bulbo raquídeo, es decir, se puede acelerar o frenar voluntariamente la frecuencia respiratoria. De hecho, se detiene en actividades como el habla, la deglución o el buceo. Pero este control voluntario tiene límites, por ejemplo, los niveles de CO₂ en sangre son más potentes para controlar la respiración que el control consciente.

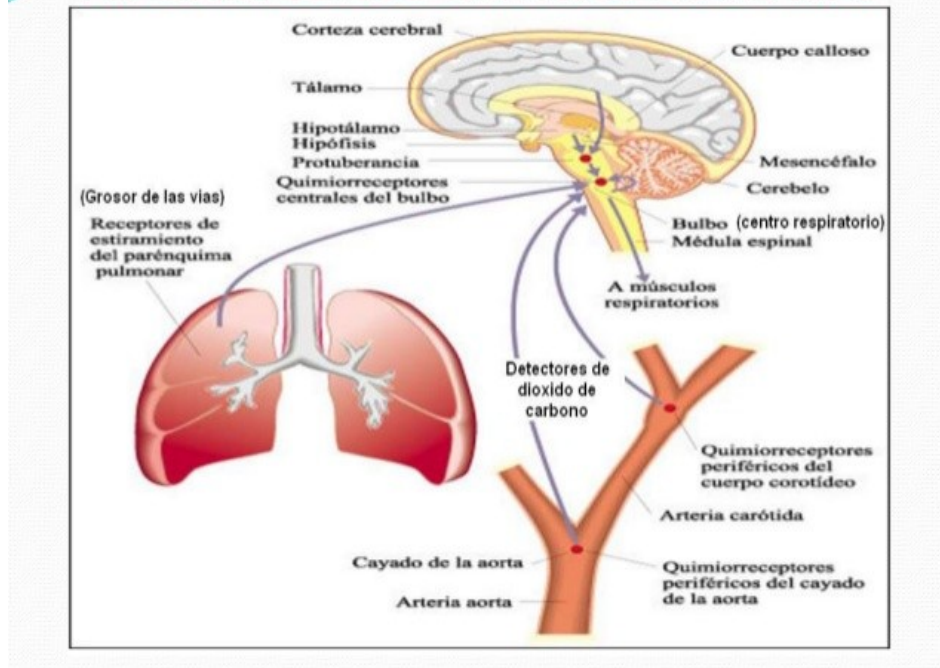
Receptores que influyen sobre la respiración.

Quimiorreceptores.- situados en los cuerpos carotídeos (localizados en el punto donde se dividen las arterias carótidas) y aórticos (grupos de células quimiosensibles situados junto al cayado aórtico cerca del corazón) detectan el aumento de CO₂ y la disminución de O₂ en sangre así como aumentos en su acidez. En esos casos envían impulsos nerviosos a los centros reguladores de la respiración para modificar la frecuencia respiratoria.

Receptores de distensión pulmonar.- situados en las vías aéreas y en los alveolos. Los impulsos generados regulan la contracción de los músculos inspiratorios; cuando los pulmones se han expandido lo suficiente se envían impulsos inhibidores y los músculos se relajan, produciéndose la espiración, y el ciclo se reinicia.



HIPOXIA DE LOS CENTROS BULBARES



12. Tipos de respiración

Eupnea.- frecuencia respiratoria normal

Hiperventilación.- respiración muy rápida y profunda causada voluntariamente o no (histérica)

Hipoventilación, disnea.- respiración lenta, laboriosa y superficial.

Apnea.- la respiración se detiene momentáneamente (apnea del sueño, por ejemplo)

Parada respiratoria.- la respiración no se reanuda.