

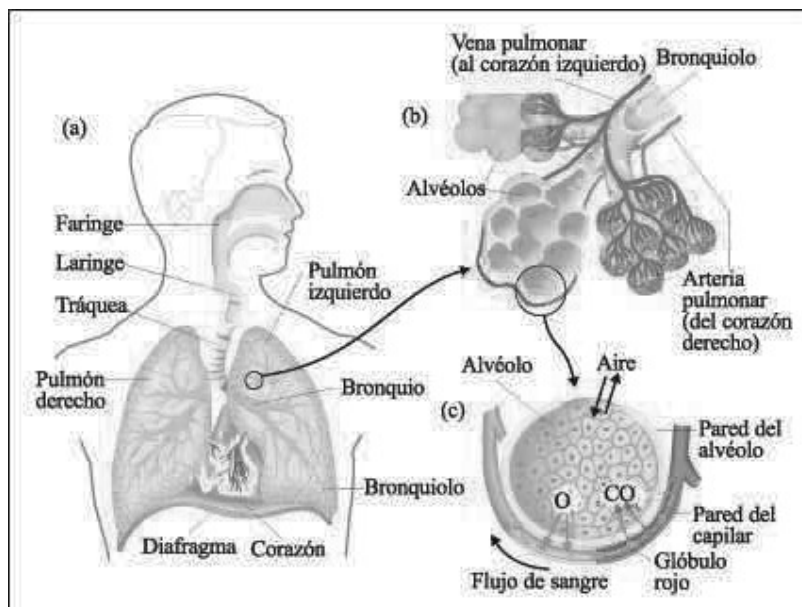
El oxígeno proveniente del medio externo (aire o agua) alcanza, por flujo global, los pulmones o las branquias. Luego, por difusión pasa a través de este tejido epitelial hasta la sangre desde donde, por flujo global circula hasta los tejidos donde será utilizado. Finalmente, difunde desde la sangre a los fluidos intersticiales, y hasta las células individuales para la respiración celular.

El dióxido de carbono, que es producido en las células de los tejidos, sigue el camino inverso y se elimina del cuerpo. La hematosis es el intercambio de CO₂ y O₂ en función de sus diferencias de presión entre la sangre y la cavidad alveolar, a través de una membrana constituida por la pared del alvéolo y la del capilar.

El sistema respiratorio humano

En el Homo sapiens, como en muchos otros animales, la inspiración o inhalación y la espiración o exhalación del aire hacia y desde los pulmones, habitualmente ocurre a través de la nariz donde son atrapadas partículas extrañas y polvo. El aire entra a los pulmones a través de la tráquea y avanza desde allí hasta una red de túbulos cada vez más pequeños, los bronquios y bronquiolos, que terminan en pequeños sacos aéreos, los alvéolos. El intercambio gaseoso tiene lugar realmente a través de las paredes alveolares. El aire entra y sale de los pulmones como resultado de cambios en la presión pulmonar que, a su vez, resultan de cambios en el tamaño de la cavidad torácica.

En el siguiente esquema, en a) el aire entra a través de la nariz o de la boca y pasa a la faringe, entra en la laringe y sigue hacia abajo por la tráquea, bronquios y bronquiolos hasta los alvéolos b) de los pulmones. Los alvéolos, de los que hay aproximadamente 300 millones en un par de pulmones, son los sitios de intercambio gaseoso. c) El oxígeno y el dióxido de carbono difunden a través de la pared de los alvéolos y de los capilares sanguíneos.



El sistema respiratorio humano.

Desde las cavidades nasales, el aire pasa a la faringe y desde allí a la laringe que contiene las cuerdas vocales y está situada en la parte superior y anterior del

cuello. El aire que pasa a través de las cuerdas vocales al espirar las hace vibrar y esto causa los sonidos del habla.

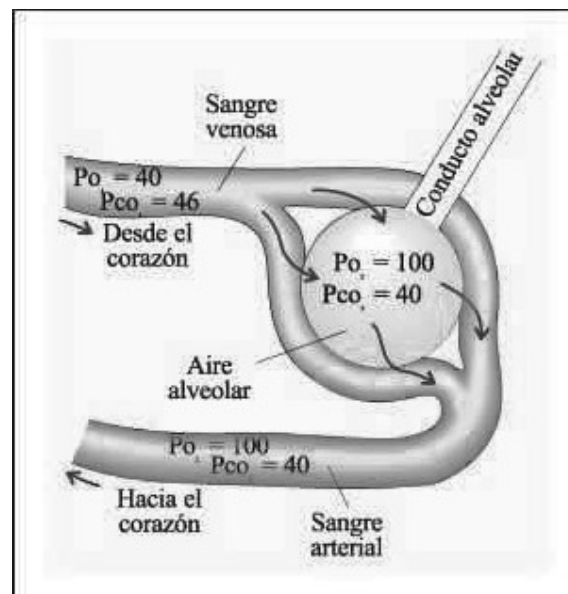
Desde la laringe, el aire inspirado pasa a través de la tráquea, un tubo membranoso largo también revestido de células epiteliales ciliadas.

La tráquea desemboca en los bronquios, que se subdividen en pasajes aéreos cada vez más pequeños llamados bronquiolos.

Los bronquios y los bronquiolos están rodeados por capas delgadas de músculo liso. La contracción y relajación de este músculo, que se halla bajo control del sistema nervioso autónomo ajustan el flujo de aire según las demandas metabólicas.

Los cilios de la tráquea, bronquios y bronquiolos baten continuamente, empujando el moco y las partículas extrañas embebidas en él hacia la faringe, desde donde generalmente son tragados.

El intercambio real de gases ocurre por difusión -como consecuencia de diferentes presiones parciales de oxígeno y dióxido de carbono- en pequeños sacos aéreos, los alvéolos, rodeados por capilares. El endotelio de los capilares y las células epiteliales planas de los alvéolos constituyen la barrera de difusión entre el aire de un alvéolo y la sangre de sus capilares.



El intercambio de los gases por difusión.

El intercambio de los gases por difusión se lleva a cabo debido a diferentes presiones parciales de oxígeno y de dióxido de carbono en el alvéolo y el capilar alveolar. Las cifras indican las presiones medidas en milímetros de mercurio.

Los pulmones están cubiertos por una membrana delgada conocida como pleura, que también reviste la cavidad torácica. La pleura secreta una pequeña cantidad de fluido que lubrica las superficies, de modo que éstas resbalan unas sobre otras cuando los pulmones se expanden y se contraen.

Mecanismo de la respiración

Los cambios en el volumen de la cavidad torácica son los responsables de la variación en la presión de los pulmones.

Inhalamos contrayendo el diafragma en forma de cúpula, que aplana y alarga la cavidad torácica, y contrayendo los músculos intercostales, que empujan la caja torácica hacia arriba y hacia afuera. Estos movimientos agrandan la cavidad torácica; dentro de ella disminuye la presión y el aire entra a los pulmones. El aire es forzado a salir de los pulmones cuando los músculos se relajan y el sistema vuelva a su equilibrio, reduciéndose el volumen de la cavidad torácica.

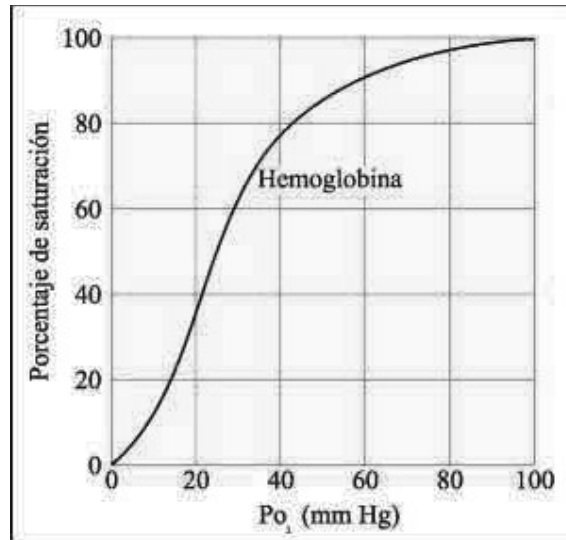
El sentido del flujo aéreo en las vías respiratorias depende de la diferencia de presión entre el alvéolo y la atmósfera. Cuando la presión alveolar es mayor que la presión atmosférica, el aire sale y se produce la espiración. Cuando la presión alveolar es menor que la atmosférica, el aire fluye hacia adentro y ocurre la inspiración. Este proceso cíclico, que es la base de la ventilación, se halla bajo control del sistema nervioso autónomo.

Transporte e intercambio de gases

El oxígeno es relativamente insoluble en el plasma sanguíneo. En animales que no dependen de su sangre para transportar oxígeno a cada célula, ya que poseen un sistema respiratorio traqueolar, esta baja solubilidad tiene pocas consecuencias. En otros animales, sería una limitación grave si no fuese por la presencia de proteínas especiales transportadoras de oxígeno -los pigmentos respiratorios-, que elevan la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre.

En los vertebrados, y en muchos invertebrados el pigmento respiratorio es la hemoglobina, que está empaquetada dentro de los glóbulos rojos. En los moluscos y los artrópodos, la hemocianina, que contiene cobre en lugar de hierro, es el pigmento respiratorio más común. Se conocen otros pigmentos respiratorios; todos son una combinación de una unidad que contiene un ion metálico y una proteína.

La hemoglobina tiene cuatro subunidades, cada una de las cuales puede combinarse con una molécula de oxígeno. La adición de cada molécula de oxígeno incrementa la afinidad de la molécula por la siguiente molécula de oxígeno. Recíprocamente, la pérdida de cada molécula de oxígeno facilita la pérdida de la molécula siguiente.



La curva de asociación-disociación oxígeno-hemoglobina.

Esta curva representa valores de porcentaje de saturación para la hemoglobina humana de un adulto normal a distintas presiones parciales de oxígeno, a 38° C y a pH normal. Cuando la presión parcial de oxígeno se eleva, la hemoglobina incorpora oxígeno. Cuando la presión de oxígeno alcanza 100 mm Hg, que es la presión presente habitualmente en el pulmón humano, la hemoglobina se satura casi completamente con oxígeno. Cuando la PO₂ cae, el oxígeno se disocia de la hemoglobina. Por lo tanto, cuando la sangre portadora de oxígeno alcanza los capilares, donde la presión es sólo de 40 mm Hg o menos, libera parte de su oxígeno (aproximadamente un 30 %) en los tejidos.

El dióxido de carbono es más soluble que el oxígeno en la sangre y viaja, en parte, disuelto en el plasma; en parte, unido a los grupos amino de las moléculas de hemoglobina y, en mayor proporción, como ion bicarbonato (HCO₃). Una vez que se ha liberado en el plasma, el dióxido de carbono difunde a los alvéolos y fluye del pulmón con el aire exhalado.

La mioglobina es un pigmento respiratorio que se encuentra en el músculo esquelético. Estructuralmente, se asemeja a una sola subunidad de la molécula de hemoglobina. La afinidad de la mioglobina por el oxígeno es mayor que la de la hemoglobina, y por eso toma oxígeno de la hemoglobina. Sin embargo, durante un ejercicio intenso, cuando las células musculares utilizan el oxígeno rápidamente y la presión parcial de oxígeno en las células del músculo cae a cero, la mioglobina libera su oxígeno. De esta forma, la mioglobina suministra una reserva adicional de oxígeno a los músculos activos.

Regulación de la ventilación

La ventilación es controlada por el sistema nervioso, que ajusta la frecuencia y la amplitud de la inspiración y espiración de acuerdo con las demandas del organismo. Lo hace de tal manera que las presiones de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre arterial casi no se alteran. Este ajuste se realiza a través de un grupo disperso de neuronas -el centro respiratorio bulbar -del bulbo raquídeo y la protuberancia del tallo cerebral, responsable del control de la respiración normal que es rítmica y automática.

En el centro respiratorio bulbar hay dos grupos de núcleos: el grupo respiratorio dorsal y el grupo respiratorio ventral. Ambos se conectan con las neuronas motoras de la médula espinal que controlan la musculatura respiratoria (diafragma y músculos intercostales).

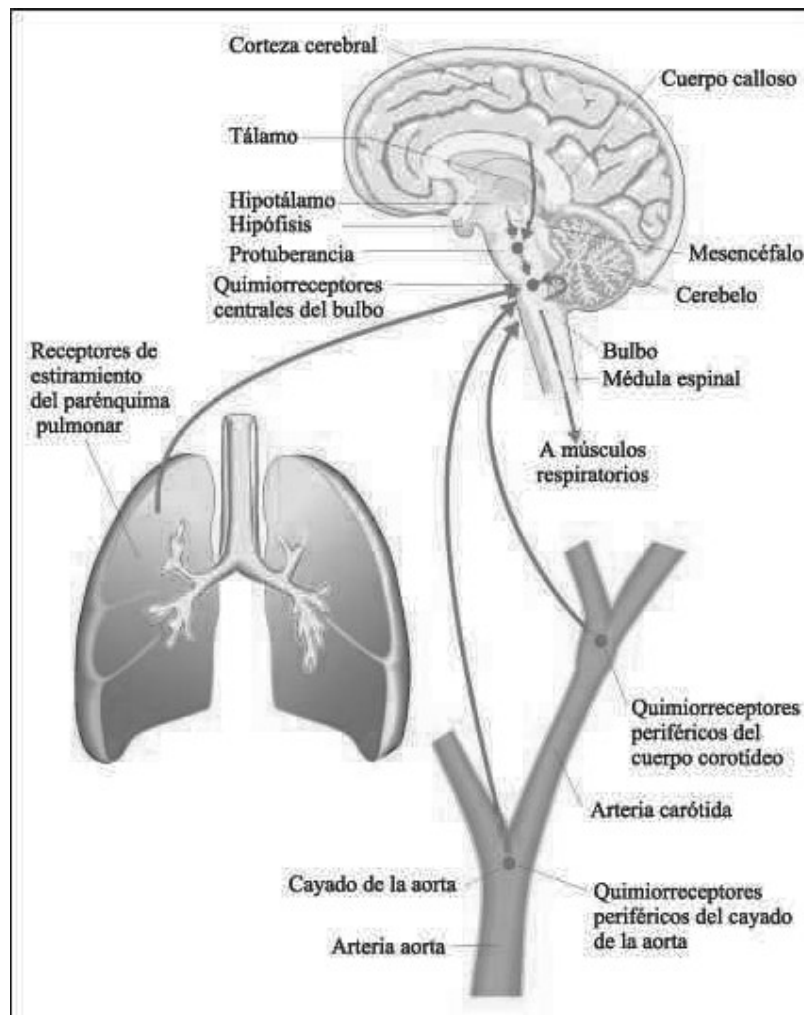


Diagrama del control nervioso de la respiración

El centro respiratorio se halla modulado, a su vez, por la información nerviosa proveniente de: quimiorreceptores centrales (en la cara ventral del bulbo raquídeo), quimiorreceptores periféricos (en el cayado de la aorta y el inicio de las arterias carótidas que irrigan el cerebro), receptores de estiramiento del parénquima pulmonar, por la irritación en las vías aéreas inferiores (bronquios y bronquiolos) y receptores del dolor en los capilares pulmonares. Esta modulación funciona como un sistema de retroalimentación capaz de autorregularse y mantener una ventilación eficiente.

Por otra parte, el centro respiratorio también se encuentra bajo influencia de estructuras nerviosas superiores, como la protuberancia y el mesencéfalo y la corteza cerebral, que permite el control voluntario de la ventilación.

Hay además una modulación química de la ventilación. Existen quimiorreceptores centrales y periféricos que monitorean los parámetros sanguíneos asociados a la respiración (la PO₂ arterial, la PCO₂ y el pH plasmático).

Este sistema es extremadamente sensible a cualquier cambio. Si la PCO₂ y, por lo tanto, la concentración de iones H⁺ se incrementa sólo ligeramente, la respiración inmediatamente se hace más profunda y más rápida, permitiendo que más dióxido de carbono deje la sangre hasta que la concentración de iones H⁺ haya retornado a la normalidad.

El complejo sistema de sensores, que vigila diferentes factores en diferentes ubicaciones, subraya la importancia crítica de una provisión ininterrumpida de oxígeno a las células del cuerpo de un animal, particularmente a las células cerebrales.



El cuarto Blanco - Biblioteca Web

Capítulo 42. Energía y metabolismo III: circulación

En el transcurso del proceso evolutivo aparecieron animales con una mayor complejidad estructural y un mayor tamaño, y con mayores necesidades energéticas. Entre esos animales, fueron favorecidos los que adquirieron órganos especializados en la captación de oxígeno -como las branquias y pulmones- y un tejido conectivo fluido -en el caso de los vertebrados, la sangre- capaz de transportarlo hasta las células.

En la actualidad coexisten organismos de una gran diversidad de sistemas cardiovasculares. Básicamente, todos consisten en una red de conductos por los que circula un fluido - como la sangre- y una o varias bombas -como el corazón- capaces de generar el trabajo necesario para esta circulación.

La sangre es la encargada del transporte del oxígeno, los nutrientes y otras moléculas esenciales, así como los productos de desecho. Ésta se compone de plasma, eritrocitos, leucocitos y plaquetas. El plasma, la parte fluida de la sangre, es una solución acuosa en la que están disueltos y suspendidos nutrientes, productos de desechos, sales capaces de regular el pH sanguíneo, anticuerpos, hormonas, proteínas plasmáticas y otras sustancias.

En los vertebrados, la sangre circula a través de un circuito cerrado de vasos sanguíneos: arterias, arteriolas, capilares, vénulas y venas. Esta red, que incluye tanto al circuito pulmonar como al sistémico, finalmente alcanza a cada célula del cuerpo. La función principal del sistema circulatorio es llevada a cabo en los capilares, donde se intercambian sustancias entre la sangre y el fluido intersticial que rodea a las células individuales del cuerpo.