



**TIPO DE ACTIVIDAD:**

**SUPERNOTA.**

**NOMBRE DEL ALUMNO:** Roberto Carlos López Cruz.

**Temas:** APARATO RESPIRATORIO.

**PARCIAL IV**

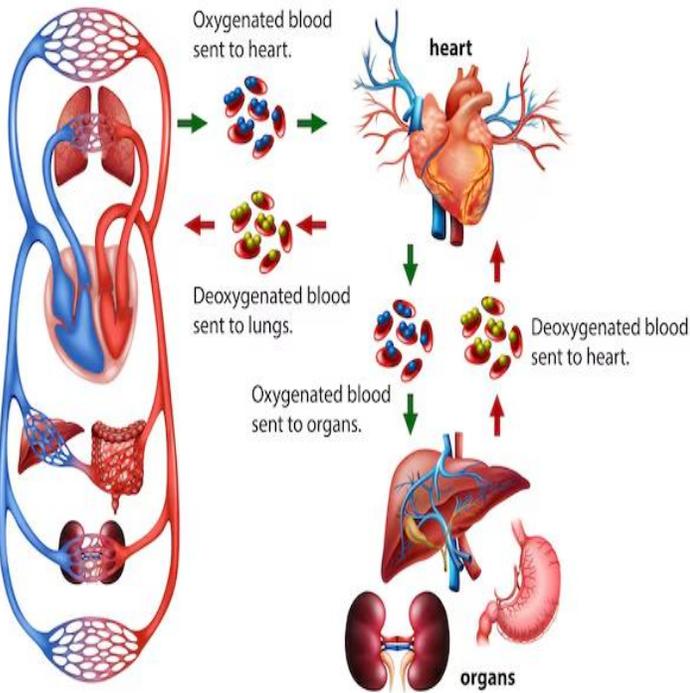
**NOMBRE DE LA MATERIA:** FISILOGIA

**Catedrática:** Dr. Francisco Javier López Hernández

**LICENCIATURA EN MEDICINA HUMANA.**

## INTRODUCION

### Human Gas Exchange Process



La fisiología de la respiración describe el complejo proceso mediante el cual el cuerpo intercambia gases con el medio ambiente, obteniendo oxígeno vital para la respiración celular y eliminando dióxido de carbono, un producto de desecho metabólico.

Este proceso, esencial para la vida, involucra una serie de eventos interconectados que abarcan desde la mecánica de la ventilación pulmonar hasta el transporte de gases en la sangre y su intercambio en los tejidos.

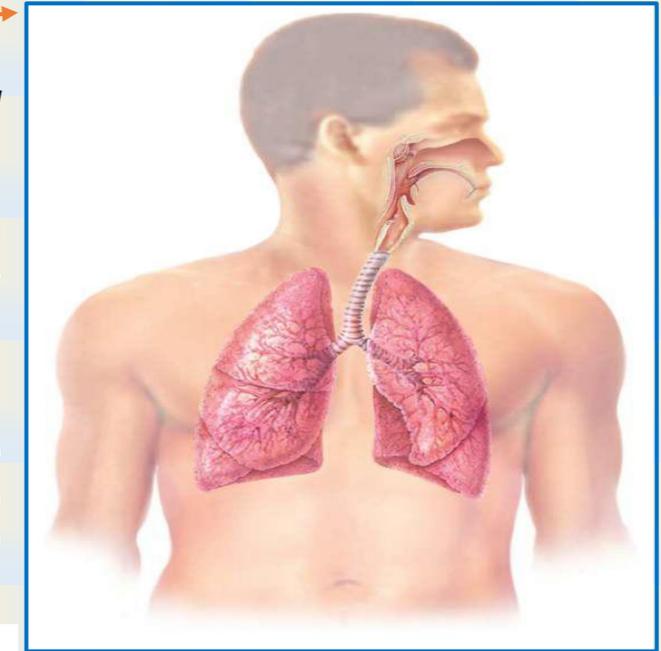
En esencia, la respiración se divide en cuatro etapas principales: ventilación pulmonar (el movimiento del aire dentro y fuera de los pulmones), difusión (el intercambio de gases entre los alvéolos y la sangre), transporte (el movimiento de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre) y respiración celular (el uso de oxígeno en las células para producir energía y la generación de dióxido de carbono como subproducto). Una comprensión completa de la fisiología respiratoria requiere analizar cada una de estas etapas, considerando los mecanismos involucrados, los factores que los regulan y las posibles alteraciones que pueden afectar su funcionamiento.

# APARATO RESPIRATORIO

EL APARATO RESPIRATORIO Y LA HOMEOSTASIS *El aparato respiratorio contribuye con la homeostasis al ocuparse del intercambio gaseoso (oxígeno y dióxido de carbono) entre el aire atmosférico, la sangre y las células de los tejidos. También contribuye a ajustar el pH de los líquidos corporales.*

Los aparatos cardiovascular y respiratorio cooperan para proveer O<sub>2</sub> y eliminar CO<sub>2</sub>. El aparato respiratorio se encarga del intercambio de gases, que consiste en la captación de O<sub>2</sub> y la eliminación de CO<sub>2</sub>, y el cardiovascular transporta la sangre que contiene estos gases, entre los pulmones y las células del cuerpo. Las células utilizan oxígeno (O<sub>2</sub>) continuamente para las reacciones metabólicas que liberan energía de las moléculas de los nutrientes y producen adenosintrifosfato (ATP). En forma simultánea, estas reacciones liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Como la acumulación de una cantidad excesiva de CO<sub>2</sub> produce una acidez que puede ser tóxica para las células, el exceso debe eliminarse rápida y eficientemente. Además de intervenir en el intercambio gaseoso, el aparato respiratorio también participa en la regulación del Ph sanguíneo, contiene receptores para el sentido del olfato, filtra el aire inspirado, origina sonidos y se deshace de parte del agua y el calor corporal a través del aire espirado.

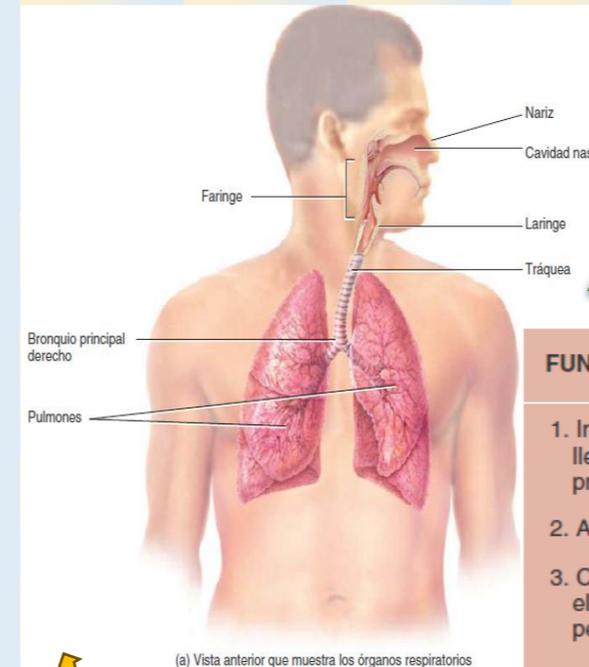


El **aparato respiratorio** está compuesto por la nariz, la faringe (garganta), la laringe (caja de resonancia u órgano de la voz), la tráquea, los bronquios y los pulmones (**Figura 23.1**). Sus partes se pueden clasificar de acuerdo con su estructura o su función. Según su *estructura*, el aparato respiratorio consta de dos porciones:

1. El **aparato respiratorio superior**: Que incluye la nariz, cavidad nasal, la faringe y las estructuras asociadas y
2. El **aparato respiratorio inferior**: Que incluye la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones.

De acuerdo con su *función*, el aparato respiratorio también puede dividirse en dos partes:

1. La **zona de conducción**: Compuesta por una serie de cavidades y tubos interconectados, tanto fuera como dentro de los pulmones (nariz, cavidad nasal, faringe, laringe, traquea, bronquios, bronquiolos y bronquiolos terminales), que filtran, calientan y humidifican el aire y lo conducen hacia los pulmones y
2. La **zona respiratoria**: Constituida por tubos y tejidos dentro de los pulmones responsables del intercambio gaseoso (bronquiolos respiratorios, conductos alveolares, sacos alveolares y alveolos), donde se produce el intercambio de gases entre el aire y la sangre.



(a) Vista anterior que muestra los órganos respiratorios

## FUNCIONES DEL APARATO RESPIRATORIO

1. Interviene en el intercambio gaseoso: capta O<sub>2</sub> para llevarlo a las células del organismo y elimina el CO<sub>2</sub> producido por ellas.
2. Ayuda a regular el pH sanguíneo.
3. Contiene receptores para el sentido del olfato, filtra el aire inspirado, produce sonidos (fonación) y excreta pequeñas cantidades de agua y calor.

## INTERCAMBIO GASEOSO EN LOS PULMONES (HEMATOSIS):

- **Difusión:** El oxígeno del aire alveolar pasa a la sangre capilar pulmonar por difusión simple, moviéndose de una zona de alta presión parcial de O<sub>2</sub> (alvéolos) a una zona de baja presión parcial de O<sub>2</sub> (sangre). Simultáneamente, el CO<sub>2</sub> difunde desde la sangre capilar a los alvéolos, siguiendo el mismo gradiente de presión parcial. La eficiencia de este intercambio depende de la superficie de contacto alveolar, la diferencia de presión parcial de los gases y la permeabilidad de la membrana alveolocapilar.

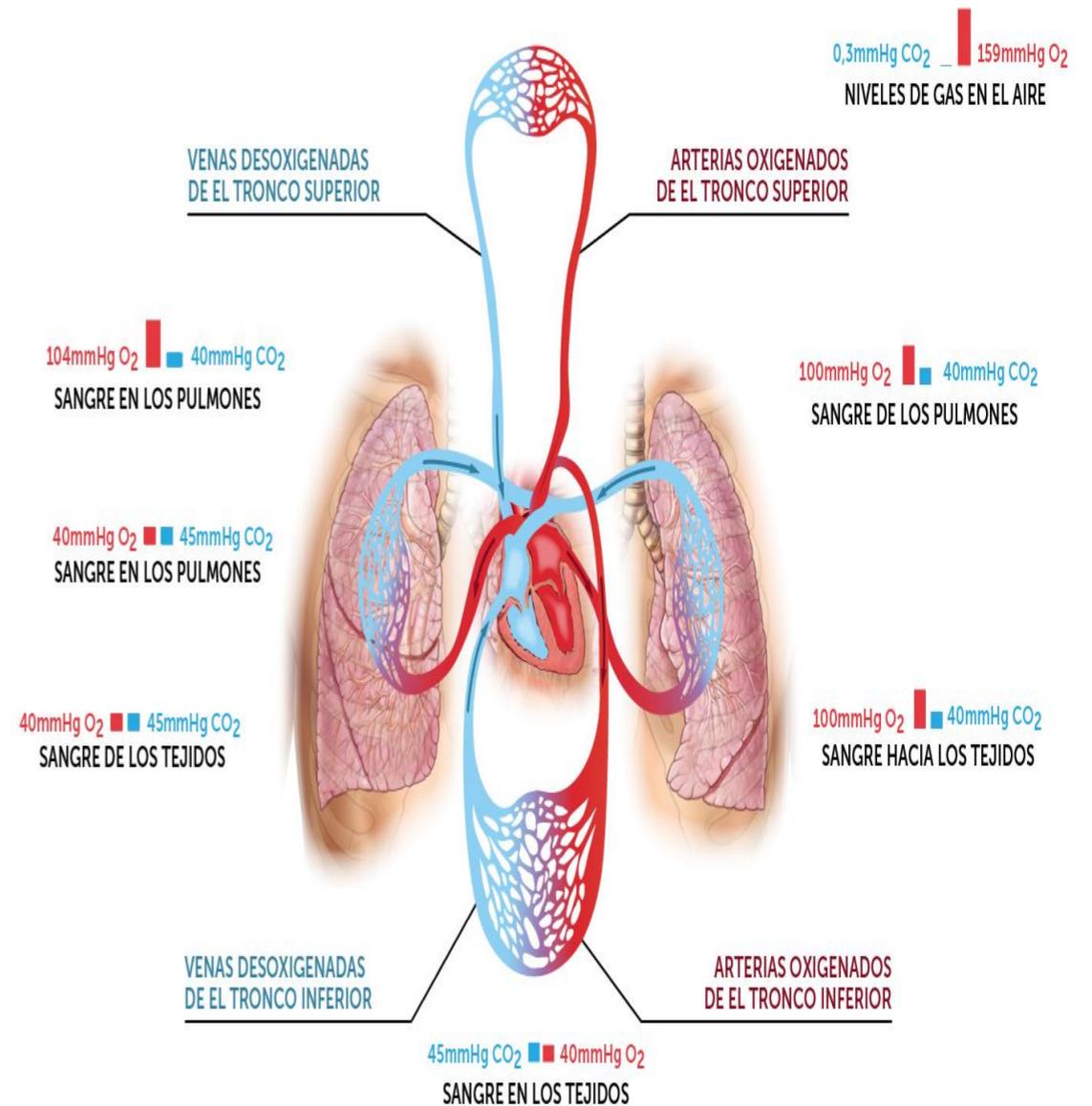
### 1. Transporte de oxígeno en la sangre:

- **Hemoglobina:** La mayor parte del oxígeno (98%) se transporta unido a la hemoglobina (Hb) en los glóbulos rojos. Cada molécula de Hb puede unirse a cuatro moléculas de O<sub>2</sub>. La afinidad de la Hb por el O<sub>2</sub> se ve afectada por varios factores, incluyendo la presión parcial de O<sub>2</sub>, el pH, la temperatura y la concentración de 2,3-bifosfoglicerato (2,3-BPG). La curva de disociación de la oxihemoglobina describe esta relación.
- **Disuelto en plasma:** Una pequeña porción del oxígeno (2%) se transporta disuelta en el plasma sanguíneo.

### 2. Transporte de dióxido de carbono en la sangre: El CO<sub>2</sub> se transporta en la sangre de tres formas principales:

- **Bicarbonatos:** La mayor parte del CO<sub>2</sub> (70%) se transporta en forma de iones bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en el plasma. En los glóbulos rojos, la anhidrasa carbónica cataliza la reacción entre el CO<sub>2</sub> y el agua para formar ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), que luego se disocia en H<sup>+</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. El HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> difunde al plasma, mientras que el H<sup>+</sup> se une a la hemoglobina.
- **Carbaminohemoglobina:** Una parte del CO<sub>2</sub> (23%) se une a la hemoglobina formando carbaminohemoglobina. Esta unión es reversible y depende de la presión parcial de CO<sub>2</sub>.
- **Disuelto en plasma:** Una pequeña porción del CO<sub>2</sub> (7%) se transporta disuelta en el plasma.

### 3. Intercambio gaseoso en los tejidos:

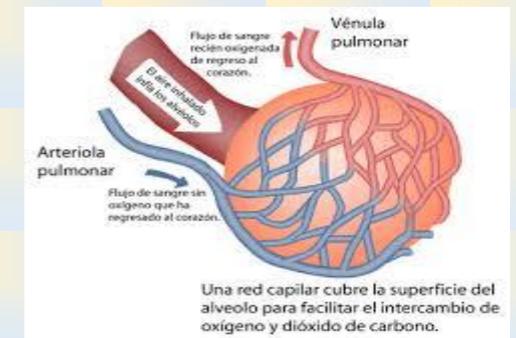
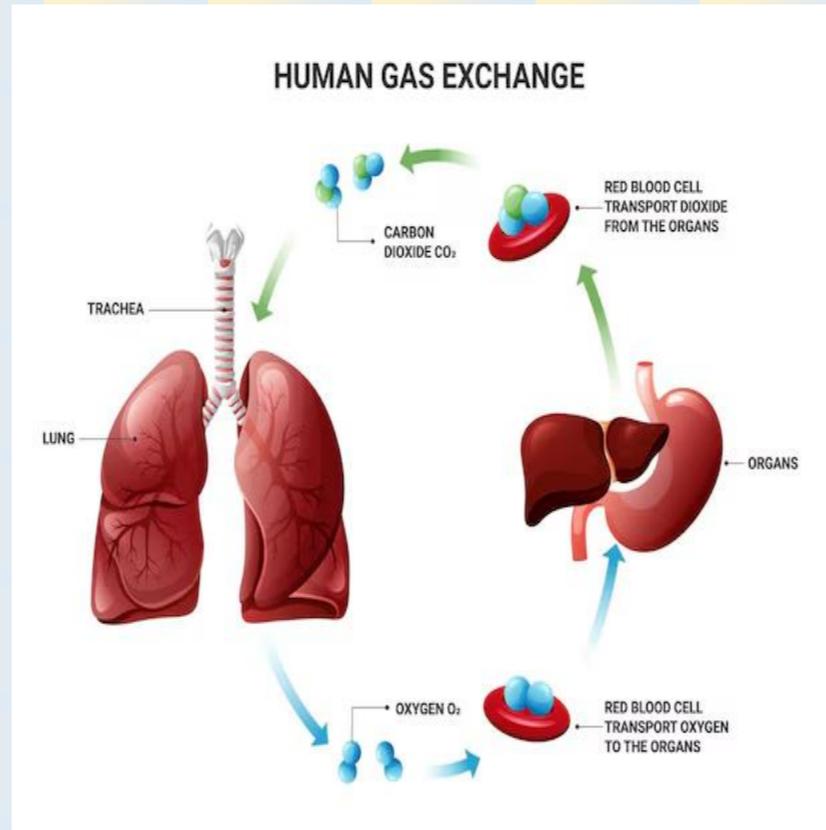
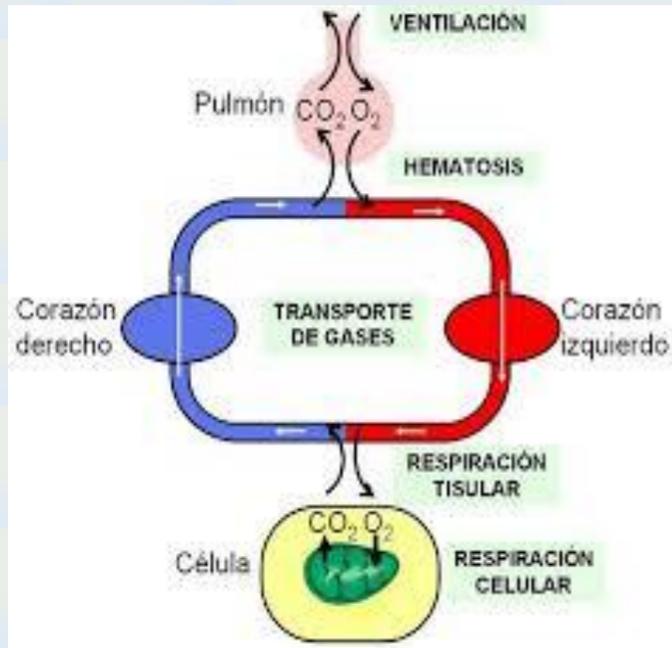
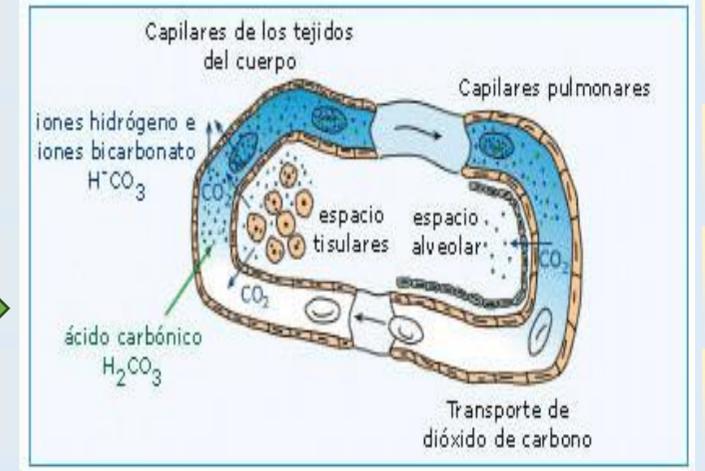
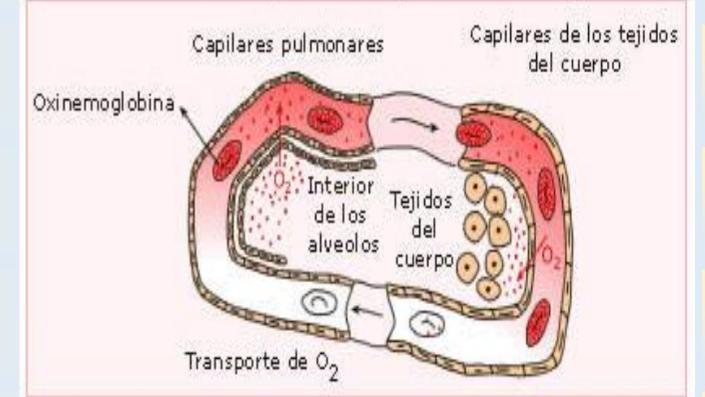


**Difusión:** En los tejidos, el oxígeno se libera de la hemoglobina y difunde desde la sangre capilar a las células, donde se utiliza en la respiración celular. Simultáneamente, el CO<sub>2</sub> producido por la respiración celular difunde desde las células a la sangre capilar. Los mismos factores que influyen en el intercambio gaseoso en los pulmones también afectan este proceso en los tejidos.

**Factores que afectan el transporte de gases:**

- **Presión parcial de los gases:** La diferencia de presión parcial entre los alvéolos y la sangre, y entre la sangre y los tejidos, es el motor principal del transporte de gases.
- **pH:** Un pH bajo (acidosis) disminuye la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, facilitando la liberación de oxígeno en los tejidos.
- **Temperatura:** Un aumento de la temperatura disminuye la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno.
- **2,3-BPG:** Este compuesto disminuye la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno.

**Intercambio y transporte de gases**



## RAMIFICACIÓN DE LAS VÍAS AÉREAS DESDE LA TRÁQUEA: ÁRBOL BRONQUIAL

**Bronquios:** En el borde superior de la quinta vertebra torácica, la traquea se bifurca en un bronquio principal derecho, que se dirige hacia el pulmón derecho, y un bronquio principal izquierdo, que va hacia el pulmón izquierdo (Figura 23.7). En el punto donde la traquea se divide en los bronquios principales

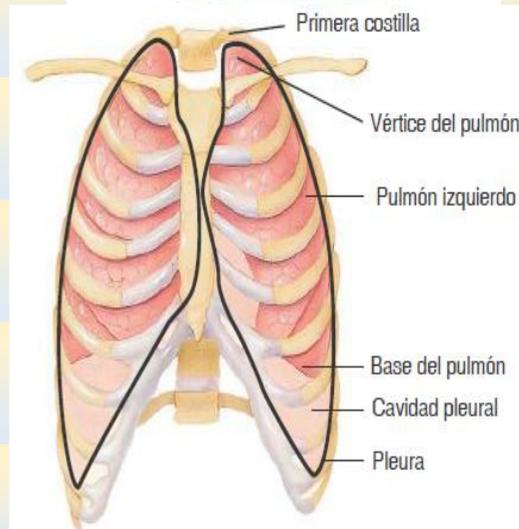
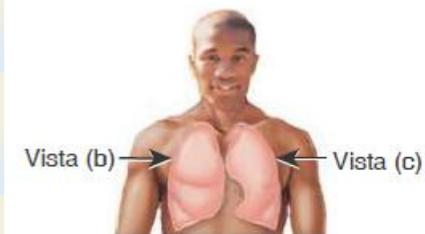
derecho e izquierdo, se identifica una cresta interna llamada **carina** (quilla), formada por una proyección posterior e inferior del último cartílago traqueal.

### MECANISMOS DE ACCION

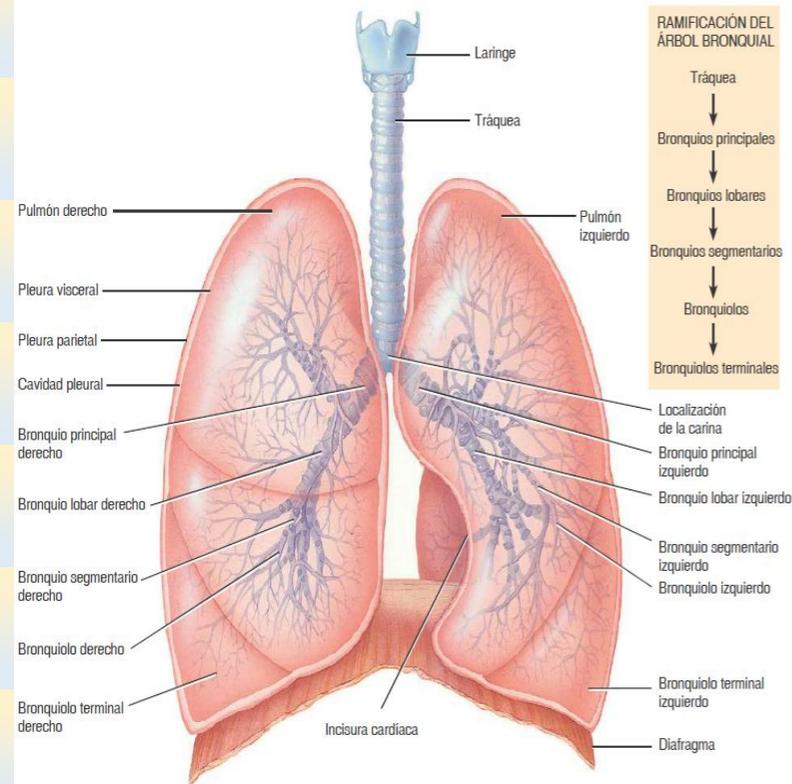
Al ingresar en los pulmones, los bronquios principales se dividen para formar bronquios mas pequeños, los bronquios lobares (secundarios), uno para cada lóbulo del pulmon. (El pulmon derecho tiene tres lobulos, y el pulmon izquierdo, dos.) Los bronquiolos contienen **celulas de Clara**, que son celulas cilindricas no ciliadas entremezcladas con las celulas epiteliales.

**Las celulas de Clara** podrian proteger de los efectos nocivos de las toxinas inhaladas y los carcinógenos; producen surfactante (se describirá en breve) y funcionan como celulas madre (celulas de reserva), que originan varios tipos de celulas del epitelio.

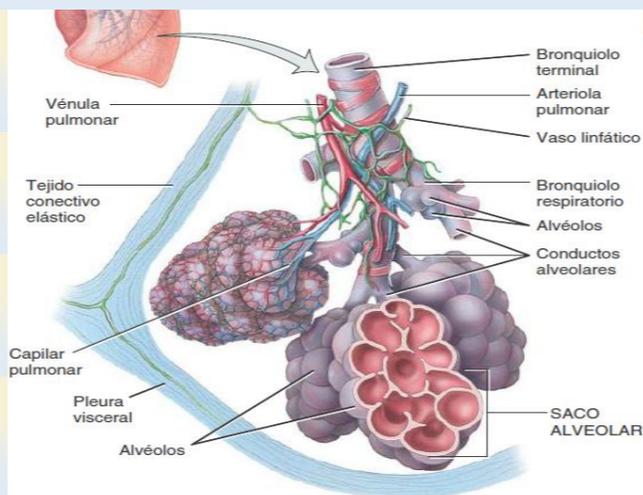
**Alvéolos:** Alrededor de los conductos alveolares hay numerosos alveolos y sacos alveolares. Un alvéolo es una evaginación con forma de divertículo revestida por epitelio pavimentoso simple y sostenida por una membrana basal elástica delgada.



(a) Vista anterior de los pulmones y las pleuras en el tórax



Las más numerosas son las **celulas alveolares tipo I**, celulas epiteliales pavimentosas simples que forman un revestimiento casi continuo en la pared alveolar.



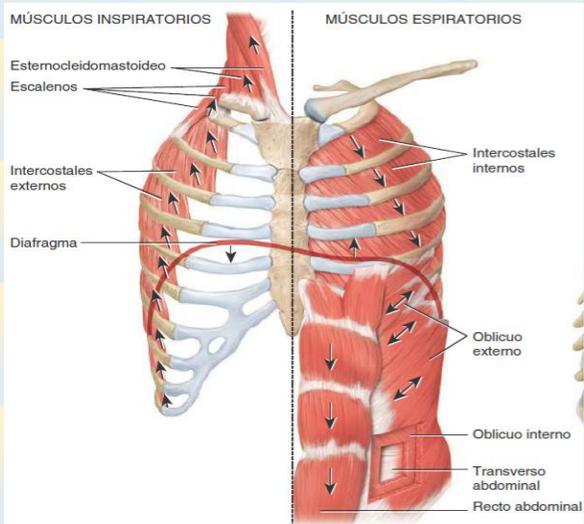
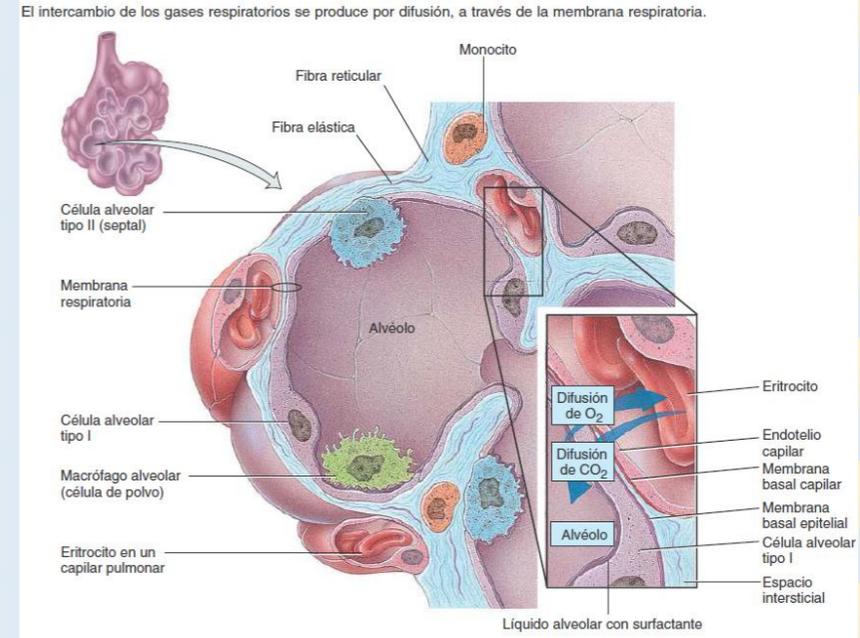
Las **celulas alveolares tipo II**, también llamadas **celulas septales**, Las celulas alveolares tipo II, que son celulas epiteliales redondeadas o cubicas cuyas superficies libres contienen microvellosidades, secretan liquido alveolar, que mantiene húmeda la superficie entre las celulas y el aire.

Los pulmones reciben sangre mediante dos grupos de arterias: las arterias pulmonares y las arterias bronquiales. La sangre desoxigenada circula a través del tronco pulmonar, que se divide en una arteria pulmonar izquierda para el pulmón izquierdo y una arteria pulmonar derecha para el pulmón derecho.

Este fenómeno se denomina acoplamiento entre la ventilación y la perfusión porque la perfusión (flujo sanguíneo) de cada área de los pulmones se modifica en función del grado de ventilación (flujo de aire) de los alveolos en esa zona.

**El proceso de intercambio gaseoso en el cuerpo, llamado respiración, tiene tres pasos básicos:**

1. La **ventilación pulmonar** (*pulmon*, pulmon) o **respiración** es la inspiración (flujo hacia adentro) y la espiración (flujo hacia afuera) de aire, lo que produce el intercambio de aire entre la atmósfera y los alveolos pulmonares.
2. La **respiración externa (pulmonar)** es el intercambio de gases entre la sangre que circula por los capilares sistémicos y la que circula por los capilares pulmonares, a través de la membrana respiratoria. Durante este proceso, la sangre capilar pulmonar obtiene O<sub>2</sub> y pierde CO<sub>2</sub>.
3. La **respiración interna (tisular)** es el intercambio de gases entre la sangre en los capilares sistémicos y las células tisulares. En este proceso, la sangre pierde O<sub>2</sub> y adquiere CO<sub>2</sub>. Dentro de las células, las reacciones metabólicas que consumen O<sub>2</sub> y liberan CO<sub>2</sub> durante la producción de ATP constituyen la *respiración celular*.



### Cambios de presión durante la ventilación Pulmonar:

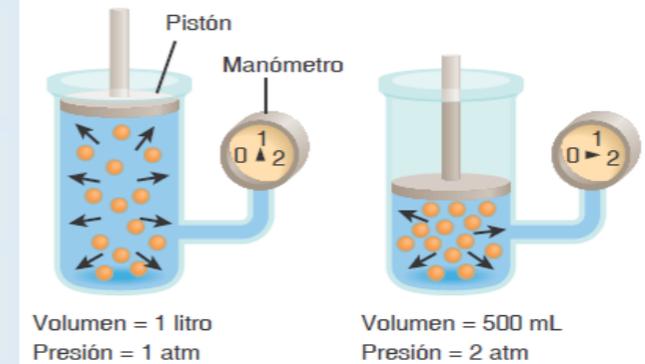
**Inspiración:** El ingreso del aire en los pulmones se llama inspiración (inhalación). Antes de cada inspiración, la presión del aire dentro de los pulmones es igual a la presión atmosférica, que en el nivel del mar es de alrededor de 760 milímetros de mercurio (mm Hg) o 1 atmósfera (atm).

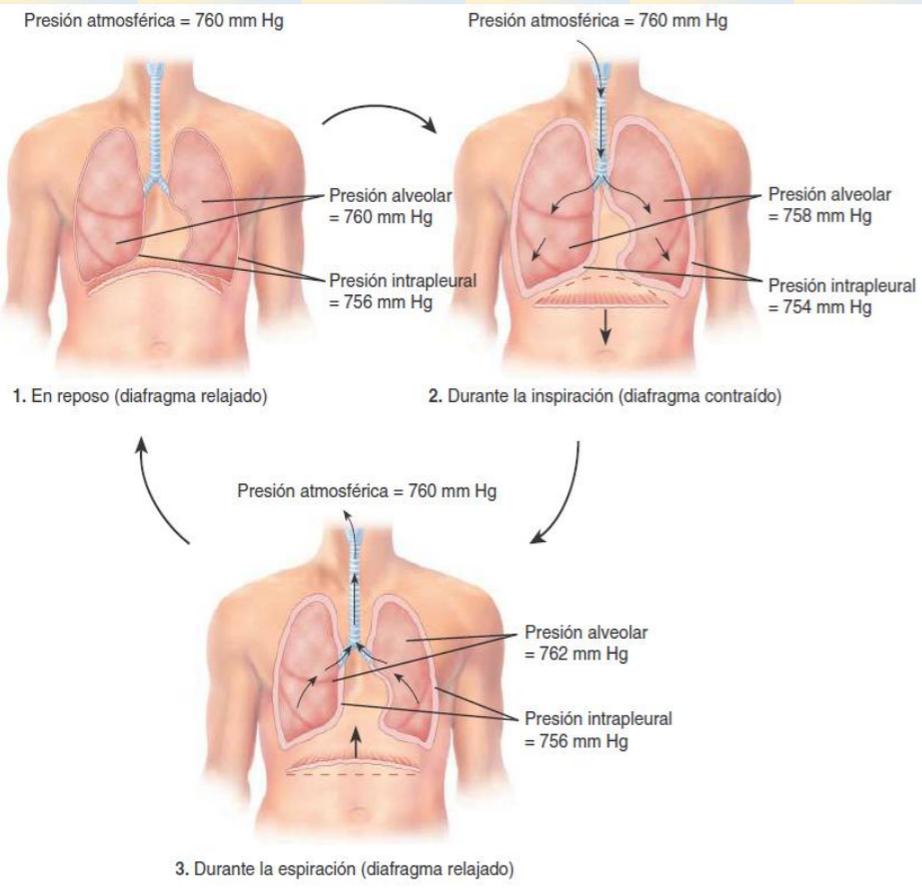
Esta relación inversa entre el volumen y la presión, llamada ley de Boyle, puede demostrarse de la siguiente manera.

El músculo inspiratorio más importante es el diafragma, un músculo esquelético cupuliforme que forma el piso de la cavidad torácica.

### 23.12 Ley de Boyle.

El volumen de un gas varía en forma inversamente proporcional a su presión.



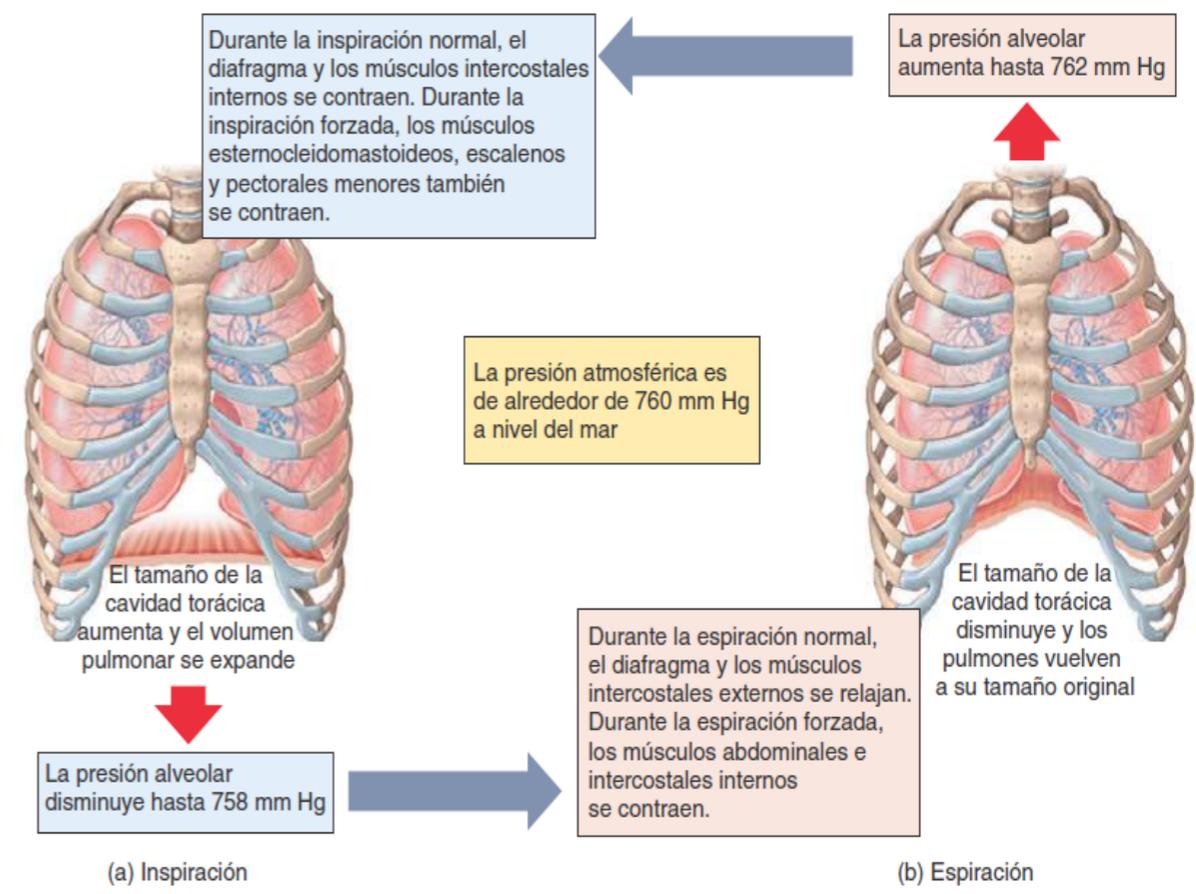


Cambios de presión durante la ventilación pulmonar. Durante la inspiración, el diafragma se contrae, el tórax se expande, los pulmones se desplazan hacia fuera y la presión alveolar disminuye. Durante la espiración, el diafragma se relaja, los pulmones retroceden en dirección interna a su forma original y la presión alveolar aumenta, lo que impulsa el aire fuera de los pulmones.

El aire ingresa en los pulmones cuando la presión alveolar es menor que la atmosférica y sale de ellos cuando la presión alveolar es mayor que la atmosférica.

**Espiración:** La expulsión del aire (espiración) también depende del gradiente de presión, pero en este caso, en la dirección opuesta: la presión en los pulmones es mayor que la presión atmosférica.

La inspiración y la espiración son el resultado de cambios en la presión alveolar.



**El surfactante (agente *tensioactivo*) (una mezcla de fosfolípidos y lipoproteínas) presente en el líquido alveolar reduce su tensión superficial por debajo de la tensión superficial del agua pura. La deficiencia de surfactante en los recién nacidos prematuros produce el *síndrome de dificultad respiratoria*.**

## PARÁMETROS NORMALES

En reposo, un adulto sano efectúa en promedio 12 respiraciones por minuto, y con cada inspiración y espiración moviliza alrededor de 500 mL de aire hacia el interior y el exterior de los pulmones. La cantidad de aire que entra y sale en cada movimiento respiratorio se denomina volumen corriente (VC). La ventilación minuta (VM), que es el volumen total de aire inspirado y espirado por minuto, se calcula mediante la multiplicación de la frecuencia respiratoria por el volumen corriente:

$$VM = 12 \text{ respiraciones/min} \times 500 \text{ mL/respiración.}$$

$$= 6 \text{ litros/min}$$

En un adulto típico, alrededor del 70% del volumen corriente (350 mL) alcanza en forma efectiva la zona respiratoria del aparato respiratorio, es decir, los bronquiolos respiratorios, los conductos alveolares, los sacos alveolares y los alveolos, y participa en la respiración externa. El otro 30% (150 mL) permanece en las vías aéreas de conducción de la nariz, la faringe, la laringe, la traquea, los bronquios, los bronquiolos y los bronquiolos terminales.

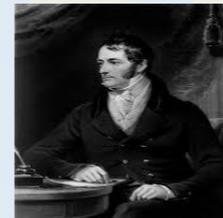
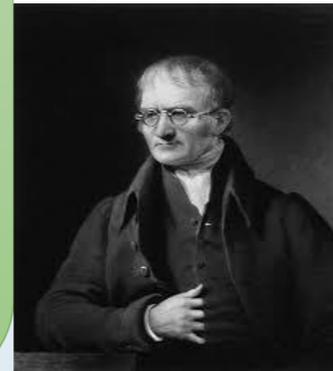
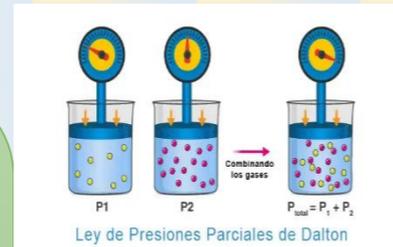
La frecuencia ventilatoria alveolar es el volumen de aire por minuto que llega, en realidad, a la zona respiratoria. En el ejemplo mencionado, la frecuencia ventilatoria alveolar sería de  $350 \text{ mL/respiración} \times 12 \text{ respiraciones/min} = 4\,200 \text{ mL/min}$ .

la **ley de Dalton**, cada gas en una mezcla de gases

ejerce su propia presión como si fuera el único. La presión de un gas específico en una mezcla se denomina *presión parcial* ( $P_x$ ); el subíndice es la fórmula química del gas.

**Presión atmosférica (760 mm Hg)**

$$= P_{N_2} + P_{O_2} + P_{H_2O} + P_{Ar} + P_{CO_2} + P_{\text{otros gases}}$$



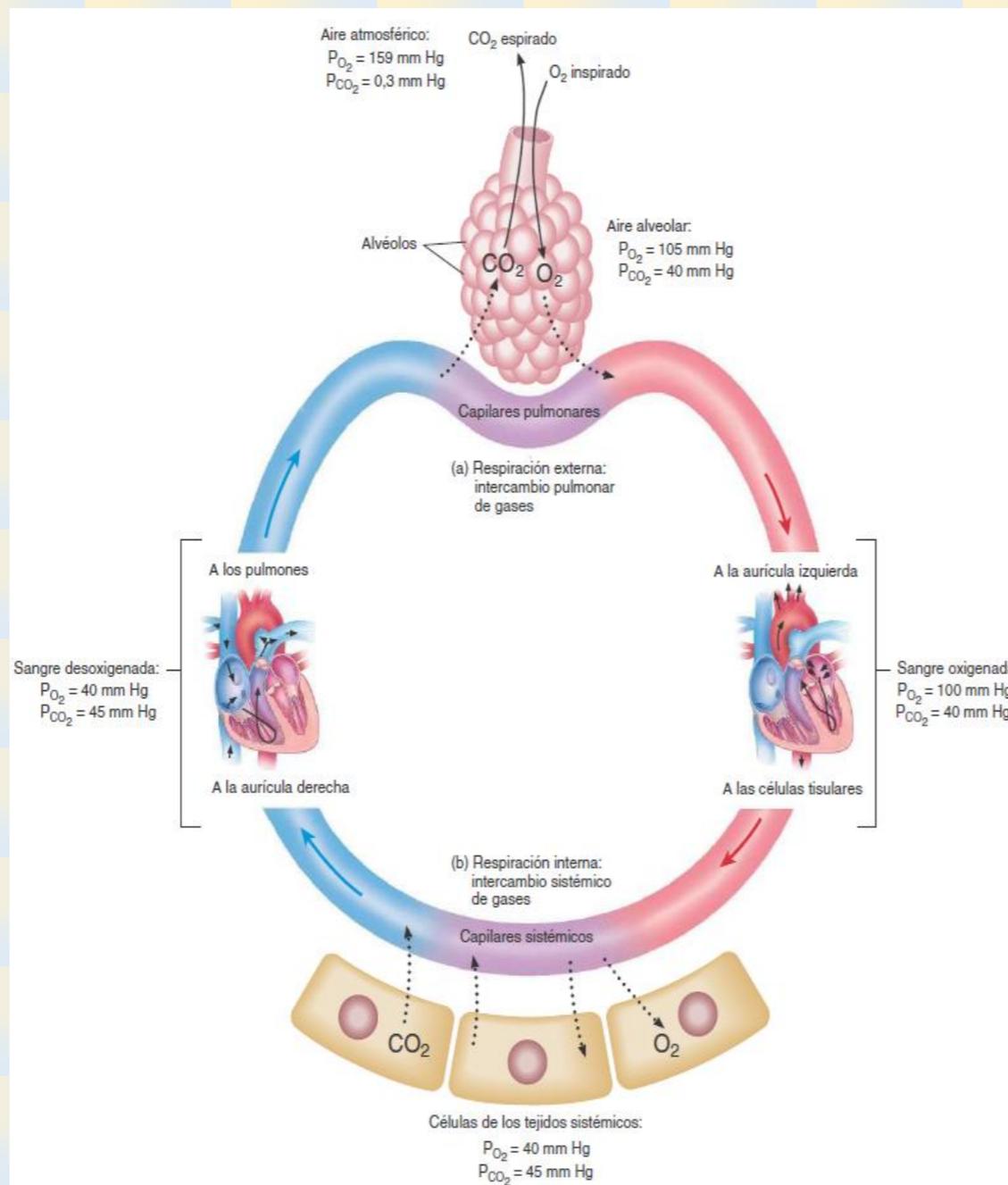
La **ley de Henry** establece que la cantidad de gas que se va a disolver en un líquido es proporcional a la presión parcial del gas y a su solubilidad.

A medida que la presión total del aire ambiente aumenta, las presiones parciales de todos los gases que lo componen se incrementan.

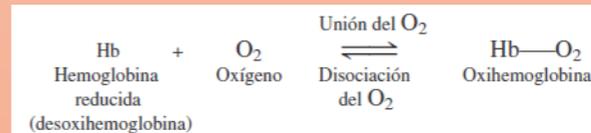
La ley de Henry es la **oxigenación hiperbárica** (*hiper-*, sobre; y *-bar*, peso), que consiste en el uso de la presión para aumentar la proporción de  $O_2$  disuelto en la sangre. Es una técnica eficaz para el tratamiento de pacientes infectados por bacterias anaerobias, como las que producen tétanos y gangrena. (Las bacterias anaerobias no pueden vivir en presencia de  $O_2$  libre.)

La sangre desoxigenada que regresa a los capilares pulmonares contiene CO<sub>2</sub> disuelto en el plasma, CO<sub>2</sub> combinado con globina en forma de carbaminohemoglobina (Hb-CO<sub>2</sub>) y CO<sub>2</sub> incorporado al HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dentro de los eritrocitos. Los eritrocitos también incorporan H<sup>+</sup> que, en parte, se unen a la hemoglobina y son amortiguados por ella (Hb-H). Cuando la sangre atraviesa los capilares pulmonares, las moléculas de CO<sub>2</sub> disueltas en el plasma y el

CO<sub>2</sub> disociado de la globina de la hemoglobina difunden hacia el aire alveolar y son espirados. En forma simultánea, el O<sub>2</sub> inspirado difunde desde el aire alveolar hacia los eritrocitos y se une con la hemoglobina para formar oxihemoglobina (Hb-O<sub>2</sub>). El dióxido de carbono también se libera del HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> cuando el H<sup>+</sup> se combina con el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, dentro de los eritrocitos. El H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> formado mediante esta reacción se divide a su vez en CO<sub>2</sub>, que se espira, y H<sub>2</sub>O.



El oxígeno y la hemoglobina se unen en una reacción fácilmente reversible para formar oxihemoglobina:



El 98,5% del O<sub>2</sub> unido a la hemoglobina está atrapado dentro de los eritrocitos, de modo que solo el O<sub>2</sub> disuelto (1,5%) puede difundir fuera de los capilares y dentro de las células.

### Parámetros principales y rangos aproximados:

- Frecuencia Respiratoria (FR):** El rango normal generalmente se considera entre **12 y 20 respiraciones por minuto**. Valores fuera de este rango pueden indicar problemas respiratorios o cardíacos.
- Volumen Corriente (VC):** Volumen de aire inspirado o espirado en cada respiración normal. El valor promedio está alrededor de **500 ml (mililitros)**, pero puede variar considerablemente.
- Volumen de Reserva Inspiratorio (VRI):** Cantidad adicional de aire que se puede inspirar después de una inspiración normal. Es variable, pero suele estar en torno a **3100 ml**.
- Volumen de Reserva Espiratorio (VRE):** Cantidad adicional de aire que se puede espirar después de una espiración normal. Suele estar alrededor de **1200 ml**.
- Capacidad Vital (CV):** Es la suma del VC, VRI y VRE. Un valor promedio es de aproximadamente **4800 ml**, pero es altamente dependiente de la altura, sexo y edad.
- Volumen Residual (VR):** No se puede medir directamente con un espirómetro simple. Es aproximadamente de **1200 ml**.
- Capacidad Pulmonar Total (CPT):** Es la suma de la CV y el VR. Un valor promedio es de aproximadamente **6000 ml**.
- Ventilación Pulmonar (VP):** Se calcula multiplicando la FR por el VC. Un valor normal está entre **6 a 10 litros por minuto**. (Ejemplo: 15 respiraciones/minuto \* 500 ml/respiración = 7500 ml/minuto = 7.5 litros/minuto).

## PATOLOGIAS

1. Asimismo, el exceso de moco producido por las membranas inflamadas podría ocluir las vías respiratorias inferiores, un objeto grande podría aspirarse (inspirarse) o un tumor canceroso.
2. La inflamación de la membrana pleural (**pleuritis**) puede producir dolor en sus estadios iniciales a causa del rozamiento entre las capas parietal y visceral de la pleura. Si la inflamación persiste, el exceso de líquido se acumula en el espacio pleural y provoca un **derrame pleural**.
3. En ciertas condiciones, las cavidades pleurales pueden llenarse de aire (**neumotórax**, *pnêum(a)*-, aire o respiración), sangre (**hemotórax**) o pus. puede provocar el colapso de una parte del pulmón o, en raras ocasiones, de todo el pulmón, condición denominada **atelectasia** (*atel*-, incompleto; y *-ektasía*, expansión).
4. **Coriza** o **resfriado común**, pero un grupo de virus (*rinovirus*) es responsable de cerca del 40% de todos los casos de resfriado en los adultos.
5. La **gripe estacional** también es causada por un virus (influenza). La **gripe H1N1** (*gripe porcina*) es un tipo de gripe causada por un virus nuevo llamado *influenza H1N1*.
6. El **síndrome de dificultad respiratoria (SDR)** es un trastorno respiratorio que se produce en recién nacidos prematuros y se caracteriza por el colapso de los alvéolos como consecuencia de la falta de surfactante.
7. La **hipoxia** (*hipó*, debajo) es una deficiencia de O<sub>2</sub> en los tejidos. De acuerdo con la causa, se puede clasificar en 4 tipos: La **hipoxia hipóxica**, En la **hipoxia anémica**, En la **hipoxia isquémica** y En la **hipoxia histotóxica**.

## CONCLUSION

La fisiología de la respiración es un proceso complejo y altamente regulado que asegura el intercambio eficiente de gases entre el organismo y el medio ambiente. Este proceso, que involucra la ventilación pulmonar, la difusión de gases a través de la membrana alveolocapilar y el transporte de oxígeno y dióxido de carbono por la sangre, está finamente controlado para mantener la homeostasis del cuerpo. La eficiencia de la respiración depende de la integridad anatómica y funcional del sistema respiratorio, así como de la regulación nerviosa y hormonal. Cualquier alteración en cualquiera de estos componentes puede afectar significativamente la capacidad del cuerpo para obtener oxígeno y eliminar dióxido de carbono, llevando a consecuencias fisiológicas adversas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agur MR, Dalley F. Grant. Atlas de Anatomía. 11<sup>a</sup> ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007. □ Berne RM y Levy MN. Fisiología. 3<sup>a</sup> ed. Madrid: Harcourt. Mosby; 2001.
2. Boron WF, Boulpaep EL. Medical Physiology. Updated edition. Filadelfia (EEUU): Elsevier Saunders. 2005.
3. Burkitt HG, Young B, Heath JW. Histología funcional Wheater. 3<sup>a</sup> ed. Madrid: Churchill Livingstone; 1993.
4. Costanzo LS. Fisiología. 1<sup>a</sup> ed. Méjico: McGraw-Hill Interamericana; 2000.
5. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. GRAY Anatomía para estudiantes. 1<sup>a</sup> ed. Madrid: Elsevier; 2005.
6. Fox SI. Fisiología Humana. 7<sup>a</sup> ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana; 2003.
7. Fox SI. Fisiología Humana. 10<sup>a</sup> ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana; 2008.
8. Gartner LP, Hiatt JL. Histología Texto y Atlas. 1<sup>a</sup> ed. Méjico: Mc Graw Hill Interamericana; 1997.
9. Guyton AC. Tratado de Fisiología Médica. 11<sup>a</sup> ed. Madrid: Elsevier España. 2006.