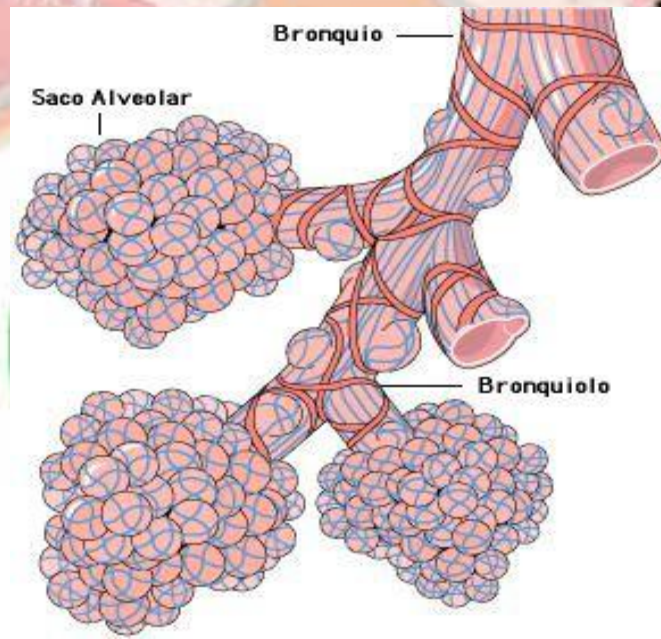
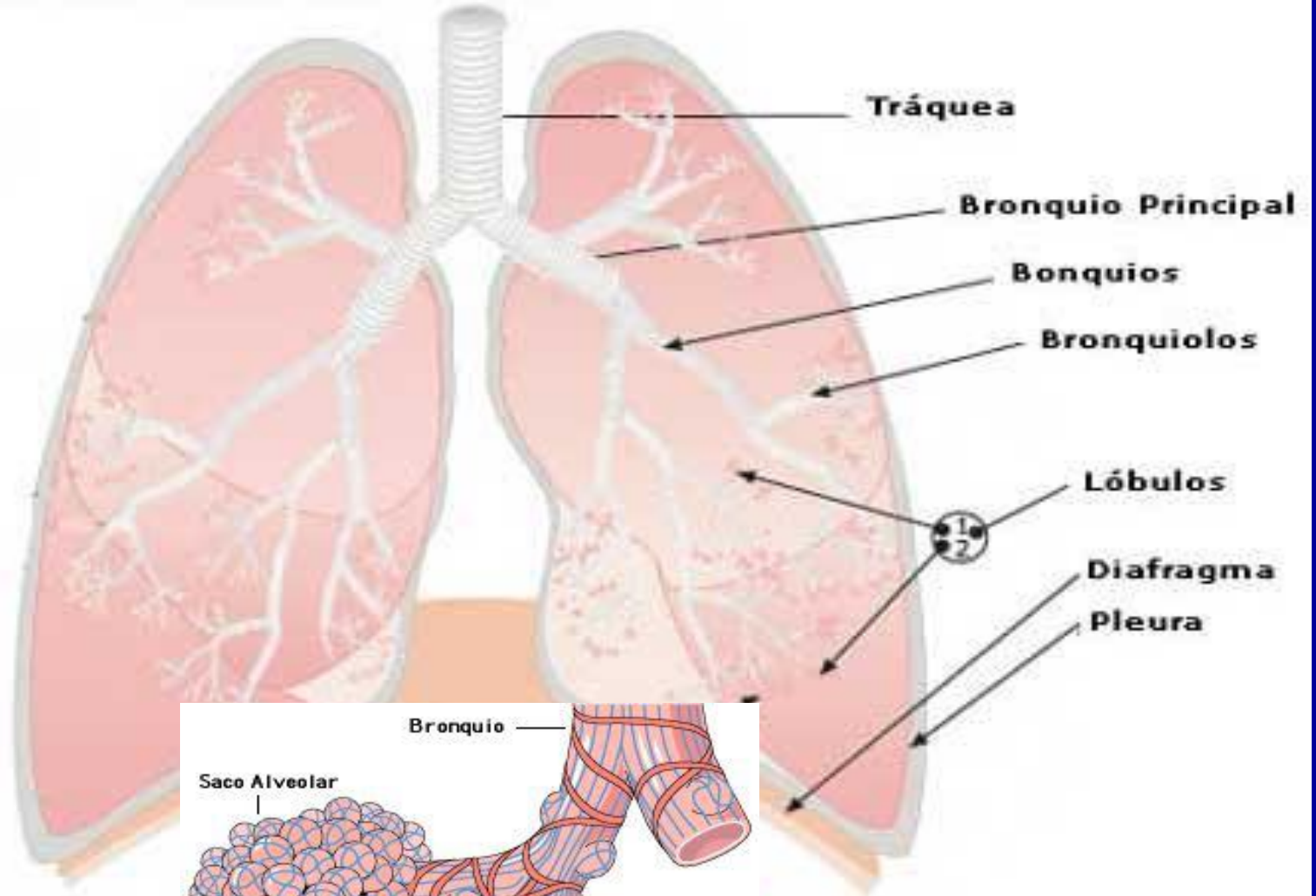


**SISTEMA**

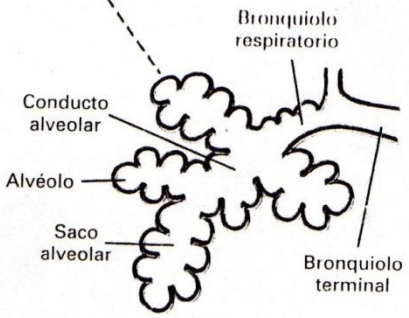
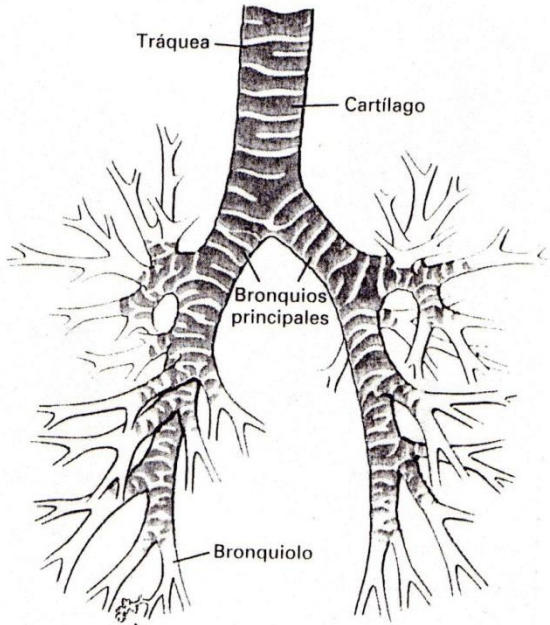
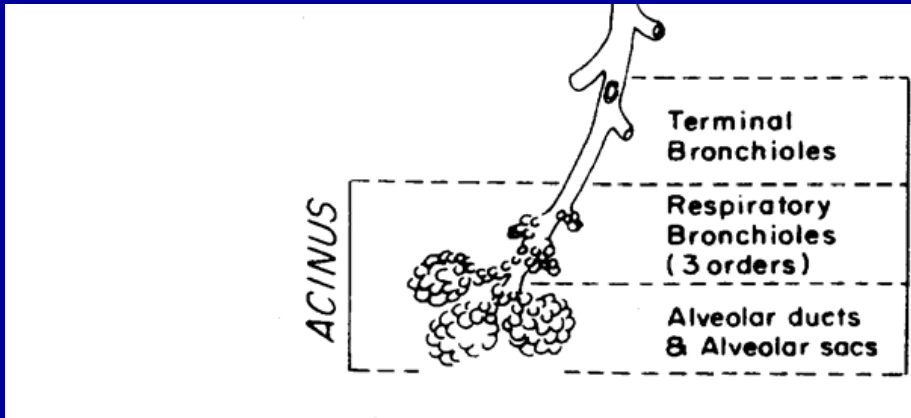
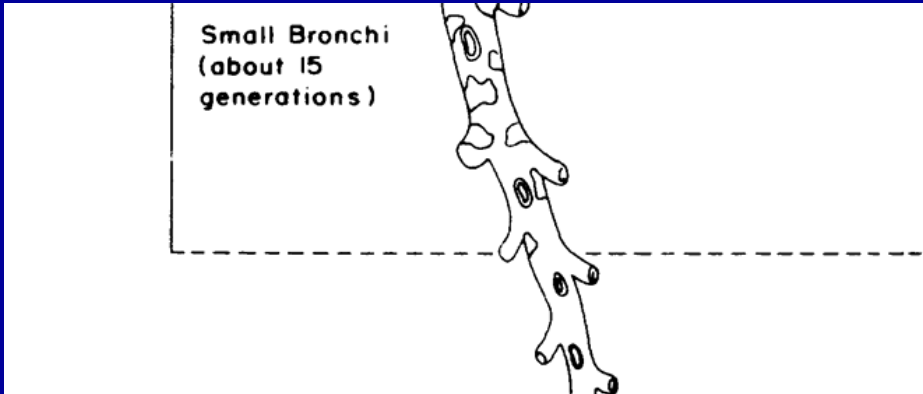
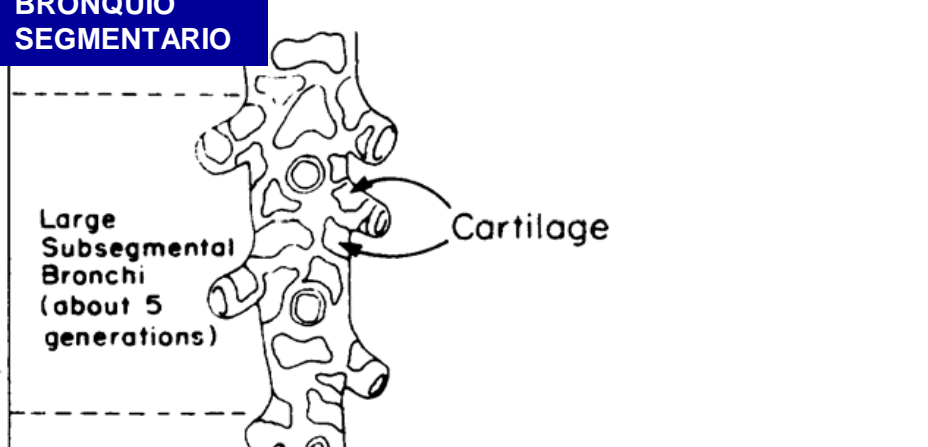
**RESPIRATORIO**



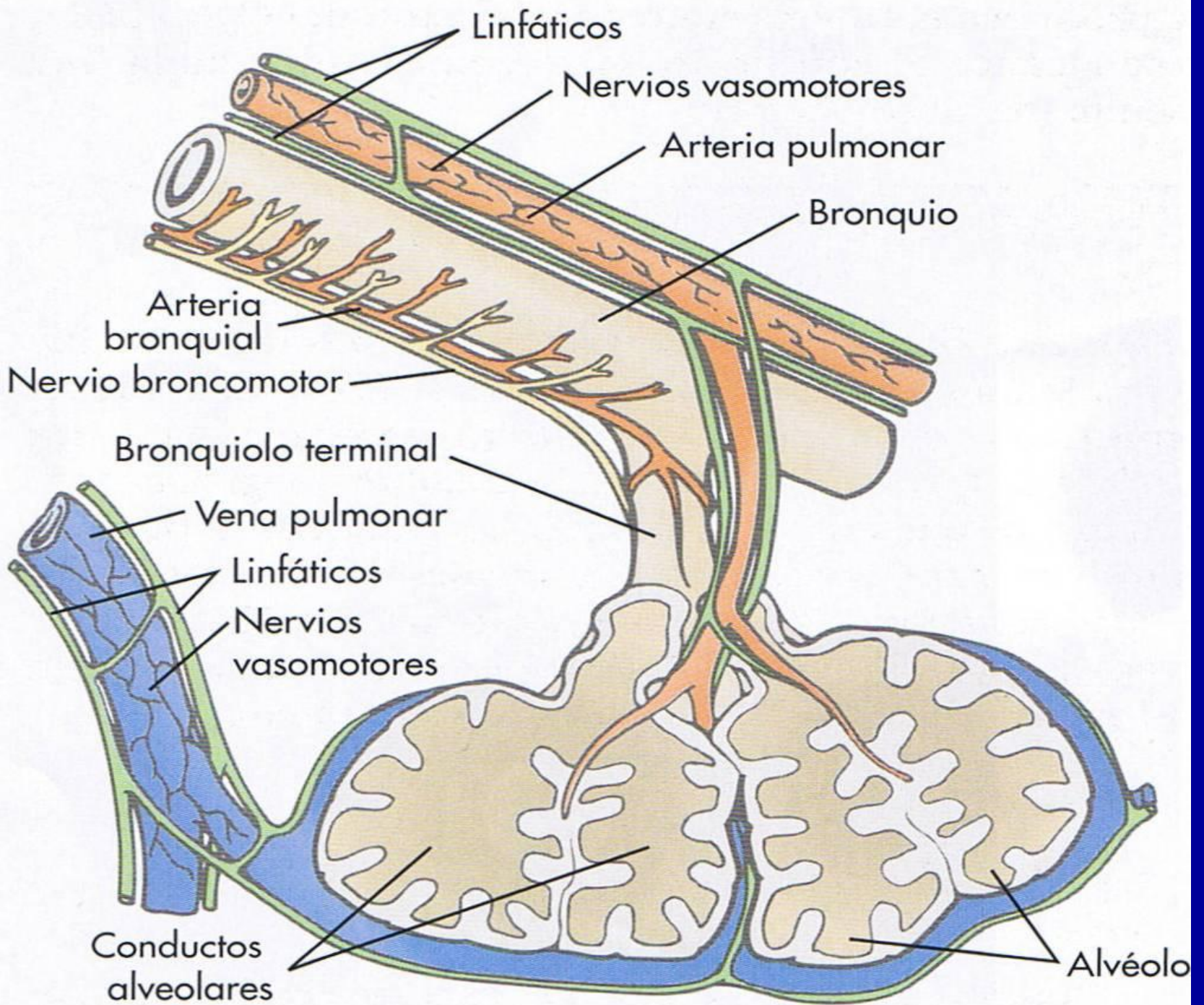


**BRONQUIO  
SEGMENTARIO**

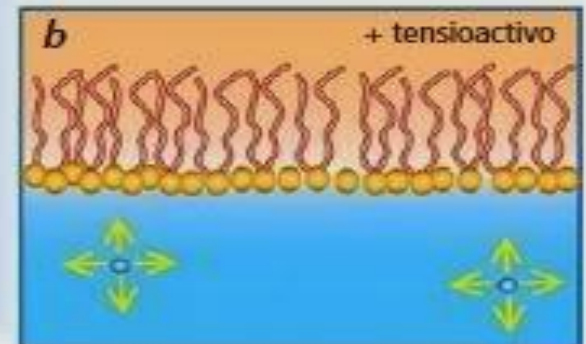
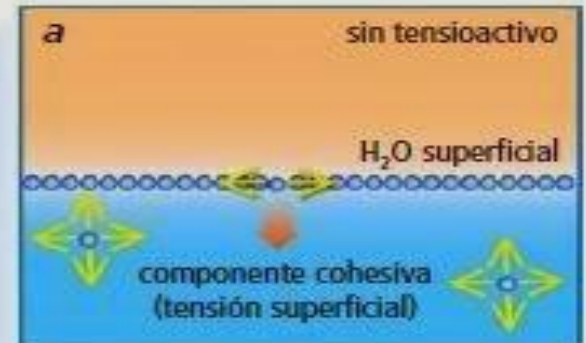
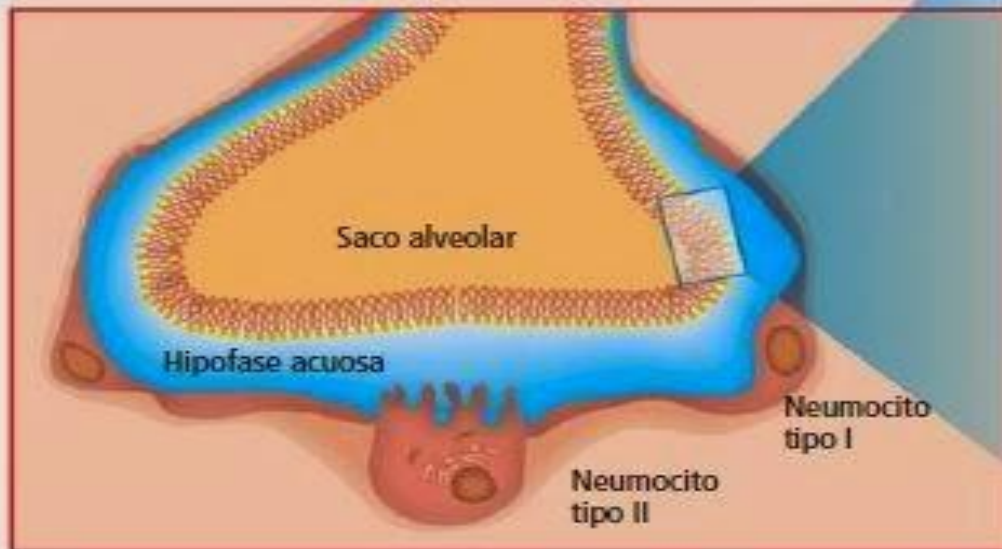
**BRONQUIOS**

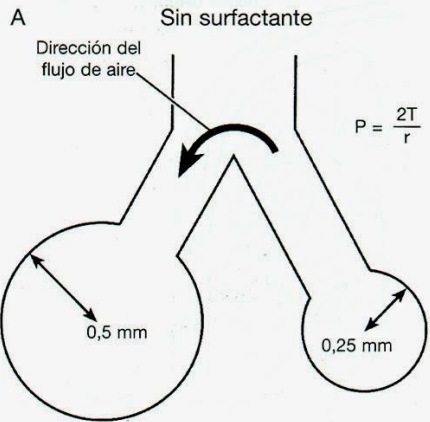


**BRONQUIOLOS**



**Surfactante:** complejo lipoproteico producido por los Neumocitos tipo II. Reduce tensión superficial del alveolo

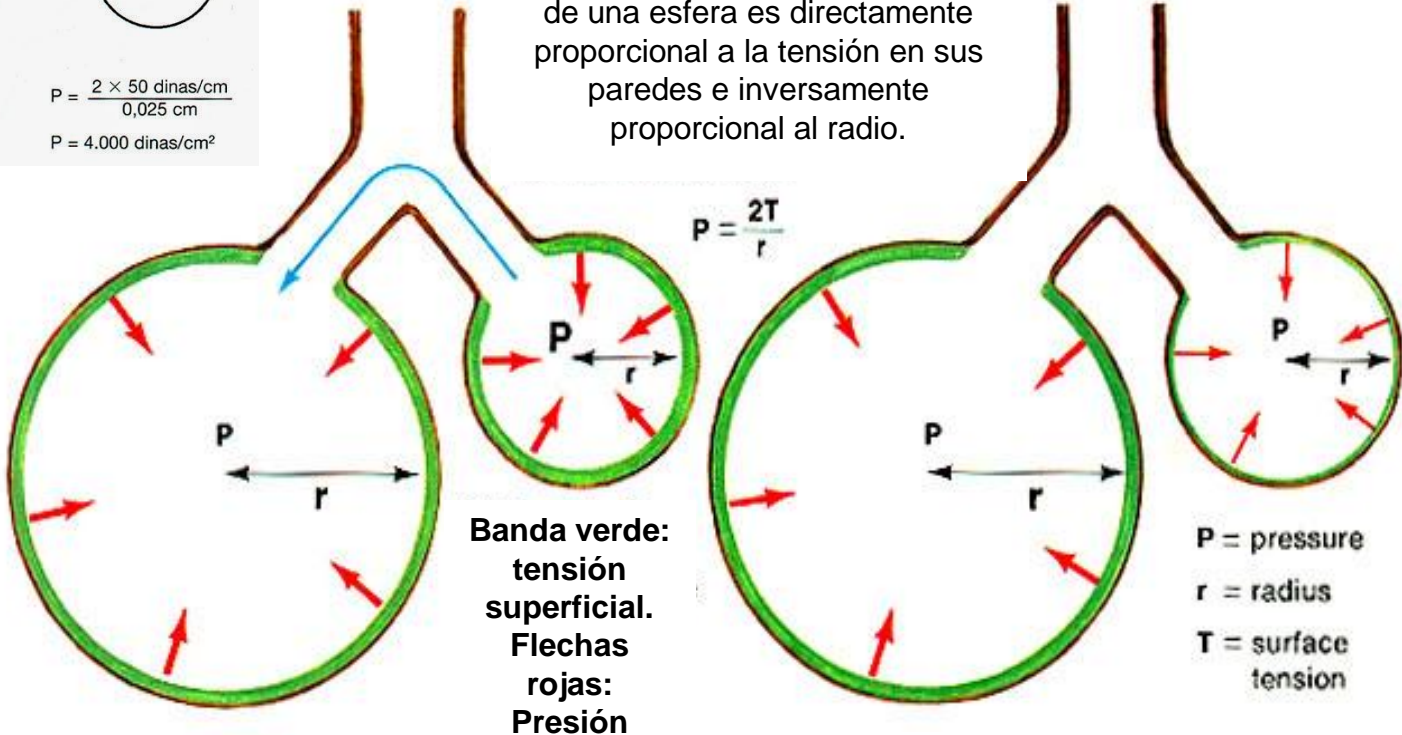




**Ley de Laplace:** la presión dentro de una esfera es directamente proporcional a la tensión en sus paredes e inversamente proporcional al radio.

$P = \frac{2 \times 50 \text{ dinas/cm}}{0,05 \text{ cm}}$   
 $P = 2.000 \text{ dinas/cm}^2$

$P = \frac{2 \times 50 \text{ dinas/cm}}{0,025 \text{ cm}}$   
 $P = 4.000 \text{ dinas/cm}^2$



**Sin surfactante:** la tensión superficial en ambos alveolos es la misma. Se necesita mayor presión para mantener abierto un alveolo pequeño. Pequeños alveolos tienden a ser colapsados por grandes alveolos.

**Con surfactante:** la tensión superficial se reduce en los pequeños alveolos. La presión distiende ambos alveolos aproximadamente igual. Los alveolos se estabilizan y se reduce la tendencia al colapso de los pequeños.

# MECANICA RESPIRATORIA

## INSPIRACIÓN >> ACTIVA

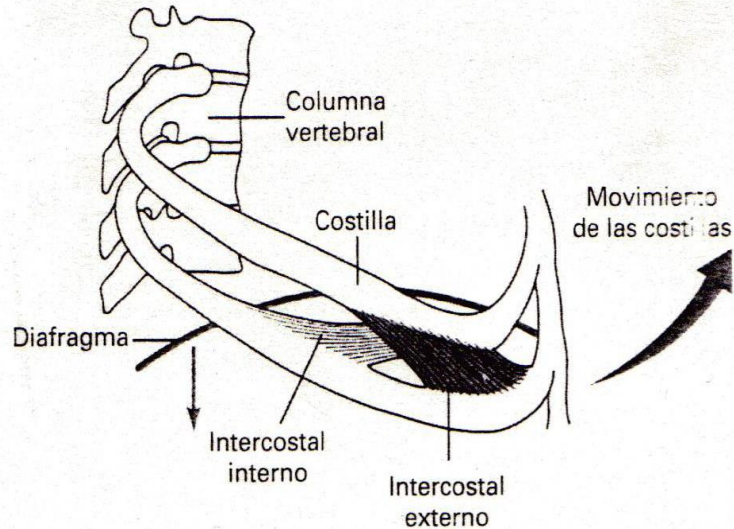
La contracción del diafragma genera una presión negativa en el interior del pulmón.

Se agranda la cavidad torácica por el descenso de la cúpula del diafragma y a la elevación de las costillas inferiores.

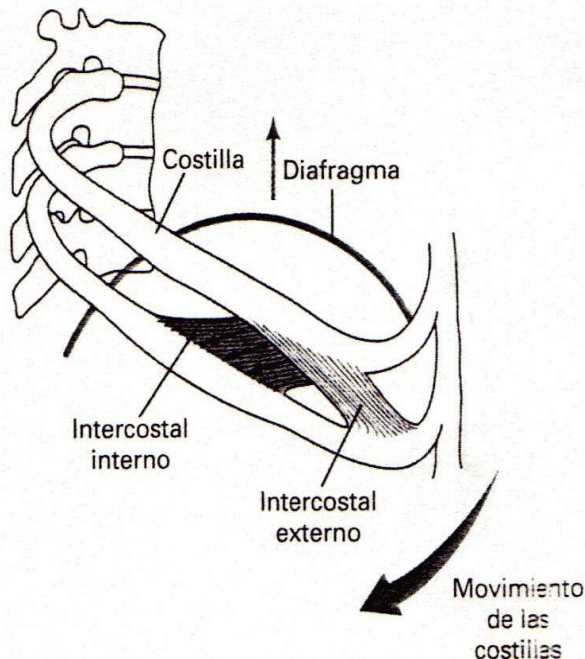
Los músculos intercostales externos desplazan hacia arriba y adelante el extremo anterior de las costillas, aumentando el diámetro del tórax.

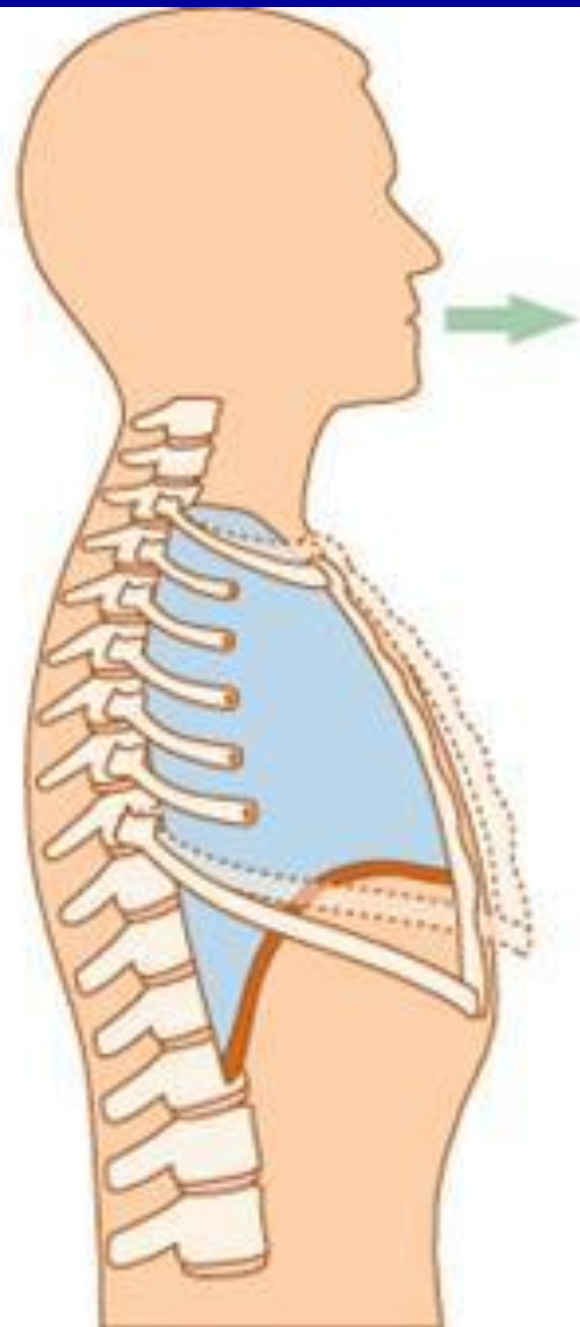
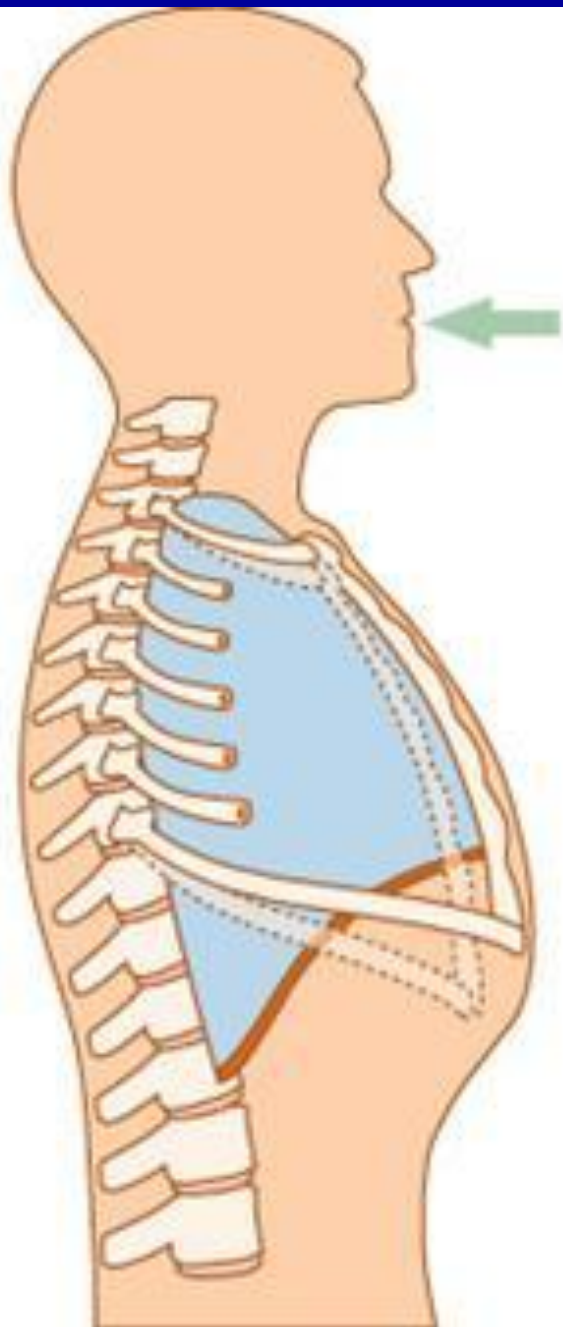
Debido a la unión estrecha que existe entre el pulmón, las pleuras y el tórax, se genera un descenso de la base de los pulmones y que provoca una baja de la presión interna y la entrada de aire.

A Inhalación



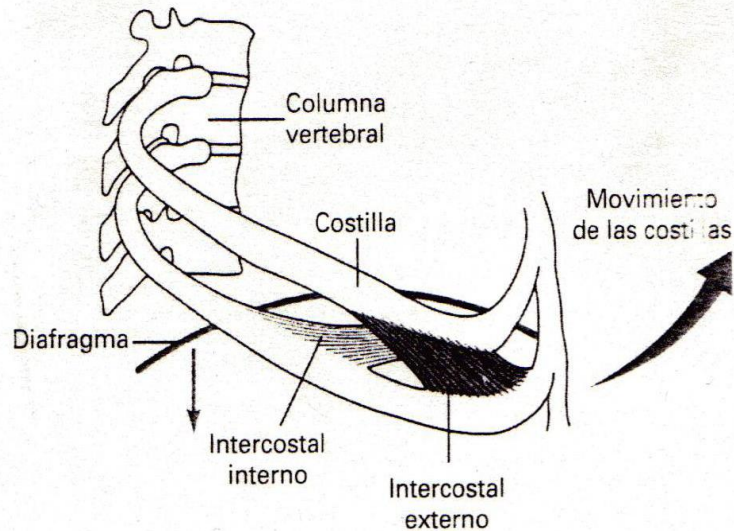
A Exhalación



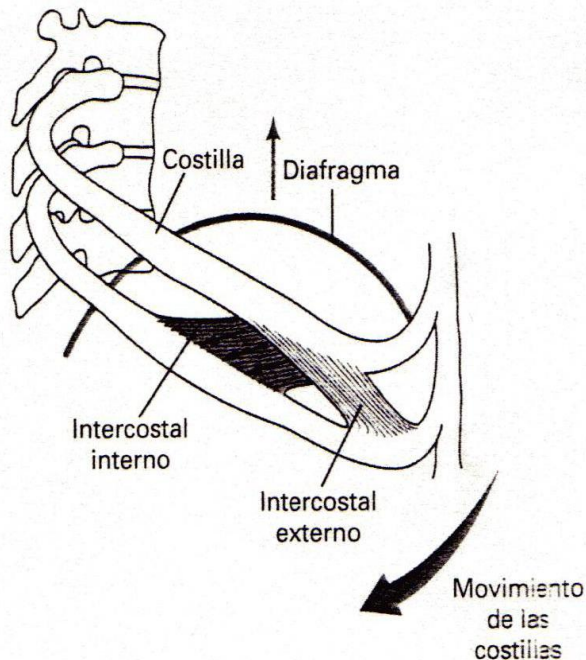




A Inhalación



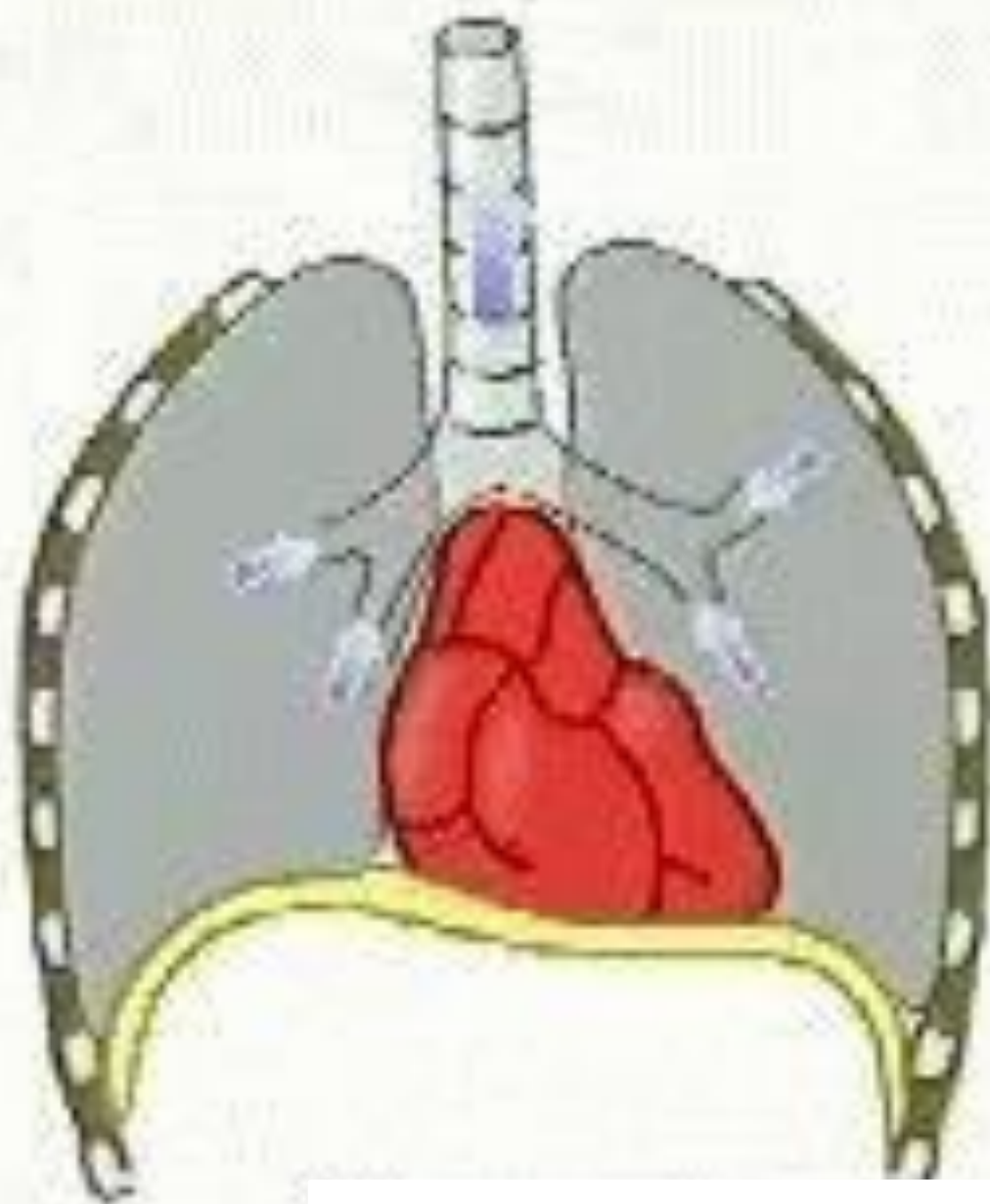
A Exhalación



## ESPIRACIÓN >> PASIVA

Por relajación de los músculos inspiratorios.

En caso de ocurrir alguna insuficiencia respiratoria, entran en actividad los músculos de la espiración: abdominales >> rectos, oblicuos y transversos y los intercostales internos ellos hacen descender el extremo anterior de las costillas y disminuyen el diámetro del tórax.



# VOLUMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

**VOLUMEN CORRIENTE:** es el volumen de aire que se moviliza en cada movimiento respiratorio (ingreso o egreso). No es constante.

**VOLUMEN DE RESERVA INSPIRATORIO:** volumen de aire que puede ser inspirado, forzadamente, luego de una inspiración normal.

**VOLUMEN DE RESERVA ESPIRATORIO:** volumen de aire que puede ser espirado, forzadamente, luego de una espiración normal.

**VOLUMEN RESIDUAL:** volumen de aire que no participa en los movimientos respiratorios, no puede ser medido en forma directa.

**CAPACIDAD PULMONAR TOTAL:** volumen de aire que hay en el pulmón al final de una inspiración máxima.

$$\underline{CPT = VRI + VC + VRE + VR = 6000 \text{ mL}}$$

**CAPACIDAD VITAL:** máxima cantidad de aire que se puede inspirar luego de una espiración forzada.

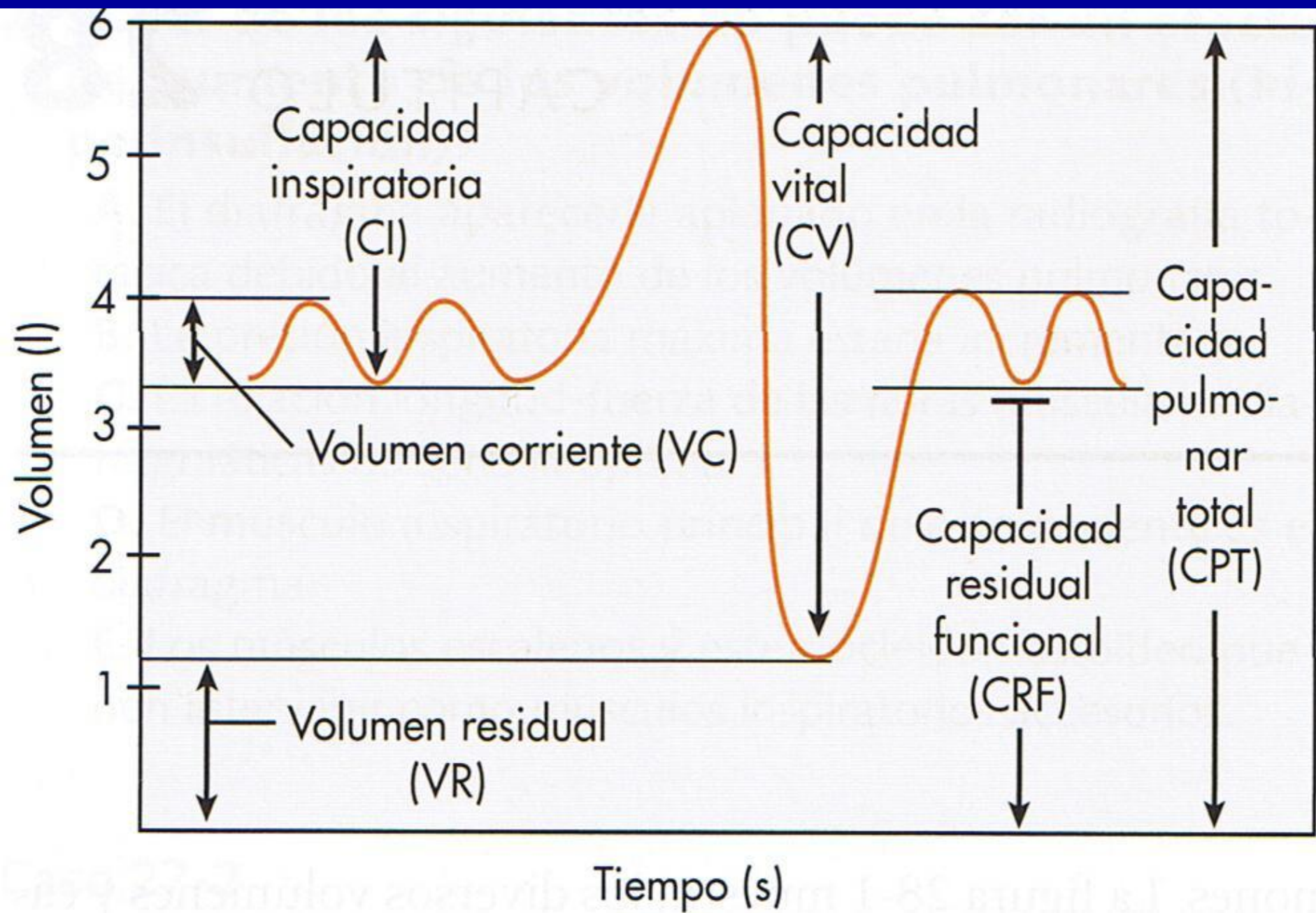
$$\underline{CV = VRI + VC + VRE = 4800 \text{ mL}}$$

**CAPACIDAD INSPIRATORIA:** máxima cantidad de aire que se puede inspirar luego de una espiración tranquila.

$$\underline{CI = VRI + VC = 3600 \text{ mL}}$$

**CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL:** volumen de aire contenido en el pulmón luego de una espiración tranquila.

$$\underline{CRF = VRE + VR = 2400 \text{ mL}}$$

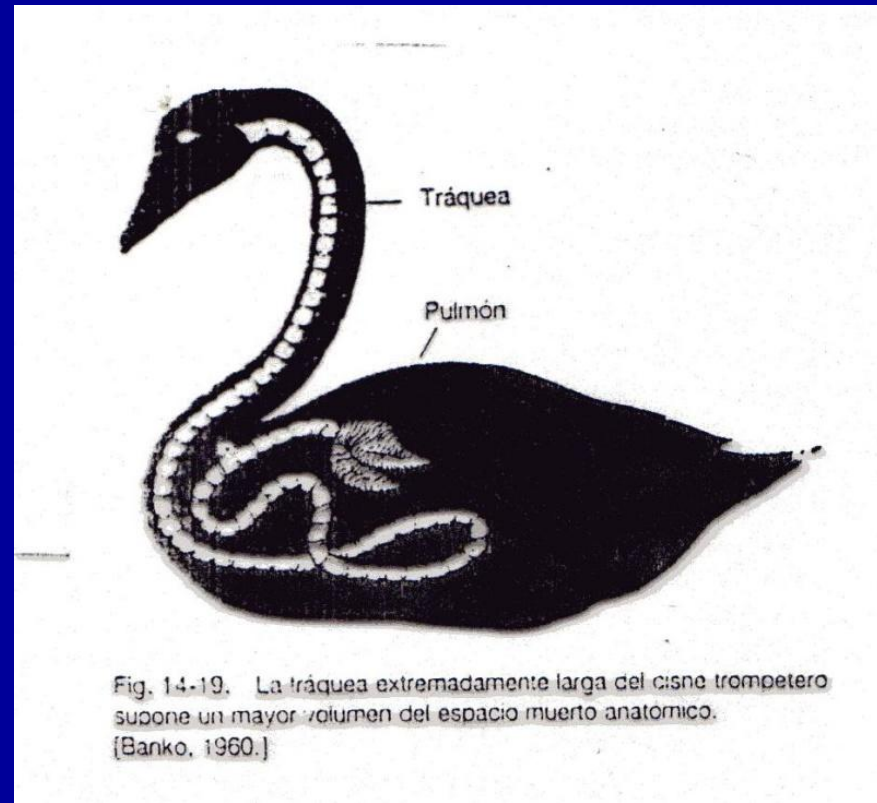


## VENTILACION PULMONAR:

Es la cantidad de aire que moviliza el pulmón por minuto.

Conociendo el volumen de aire renovado en cada movimiento respiratorio (VC) y la cantidad de movimientos que se realizan en 1 minuto

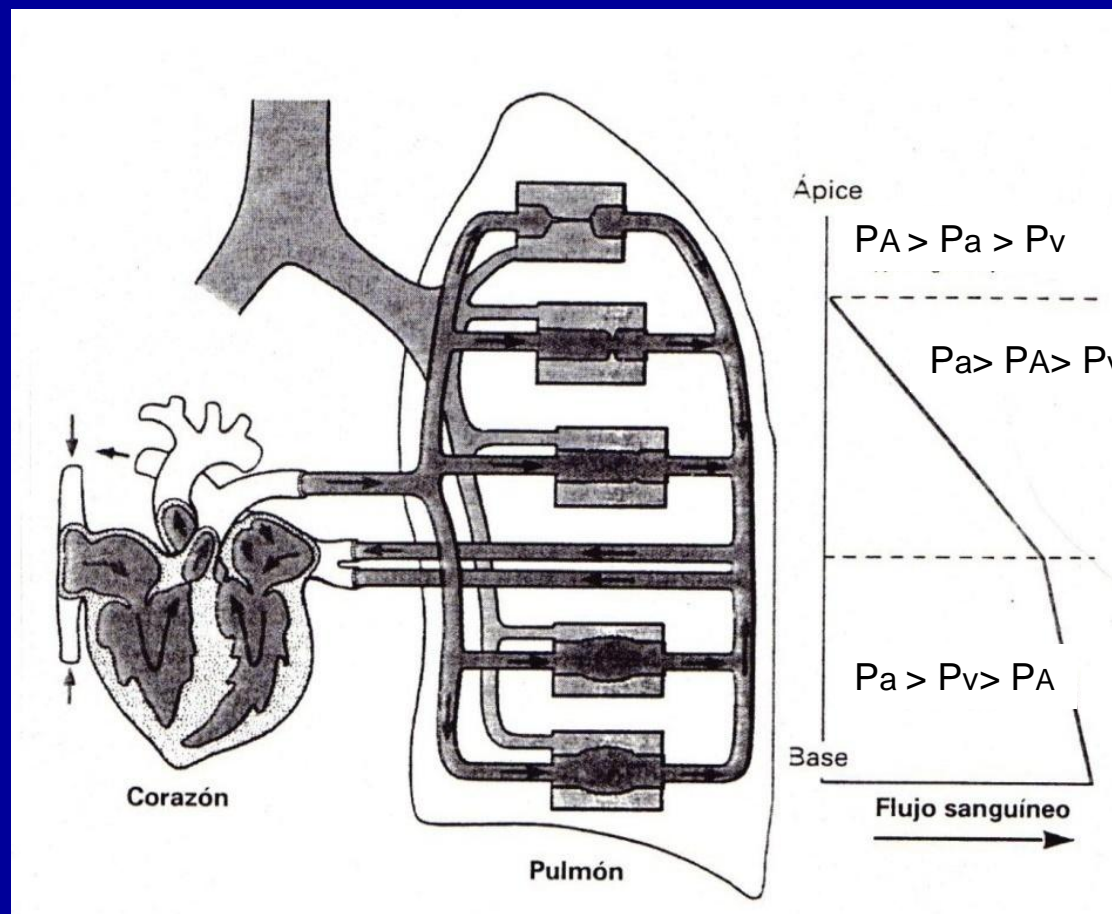
$$\underline{V_p = VC \times f}$$



**Espacio muerto anatómico-  $V_m$ :** Es el espacio físico del sistema respiratorio, que no participa directamente en el intercambio de gases. Varía entre 20 y 250 mL según la edad, sexo, estatura.

**Espacio muerto fisiológico:** espacio físico que puede participar del intercambio gaseoso, pero no es funcional.

La suma de ambos espacios muertos ronda los 100 – 620 mL.



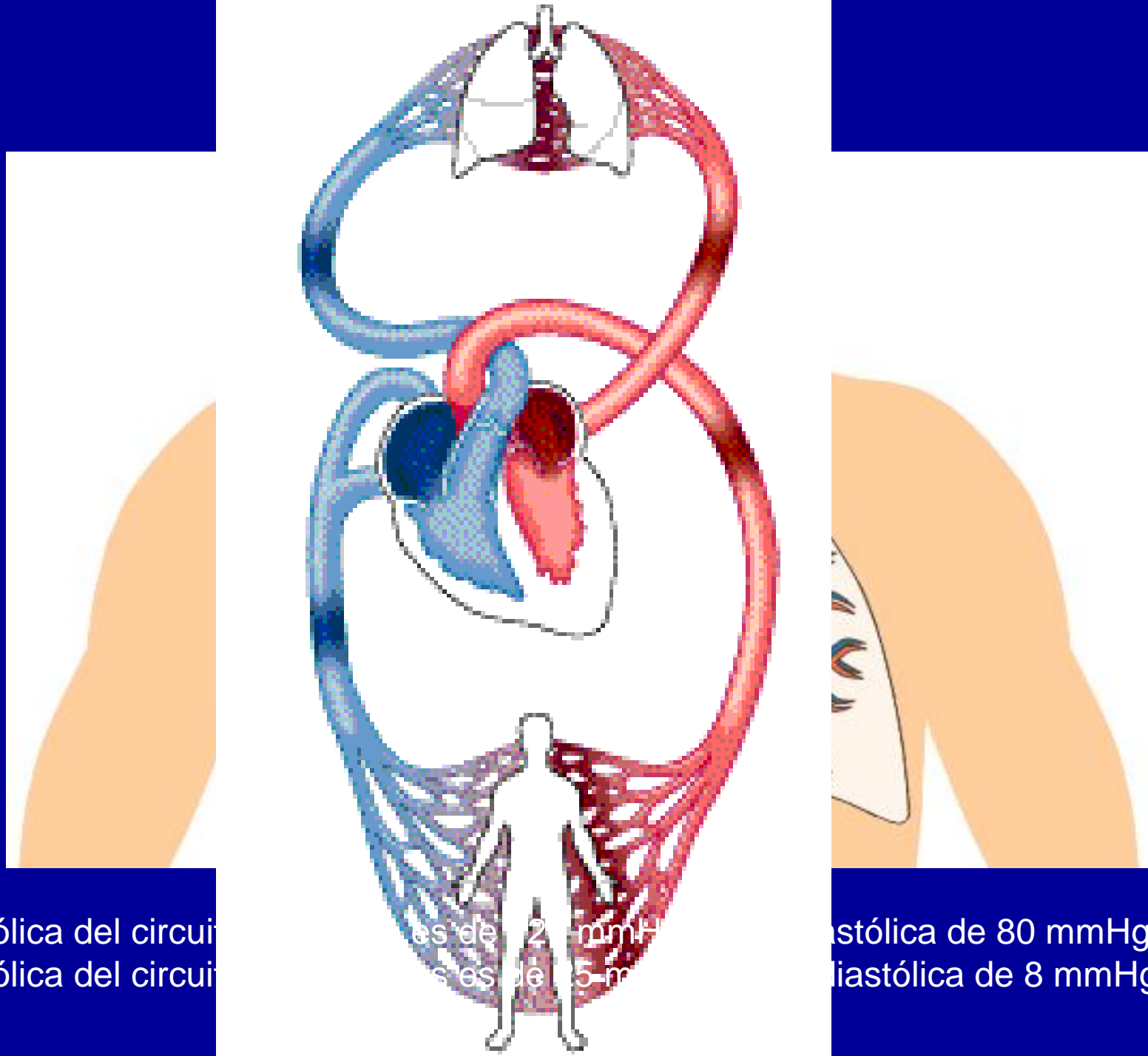
**PA:** Presión alveolar-  
**Pa:** Presión arterial-  
**Pv:** presión venosa

**VENTILACION ALVEOLAR:** sería la renovación útil del aire que hay en los pulmones. Es la encargada de renovar continuamente el aire alveolar, el aire que queda en los pulmones luego de una espiración tranquila (CRF).

$$\underline{V_a = (V_C - V_m) \times f}$$

La **V<sub>a</sub>** debe adecuarse al consumo de O<sub>2</sub> (V<sub>O<sub>2</sub></sub>), de tal forma que la composición del aire alveolar sea siempre constante.

**QR vol. CO<sub>2</sub> / vol. O<sub>2</sub>** = es en general < 1 (glucidos: 1; lipidos: 0,7; proteínas: 0,8)



La P sistólica del circuito pulmonar es de 25 mmHg.  
 La P sistólica del circuito sistémico es de 120 mmHg.

La P diastólica del circuito pulmonar es de 8 mmHg.  
 La P diastólica del circuito sistémico es de 80 mmHg.

La P sistólica del circuito sistémico es de 120 mmHg.  
 La P diastólica del circuito sistémico es de 80 mmHg.

**DIFUSION:** para que haya una correcta hematosis se necesita

- **velocidad de difusión** de los gases:  
semejante y rápida,
- **tiempo de contacto** suficiente.
- **contacto real** entre la sangre y el alveolo,

## Velocidad de difusión de los gases

\*El movimiento de los gases depende

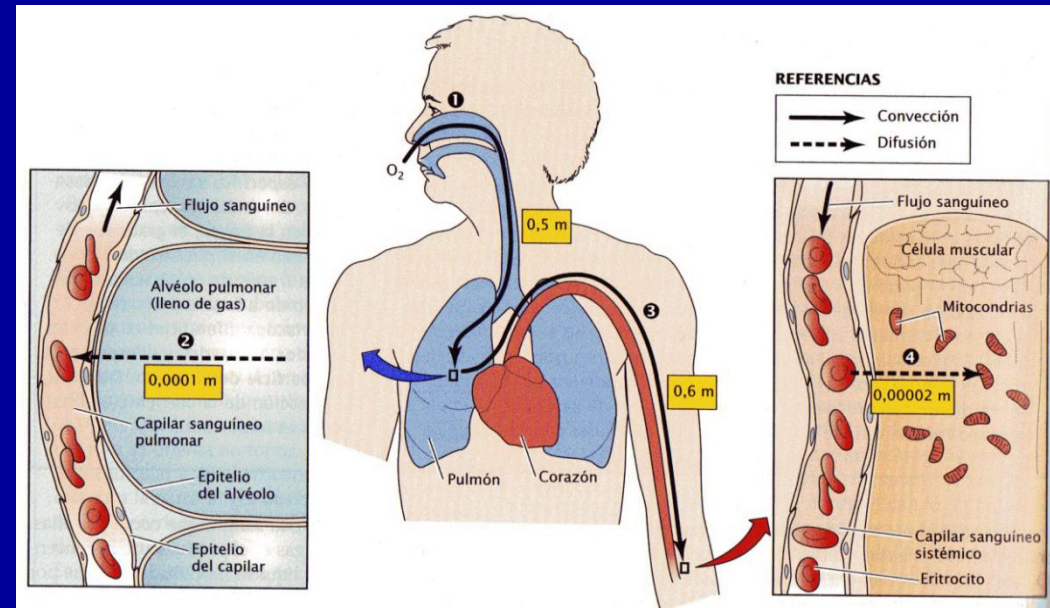
de la diferencia de presión parcial del gas entre dos compartimentos.

\*La Ley de Graham establece que la velocidad de difusión de una sustancia a favor de su gradiente de concentración es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su peso molecular (o densidad). Dado que el  $O_2$  y el  $CO_2$  tienen PM semejantes, sus velocidades de difusión son aproximadas.

## Tiempo de contacto

Depende de la velocidad de la sangre a través de los capilares. En reposo un glóbulo rojo tarda 0,75 seg en atravesar un capilar del extremo arterial al venoso y solo necesita 0,30 seg para oxigenarse.

En ejercicio intenso, un glóbulo rojo tarda 0,35 seg, lo que no compromete su oxig.





## Contacto entre la sangre y el aire alveolar

Las estructuras que se encuentran entre el alveolo pulmonar y los globulos rojos ofrecen cierto grado de resistencia al pasaje de los diferentes gases >>  $R_p = R_m + R_s$

$$\text{Dp: Difusibilidad pulmonar } \gg \frac{1}{D_p} = \frac{1}{D_m} + \frac{1}{D_s}$$

**Dm: Difusibilidad de la membrana:  $(A \times \alpha) / g$**

Depende del grosor de la membrana alveolo-capilar  $g$  (0,1 – 0,4  $\mu$ ): capa de aire alveolar, capa líquida tensioactiva, epitelio alveolar, intersticio, endotelio capilar, plasma, membrana del eritrocito.

Del area total de intercambio  $A$ , que es de aproximadamente 70 m<sup>2</sup>.

De las características de cada gas  $\alpha$  expresada como coeficiente de difusión.

**Ds: Difusibilidad de la sangre-  $Ds: \theta \cdot V_c$**

Depende de la Tasa de combinacion del O<sub>2</sub> con la hemoglobina  $\theta$ . Depende de la cantidad de globulos rojos, el contenido de Hb; y del Volumen de sangre capilar expuesto al aire alveolar  $V_c$ , es variable, entre 60 y 95 mL.

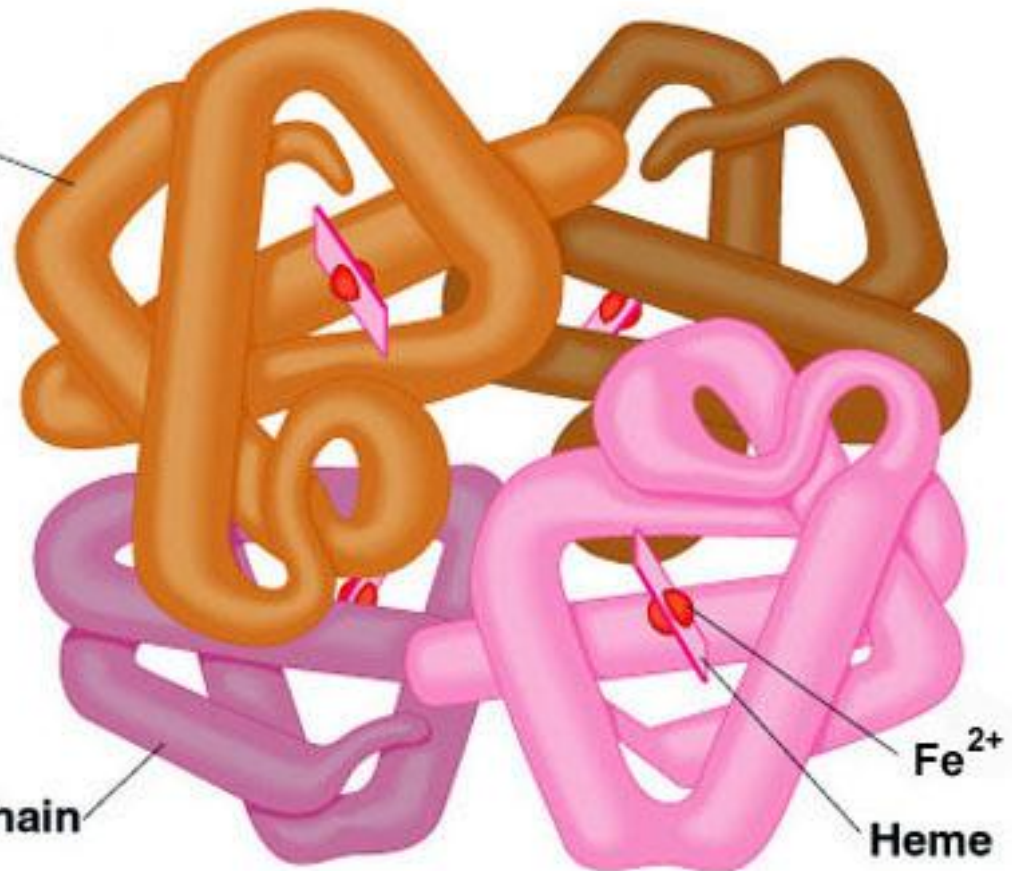


$\beta$  chain

$\alpha$  chain

$\text{Fe}^{2+}$

Heme



# HEMOGLOBINA:

Macromolécula formada por 4 grupos prostéticos (tetrapirroles) denominados **HEMO**, asociados a una proteína tetramérica, **GLOBINA**.

**GLOBINA**: 2 dímeros  $\alpha_1\beta_1$  y  $\alpha_2\beta_2$ , entre sí se conectan débilmente por puentes iónicos.

La oxigenación afecta los enlaces  $\gg$  cambios conformacionales.

**HEMO**:  $Fe^{+2}$  unido con enlaces coordinados a los 4 átomos de N pirrolico.

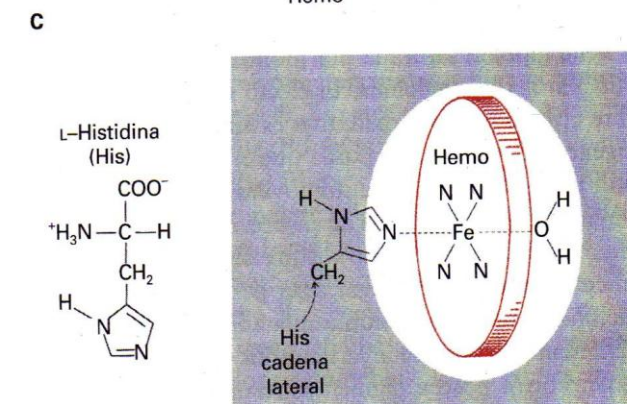
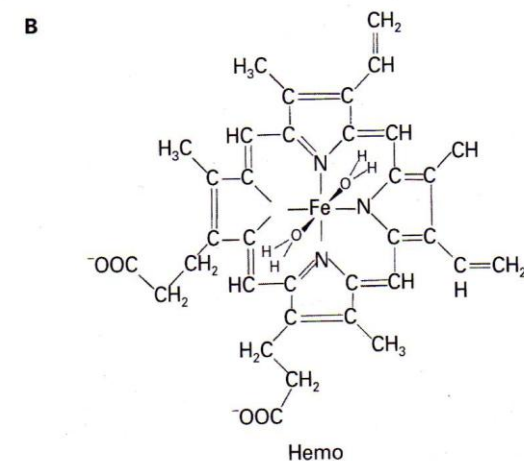
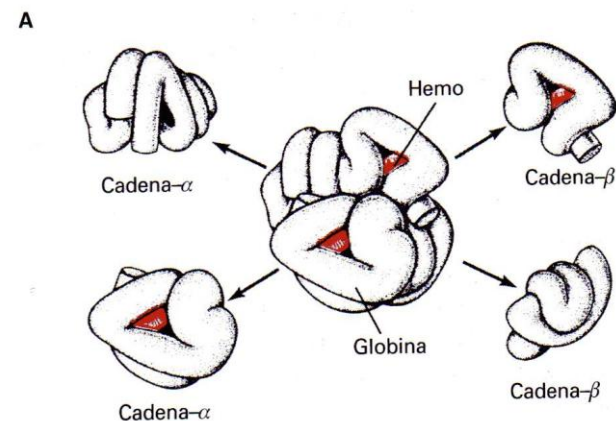
Los 2 enlaces restantes se utilizan para unir a la molécula de  $O_2$  y el anillo imidazol de la globina.

\*Aumenta 70 veces la capacidad de transporte de  $O_2$  de la sangre.

\*Sin Hb habría **0,3 ml de  $O_2$**  por cada 100 mL de sangre, a 37 °C y 1 atm.

\*En presencia de Hb 100 ml de sangre contienen **20 ml de  $O_2$** , en iguales condiciones de P y T.

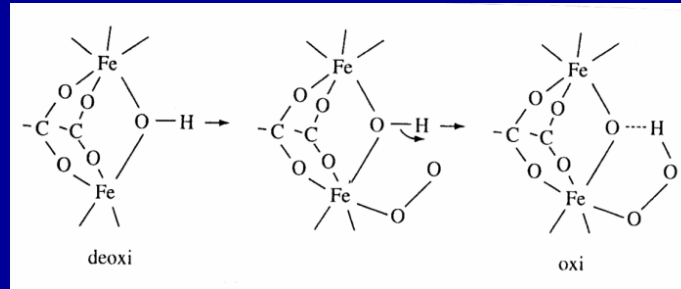
# PIGMENTOS RESPIRATORIOS



**OXIHEMOGLOBINA-** color rojo vivo

**DESOXIHEMOGLOBINA-** color rojo parduzco

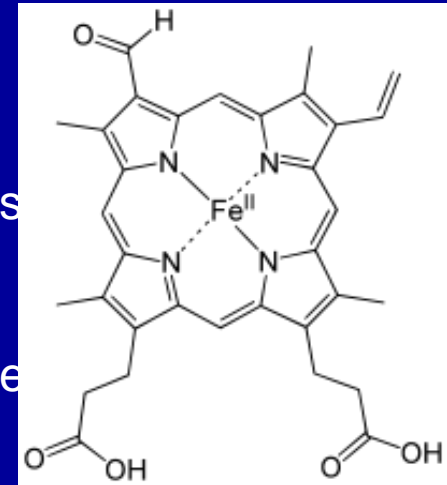
**HEMERITRINA-** proteína que contiene Fe, sin estructura porfirínica, de color rojo. Contiene 7 subunidades idénticas y cada una porta 2 átomos Fe. Es transportado por células. Anélidos. Braquiopodos.



**CLOROCRUORINA-** proteína con Fe porfirínico, de muchos Anélidos

De color verde cuando está desoxigenada y rojo claro, oxigenada.

No es transportado por células, sino que flota libremente en la sangre



**HEMOCIANINA-** Es una proteína presente en la sangre de algunos crustáceos, arácnidos y moluscos.

Semejante a la Hb, con Cu en lugar de Fe, de color azul claro en estado oxigenado e incolora desoxigenado.

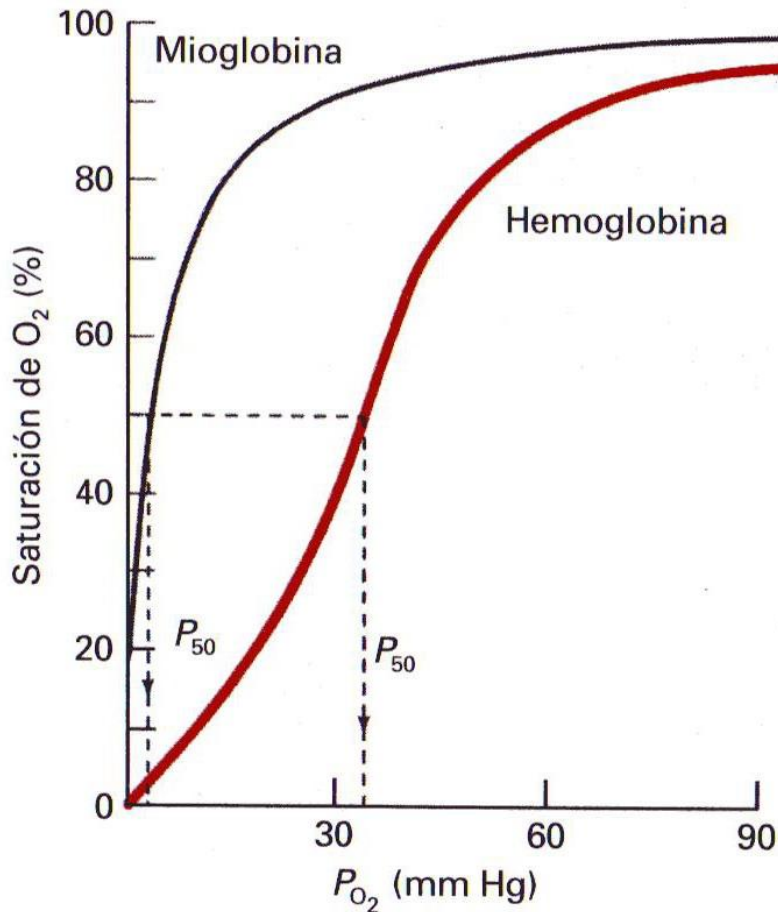
No es transportada por células.

## Transporte de Oxígeno

• Cada molécula de Hb puede combinarse con 4 moléculas de  $O_2$ . Si todos los lugares de unión se hallan ocupados por  $O_2$ , la sangre está saturada al 100%.

\* Para comparar sangre con distinto contenido de Hb se utiliza el **% de saturación**. La **capacidad** de  $O_2$  aumenta en proporción a la concentración de Hb.

$$\% SO_2 = \text{contenido} / \text{capacidad} * 100$$



**Contenido:** cantidad de  $O_2$  contenido en un volumen determinado de sangre.

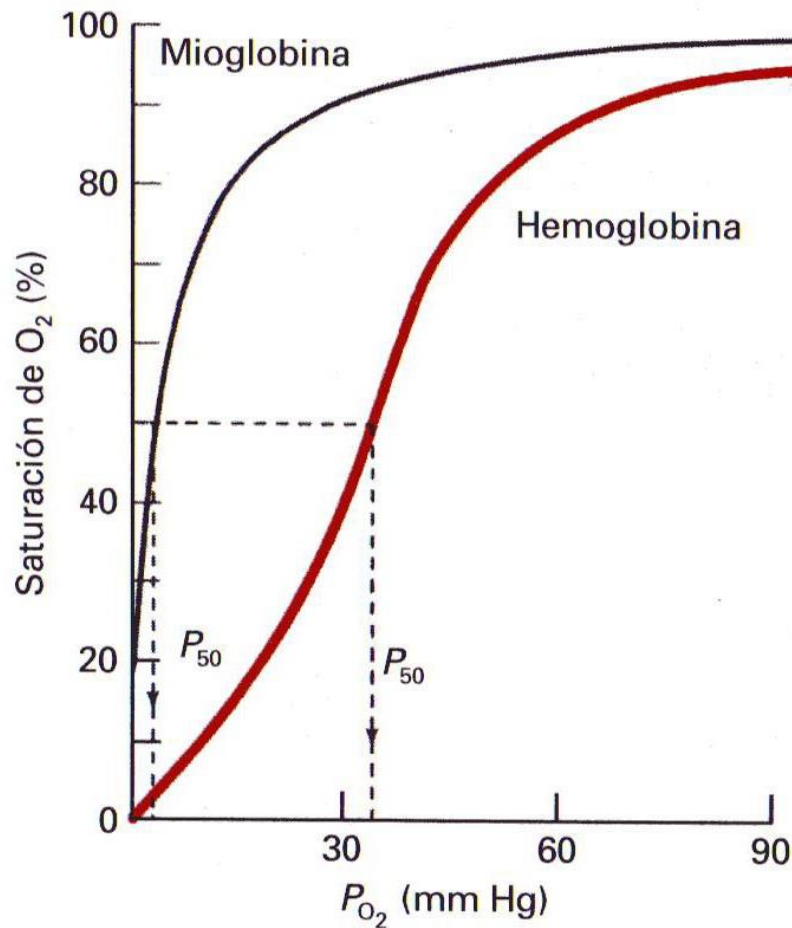
**Capacidad:** cantidad máxima de  $O_2$  que puede combinarse con la Hb contenida en 100 mL de sangre.

La **oxigenación de la Hb** le provoca un cambio en su conformación, rompiendo las uniones iónicas de la globina.

La unión del primer  $O_2$  facilita la subsiguiente oxigenación, debido a que se eleva la afinidad de la Hb por el  $O_2$ .



La afinidad de la Hb por el  $O_2$  se expresa en términos del  $P_{50}$ , cuanto más baja es la  $P_{50}$  mayor es la afinidad por el  $O_2$ .



La **MIOGLOBINA** presenta una curva de disociación con el  $O_2$  hiperbólica. Y tiene una afinidad mucho mayor que la Hb. Esto se debe a la estructura de la molécula.

La unión de la Hb con el  $O_2$  es lábil y depende de:

- \* Temperatura
- \* pH
- \*  $CO_2$
- \* Unión de fosfatos orgánicos: DPG, ATP, GTP

# DISMINUYE LA AFINIDAD HB-O<sub>2</sub>

\*Aumento de T<sup>o</sup>

\*Descenso de pH >>> efecto BOHR

\*Incremento de la PCO<sub>2</sub>

\*Aumento de DPG

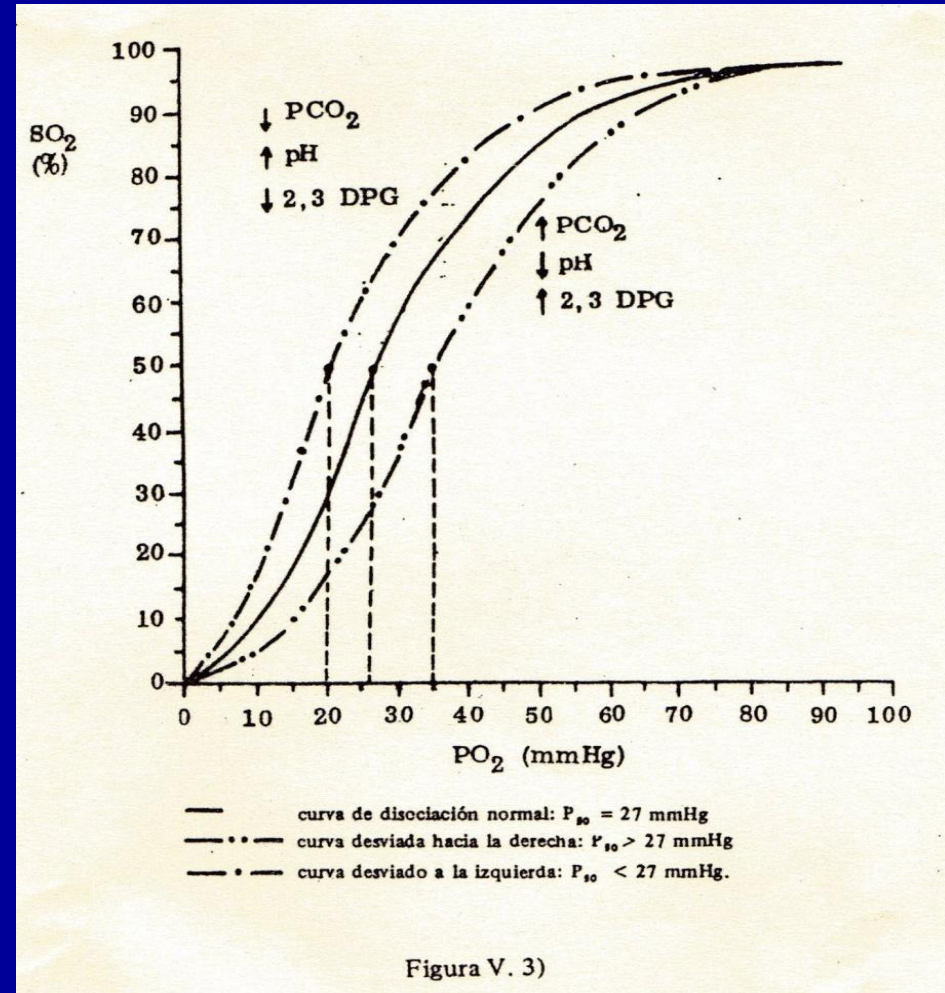
\*Aumento de Temperatura >> debilita la unión del O<sub>2</sub> con Hb

\*Descenso del pH >> los H<sup>+</sup> se unen a la globina modificando la estructura de la proteína, disminuyendo su afinidad.

\*Incremento de Pco<sub>2</sub> provoca:

-una disminución del pH >> CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O >> CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> + H<sup>+</sup>

-unión a los grupos -NH<sub>2</sub> de la globina originando compuestos carbámicos -NHCOO<sup>-</sup> afectando la estructura de la Hb.





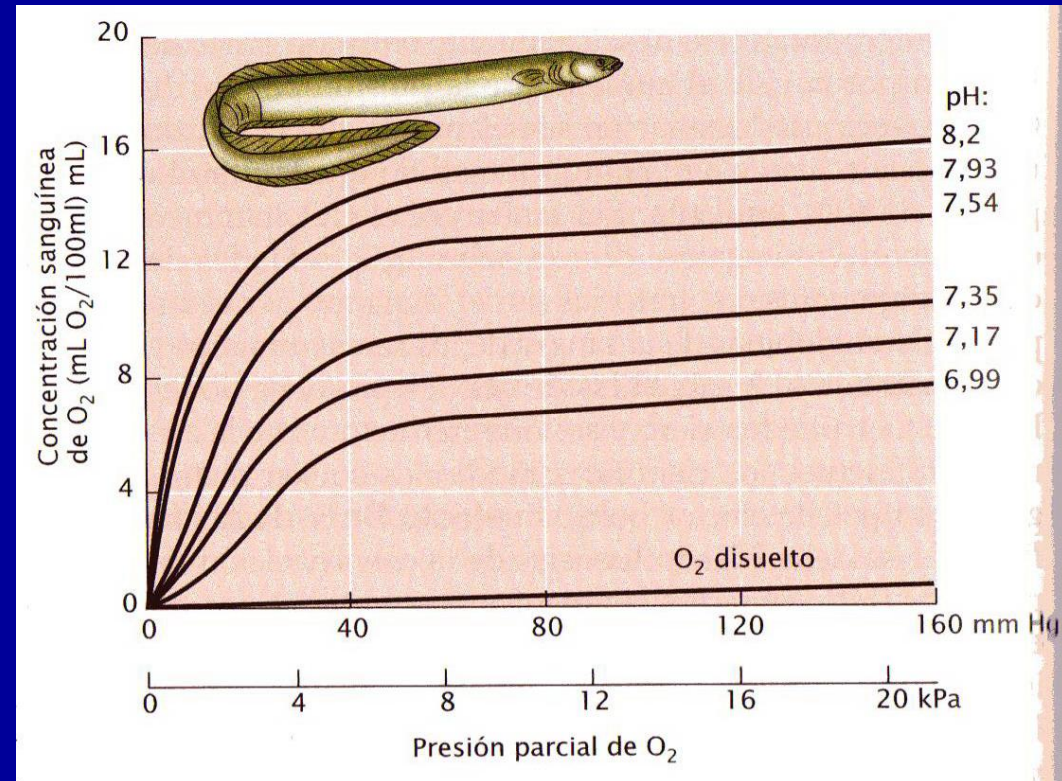
**\*Aumento de DPG (2,3-Difosfoglicerato) >> ligandos fosfatados (ATP – inositol fosfato)**

La unión a **fosfatos orgánicos (DPG)** disminuye la afinidad de la Hb-O<sub>2</sub>.

En el eritrocito el DPG se une a restos de AA específicos de las cadenas β de la globina. En otros vertebrados el compuesto fosfatado más abundante en el eritrocito es el **ATP** (peces), **GTP** (peces) o **InsP5** (aves).

En algunos peces, cefalópodos y crustáceos un aumento de la **Pco<sub>2</sub>** o una disminución del **pH** provoca una **reducción de la afinidad Hb-O<sub>2</sub>** y una **disminución de la capacidad de O<sub>2</sub>**

**>>> efecto ROOT.**



La **Hemocianina** de varios gasteropodos y de la Cacerola de las Molucas (*Limulus*) muestra **mayor afinidad por el O<sub>2</sub> al disminuir el pH >> efecto BOHR INVERTIDO.**

Permite captar O<sub>2</sub> en situaciones adversas de baja disponibilidad de O<sub>2</sub>.

# TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub>

El CO<sub>2</sub> es transportado en disolución simple:

\*CO<sub>2</sub>

\*CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> o CO<sub>3</sub><sup>=</sup> (cuando se combina con H<sub>2</sub>O)

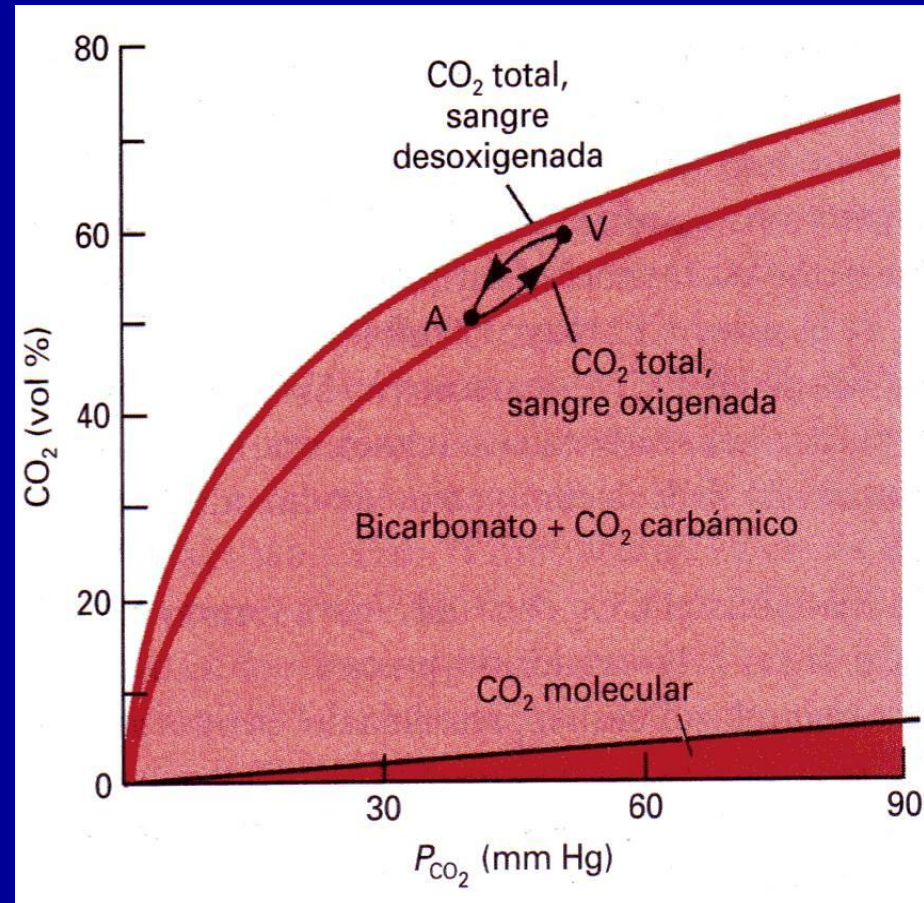
\*Compuestos carbámicos -NHCOO<sup>-</sup>

(cuando se combina con -NH<sub>2</sub> de la globina)

\*La proporción de CO<sub>2</sub>, CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> o CO<sub>3</sub><sup>=</sup> depende del pH, la T<sup>o</sup> y la fuerza iónica de la solución.

En las condiciones normales de la sangre la forma predominante es CO<sub>2</sub> / CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> (1:20).

\*El grado de formación de grupos carbámicos depende del número de grupos terminales NH<sub>2</sub> disponibles.



\*El  $\text{CO}_2$  es la forma que difunde más fácilmente para entrar y salir de la sangre.

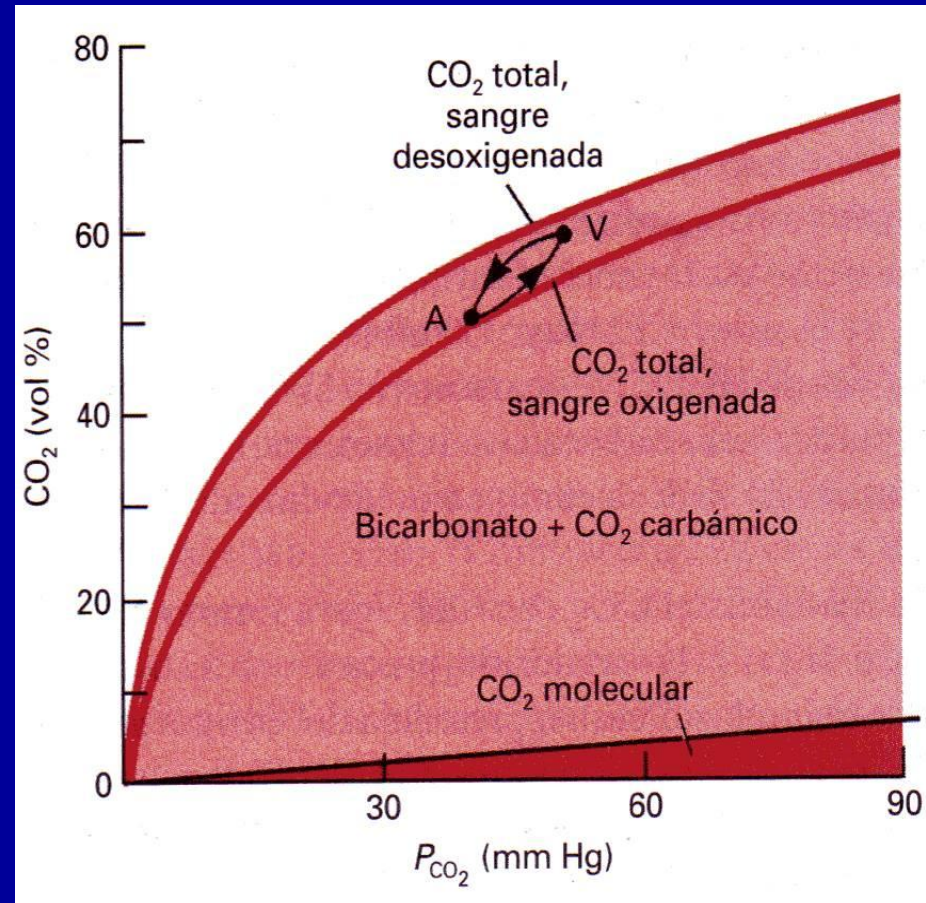
Su contenido varía con la  $\text{PCO}_2$ .

La formación de  $\text{CO}_3\text{H}^-$  depende del pH.

El eritrocito tiene menor pH que el plasma, por lo tanto los niveles de  $\text{CO}_3\text{H}^-$  son menores que en plasma.

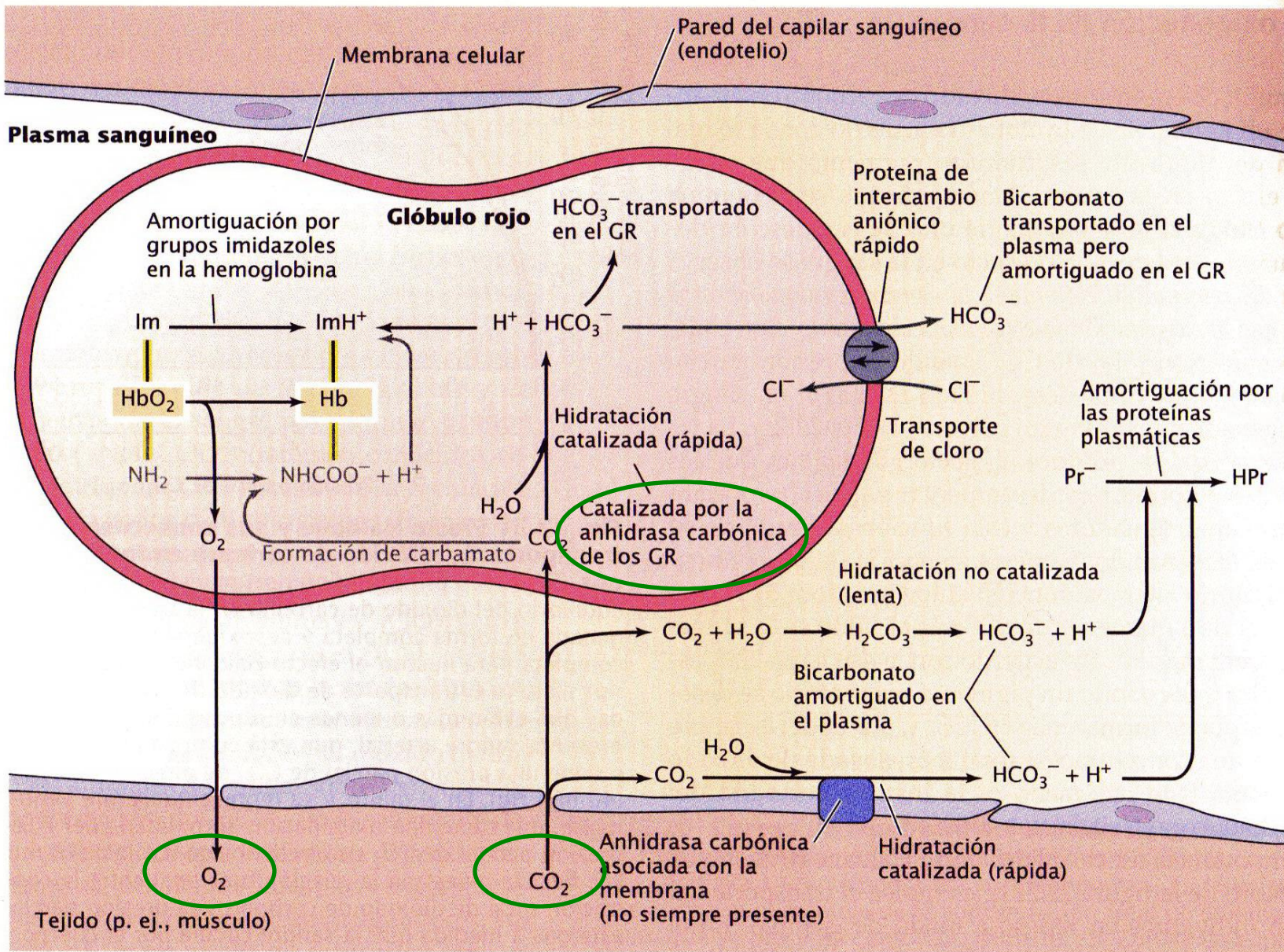
**Efecto HALDANE:** la curva de equilibrio del  $\text{CO}_2$  cambia según la oxigenación de la Hb.

$\text{R-NH}_2 + \text{CO}_2 \gg \text{R-NHCOO}^- + \text{H}^+ \gg$  este reacomodamiento de cargas eléctricas lleva a que la Oxi-Hb absorba  $0,15 \text{ mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$  Hemo y la forma desoxi-Hb absorbe  $0,40$  moles.

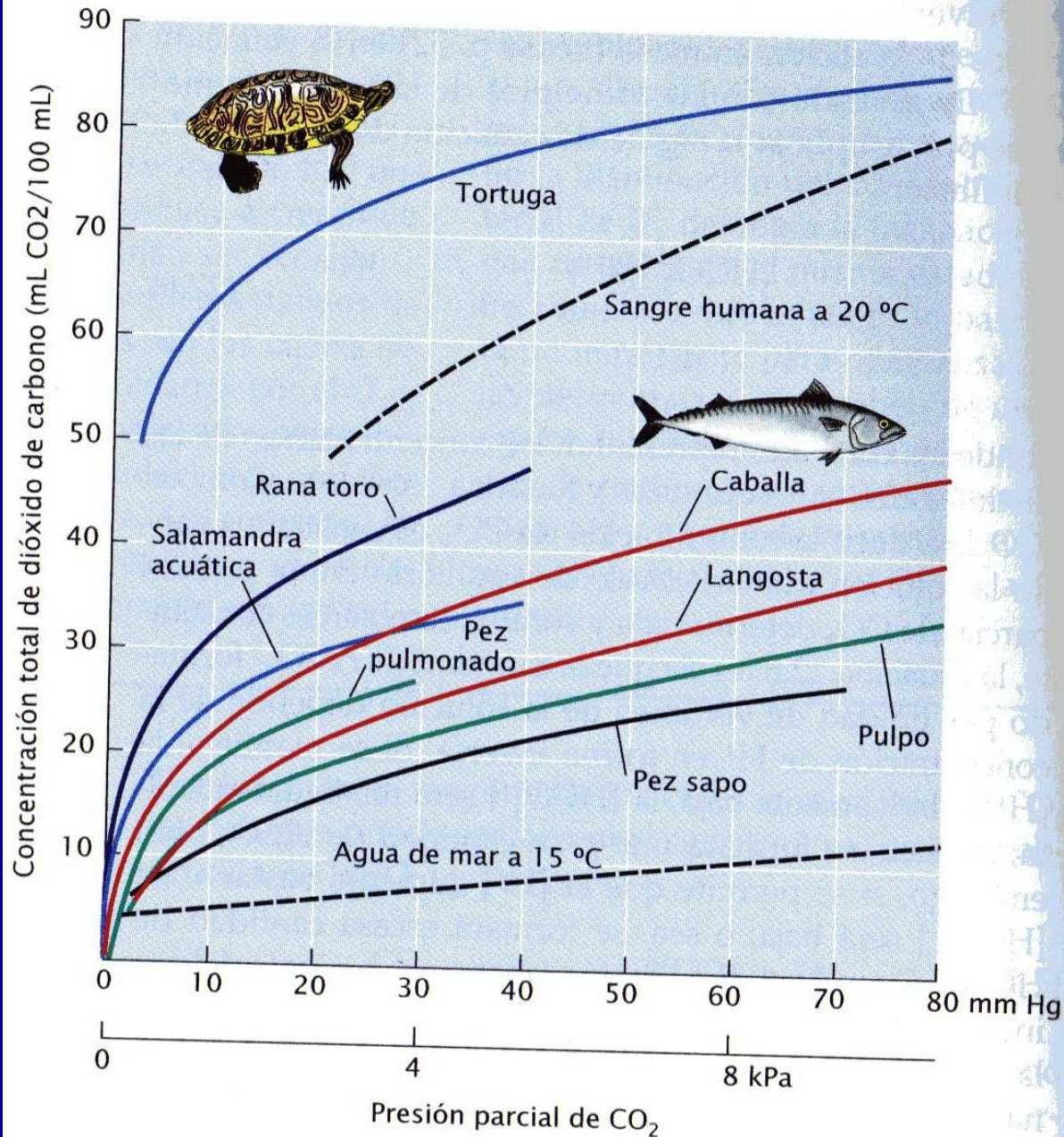


La desoxigenación estimula la absorción de  $\text{CO}_2$  y

La oxigenación estimula la eliminación de  $\text{CO}_2$ .



(b) Sangre de nueve especies



Curvas de disociación de CO<sub>2</sub> en distintas especies animales

# Regulación Nerviosa de la Respiración

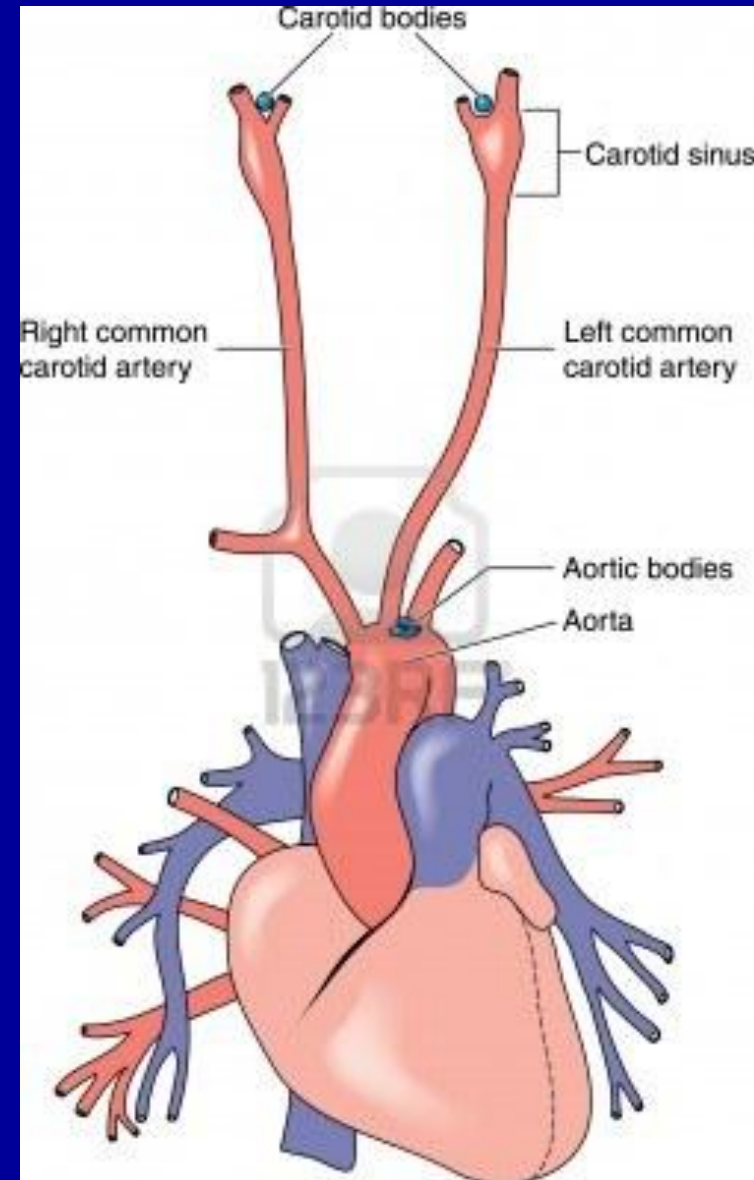
El incremento de  $\text{CO}_2$  en sangre es detectado por los centros quimiorreceptores que registran los cambios en  $\text{P}_{\text{O}_2}$  y  $\text{P}_{\text{CO}_2}$  en sangre arterial.

En mamíferos son los **Cuerpos Aórticos y Carotídeos**, en aves el **Cuerpo Carotídeo** y en anfibios en el **Laberinto Carotídeo**.

Presentan células receptoras y están inervados por el nervio Glossofaríngeo y el nervio Vago.

Los centros nerviosos de la respiración se hallan en la Médula Espinal y en el Bulbo Raquídeo. Responden a los cambios de pH del líquido cefalorraquídeo.

Ya sea por el descenso de pH o por el aumento de  $\text{CO}_2$  los centros del Bulbo aumentan la frecuencia de ventilación.



## Respuesta a cambios en los niveles de O<sub>2</sub>

A **5.800 m** de altura la Presión atmosférica es menor que a nivel del mar

- ➔ **P<sub>o<sub>2</sub></sub>** baja a la mitad (10,5 kPa) de la que existe a nivel del mar (20,7 kPa)
- ➔ provocando una disminución del O<sub>2</sub> en sangre
- ➔ la disminución de O<sub>2</sub> es detectada por los quimiorreceptores
- ➔ los centros nerviosos de la Médula espinal y del Bulbo raquídeo inducen

### Aumento en la ventilación pulmonar

Esta situación en mamíferos produce:

- ➊ Mayor eliminación del CO<sub>2</sub>
- ➋ Disminución de P<sub>CO<sub>2</sub></sub> en líquido cefalorraquídeo
- ➌ Disminución de ventilación
- ➍ Disminución de P<sub>CO<sub>2</sub></sub> sangre
- ➎ Aumento del pH

## A MEDIANO PLAZO

🎯 Si la situación de **hipoxia continúa** este ciclo se repite sucesivas veces. Se logra **regular** a partir de cierto tiempo con la **eliminación de  $\text{CO}_3\text{H}^-$**  para **neutralizar el pH alcalino** que provoca el aumento gradual de la ventilación pulmonar.

🎯 **Aumenta** el contenido de **DPG en sangre**, para **disminuir la afinidad Hb-O<sub>2</sub>** que permite liberarlo más fácilmente en los tejidos.

🎯 **Aumenta** la producción de **Eritropoyetina**, hormona del hígado y riñón que induce la eritropoyesis en médula ósea roja. **Incrementa el N° de eritrocitos y el contenido de Hb en sangre.**

🎯 Se estimula la **proliferación de** capilares en los tejidos, asegurando la **distribución de O<sub>2</sub>** en los tejidos.



## Las personas genéticamente adaptadas a estas condiciones:

- ↳ poseen **volúmenes pulmonares mayores**,
- ↳ **mayor capacidad vital** respiratoria, para mayor movilización de aire/min,
- ↳ poseen **frecuente hipertrofia del ventrículo derecho**,
- ↳ **presión sanguínea pulmonar elevada**,
- ↳ **mayor densidad capilar**, a fin de aumentar la superficie de difusión del O<sub>2</sub>
- ↳ **cavidad torácica mayor**, talla baja.
- ↳ se ha detectado **disminución de la hormona de crecimiento** (somatopausia) que estaría ocurriendo a una edad más temprana en la altura que a nivel del mar.

## ADAPTACIONES AL BUCEO



- \*Exhalan el aire antes de sumergirse
- \*El volumen total de sangre es el doble del de un animal de talla semejante
- \*La sangre tiene mayor capacidad de  $O_2$ . Focas y ballenas tienen por ej. 30-40 mL  $O_2$  por cada 100 mL sangre
- \*Hay gran cantidad de  $O_2$  almacenado en los músculos, en la mioglobina, por ello son muy oscuros
- \*Disminuye la frecuencia cardiaca
- \*Disminuye el gasto cardiaco
- \*Se prioriza el uso de  $O_2$  en los órganos vitales: cerebro y corazón
- \*La mayor parte de los músculos no utiliza  $O_2$  durante el buceo, realizan trabajo anaeróbico que conduce a la formación de ácido láctico. Los músculos toleran las altas concentraciones de este ácido.
- \*Luego de la inmersión se libera el ácido a la sangre, para saldar la “Deuda de Oxígeno”. En el hígado es utilizado para reconvertir en glucógeno. Una fracción muy pequeña se degrada en el músculo a  $CO_2$  y  $H_2O$ .
- \*Luego de emerger hiperventilan para eliminar el exceso de  $CO_2$  y recuperar  $O_2$ .

# SISTEMA BRANQUIAL

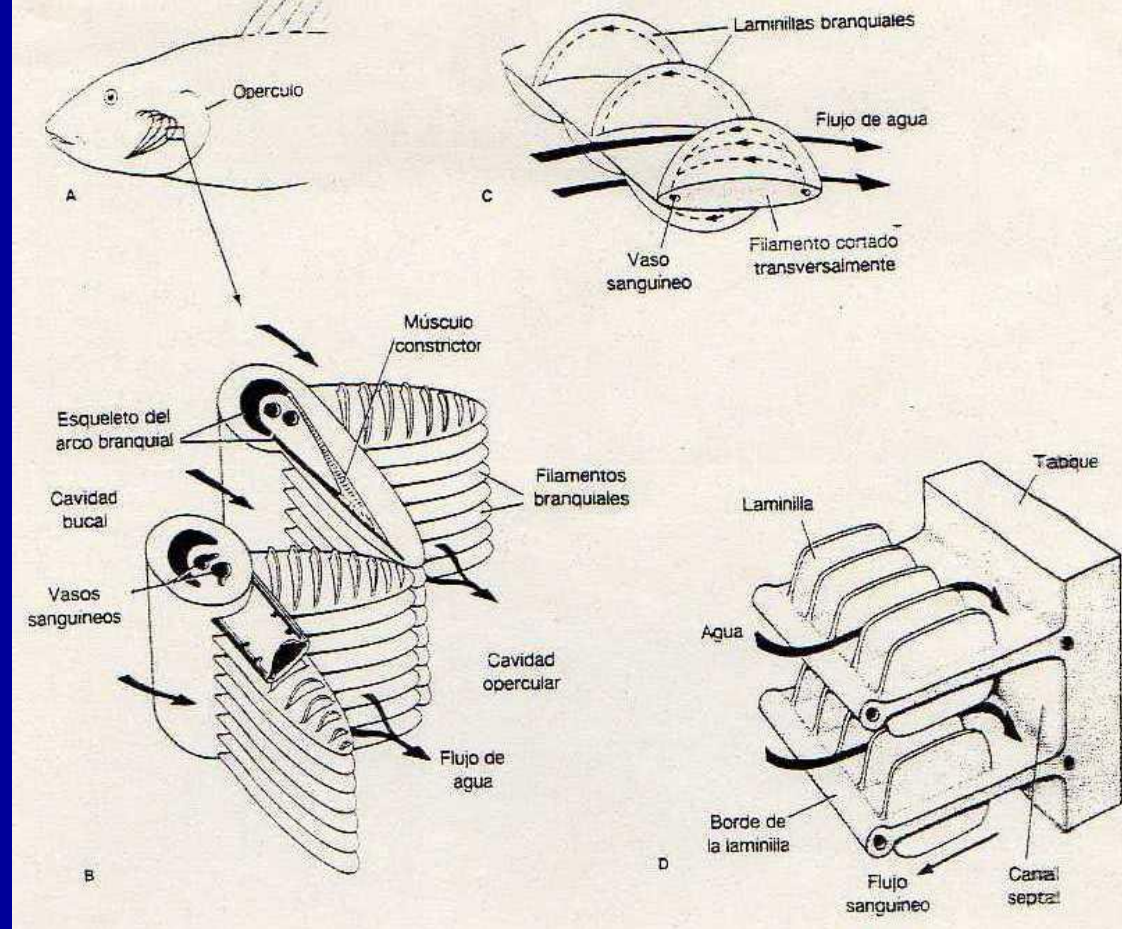
El agua entra por la **boca** y sale a través de los **opérculos** que cubren las **branquias**.

La cavidad opercular tiene una presión menor que la cavidad bucal, cuando cierra la boca aumenta la presión y el agua sale por los opérculos bañando las branquias.

➡ A cada lado de la cabeza hay **4 Arcos branquiales**.

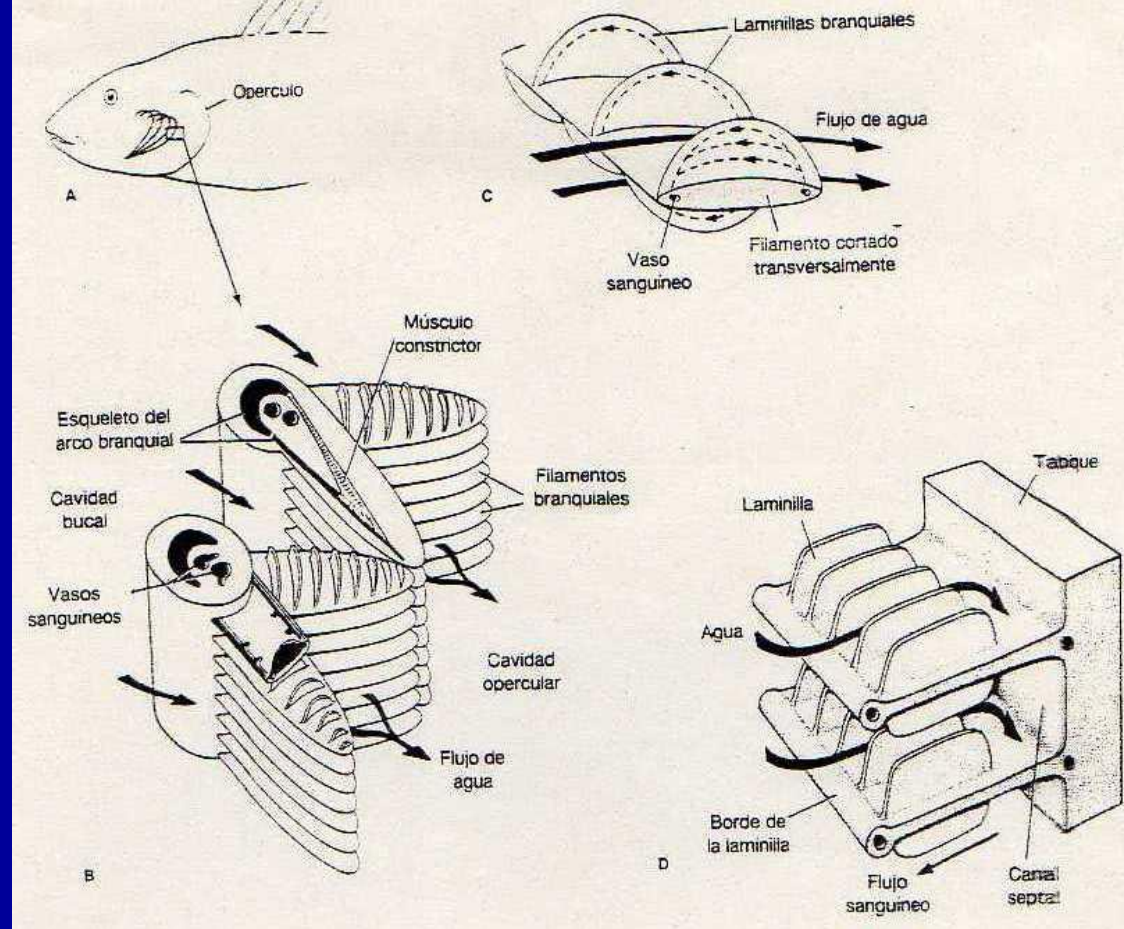
➡ Cada **Arco branquial** tiene 2 hileras de **Filamentos branquiales**.

➡ Cada **Filamento branquial** presenta una hilera superior y una hilera inferior de **Laminillas branquiales**. Las laminillas de los sucesivos filamentos de una hilera están en estrecho contacto.



Las puntas de los filamentos de los arcos adyacentes están yuxtapuestas, formando una criba al flujo del agua, que fluye en una delgada lamina entre ellas.

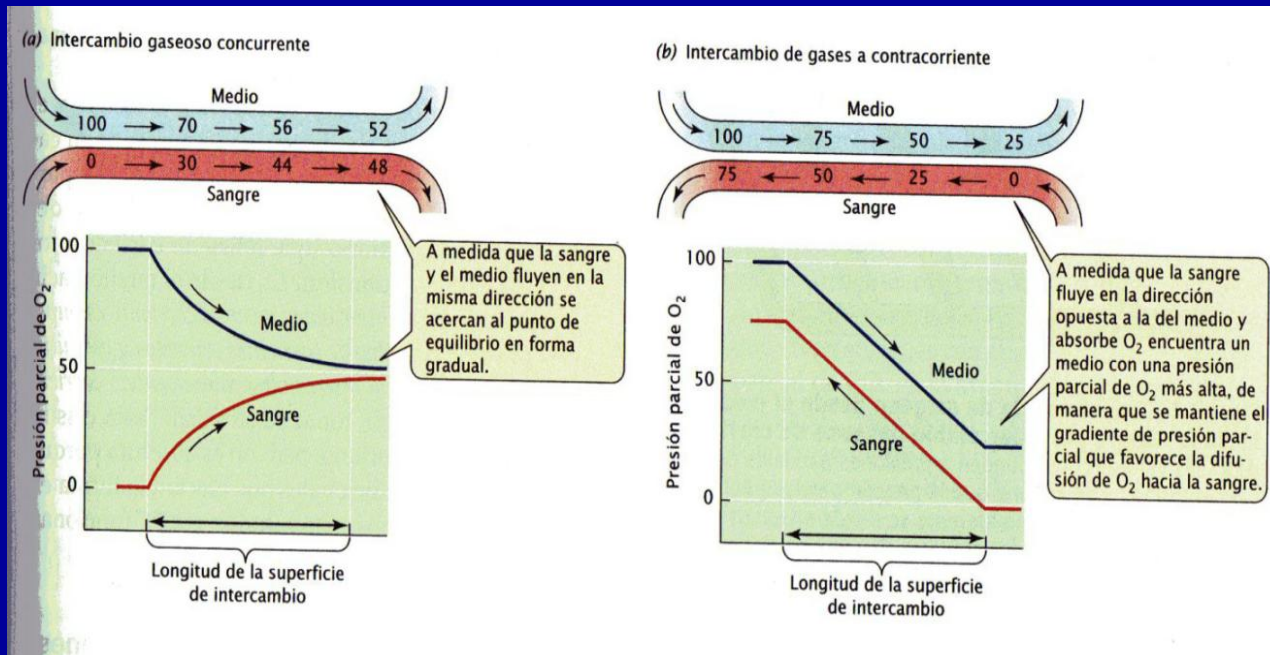
Las laminillas constituyen la porción respiratoria de la branquia. Están cubiertas por una delgada capa de células epiteliales, sostenida por las “células en pilar”.



La sangre fluye entre los espacios que quedan entre las células en pilar.

La distancia de difusión entre el agua y el eritrocito es de 3 – 8  $\mu$ . Mucho mayor que en el epitelio pulmonar. Pero esta diferencia se compensa con un intercambio en contracorriente del gas, entre el agua y la sangre.

- El agua posee  $1/30$  de  $O_2$  que el aire.
- La viscosidad y la densidad del agua son 1.000 veces mayores que las del aire.
- El gas difunde 10.000 veces más rápido en aire que en agua.
- La distancia de difusión entre el agua y el eritrocito es de  $3-8 \mu m$  (mayor que en los pulmones  $> 0,1-0,4 \mu m$ ).



El area total de laminillas branquiales varia entre  $1,5$  y  $15 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  de peso corporal, dependiendo de la talla del pez y de su actividad.



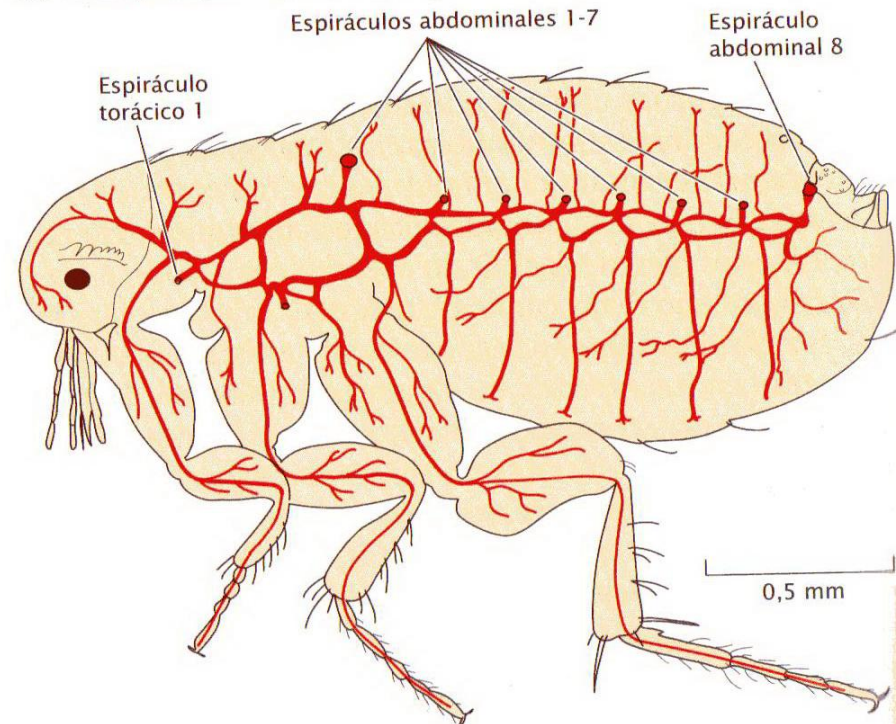
*Chaenocephalus aceratus*, **Peces de Hielo**, pez antártico que carece de Hb y de Mb.

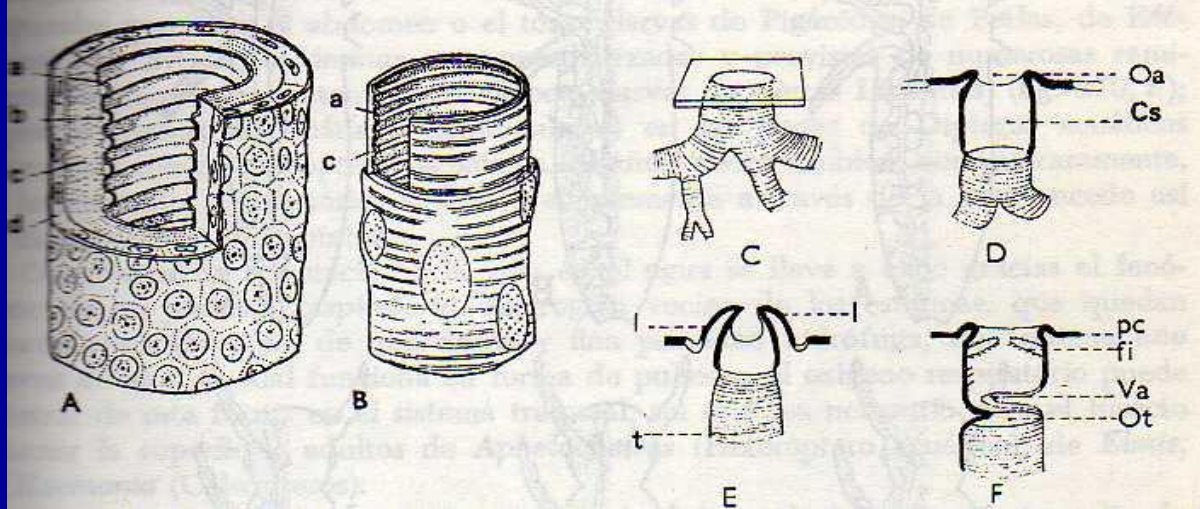
El transporte de  $O_2$  se limita a lo que se disuelve en plasma. La solubilidad del  $O_2$  en Antártida es alta debido a la baja  $T^0 \gg$  metabolismo muy bajo.

## SISTEMA TRAQUEAL

- Invaginaciones en la superficie corporal, que se ramifican internamente.
- Las ramas más pequeñas o traqueolas finalizan dentro de células individuales.

(b) Partes principales del sistema traqueal de la pulga

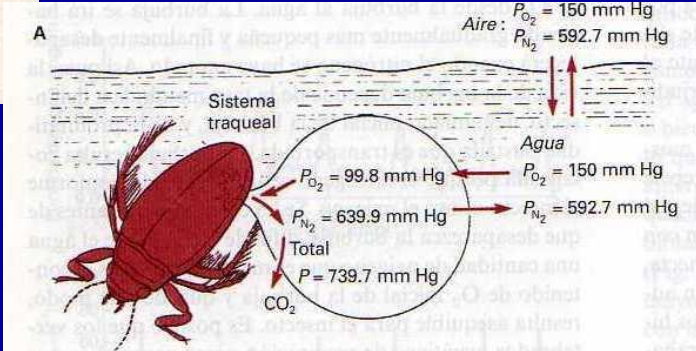




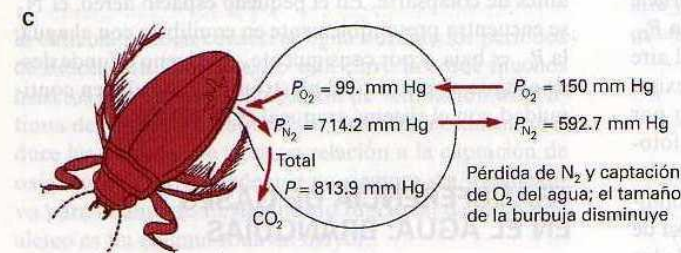
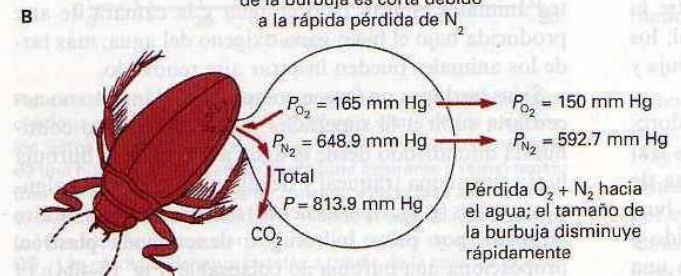
● Pueden presentar sacos aereos, que aumentan el volumen traqueal y almacenan  $O_2$ .

● La entrada esta normalmente protegida por espiraculos, que controlan el flujo de aire y la perdida de agua.

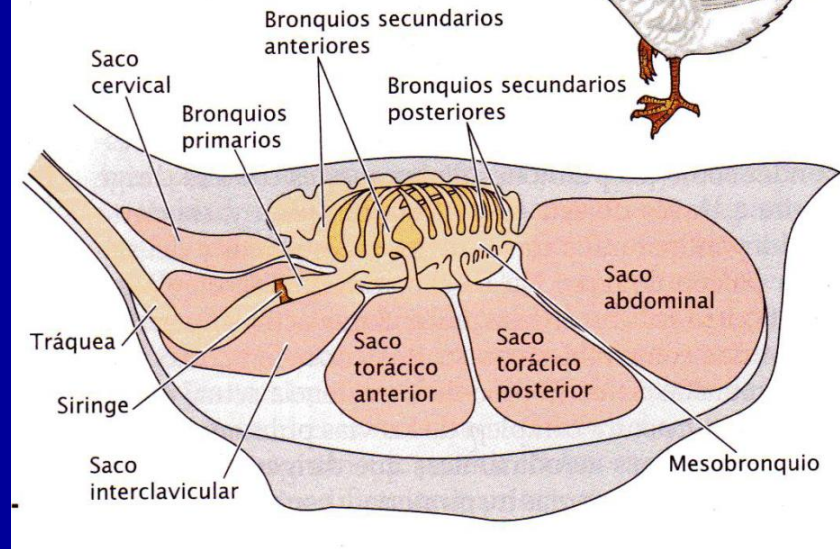
● Algunos insectos grandes pueden producir movimientos ventilatorios comprimiendo y expandiendo la pared corporal, especialmente del abdomen.



A una profundidad de 1 m, la vida de la burbuja es corta debido a la rápida pérdida de  $N_2$



## Pulmón en AVES



Bronquio Principal ➔ **MESOBRONQUIO**

➔ desemboca en el saco aéreo Abdominal.

Mesobronquio ➔ 2 ramificaciones

➔ **BRONQUIOS SECUNDARIOS**

**ANTERIOR Y POSTERIOR.**

Se comunican entre si por numerosos

Bronquios Terciarios ➔ **PARABRONQUIOS**

➔ Emiten numerosas proyecciones radiales

➔ **CAPILARES AEREOS** ➔ rodeados por

numerosos **CAPILARES SANGUINEOS**

➔ **SUPERFICIE RESPIRATORIA**

El aire fluye a través de los **parabronquios**,

difunde a los **capilares aéreos** y de allí a los

**capilares sanguíneos.**

**Los sacos aéreos se hallan por fuera de los pulmones, se expanden y contraen ventilando los pulmones, que son rígidos. Su frecuencia respiratoria es de  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  que la de un mamífero, pero su volumen corriente es mayor.**

9 SACOS AEREOS

2 Cervicales anteriores,

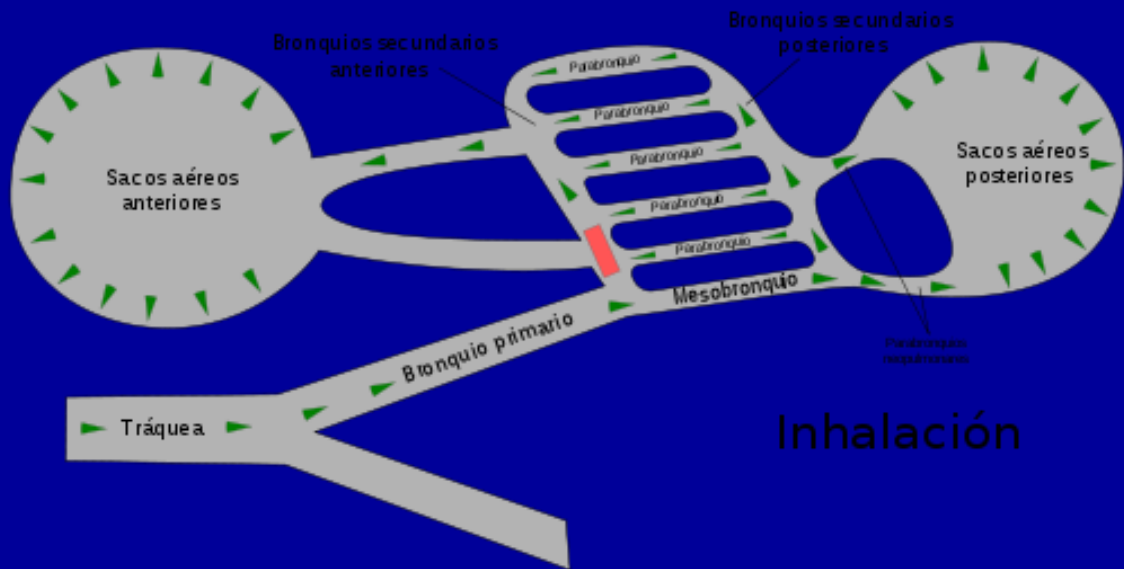
2 Torácicos anteriores,

1 Interclavicular;

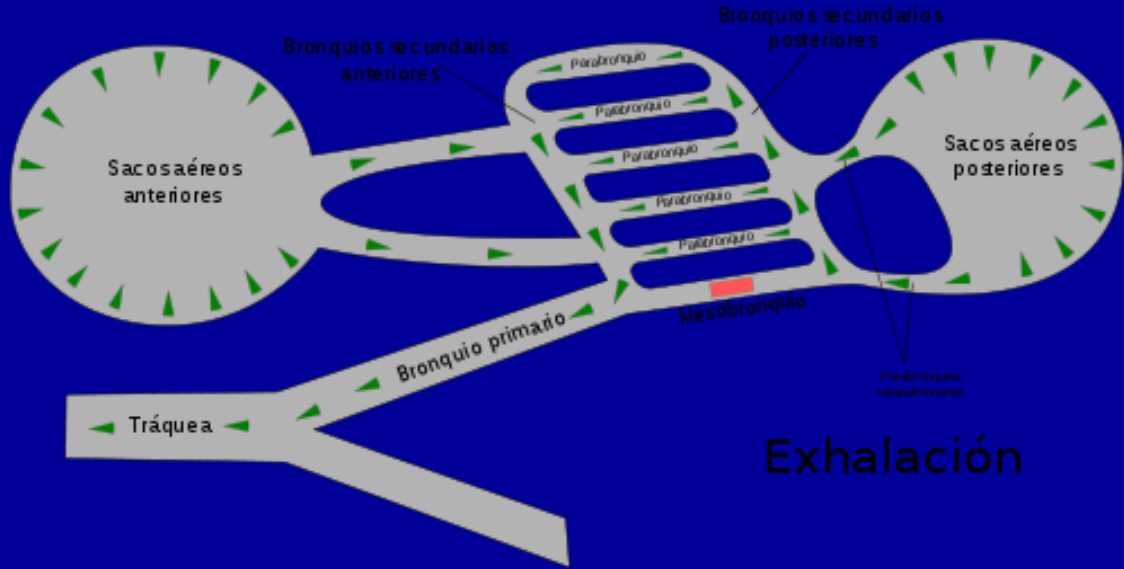
2 Abdominales posteriores y

2 Torácicos posteriores





**Inhalación**



**Exhalación**

## REGULACION del pH - 7,4 (7 y 7,8)-

Los cambios pH alteran la ionización de las proteínas modifica actividad enzimática altera la membrana modifica la distribución iónica P Osmótica los volúmenes corporales.

\* **Acidosis Respiratoria** >> aumento  $\text{CO}_2$  en sangre >>  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}^- + \text{H}^+$

\* **Alcalosis Respiratoria** >> disminución de  $\text{CO}_2$  en sangre

- 🎯 Frente a la continua producción de  $\text{H}^+$ , producto del **metabolismo** >> **ácidos orgánicos** >> **Acidosis Metabólica**, los animales deben regular su pH interno
- 🎯 Un incremento respiratorio disminuye el  $\text{CO}_2$  en sangre y por ende eleva el pH y viceversa.
- 🎯 Para mantener el pH estable, el sistema excretor debe eliminar  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y  $\text{H}^+$ 
  - 🎯 En los animales acuáticos las branquias cumplen la función reguladora, intercambiando  $\text{Na}^+ / \text{H}^+$  y  $\text{CO}_3\text{H}^- / \text{Cl}^-$
  - 🎯 Los sistemas tampon más importantes de la sangre son las proteínas.