


Sistema Respiratorio

Dr. Luis Azpurua
Bases Médicas de la
Bioingeniería I PB 6614
Universidad Simón Bolívar

A stylized, dark teal silhouette of a mountain range is located in the bottom right corner of the slide, extending from the right edge towards the center.

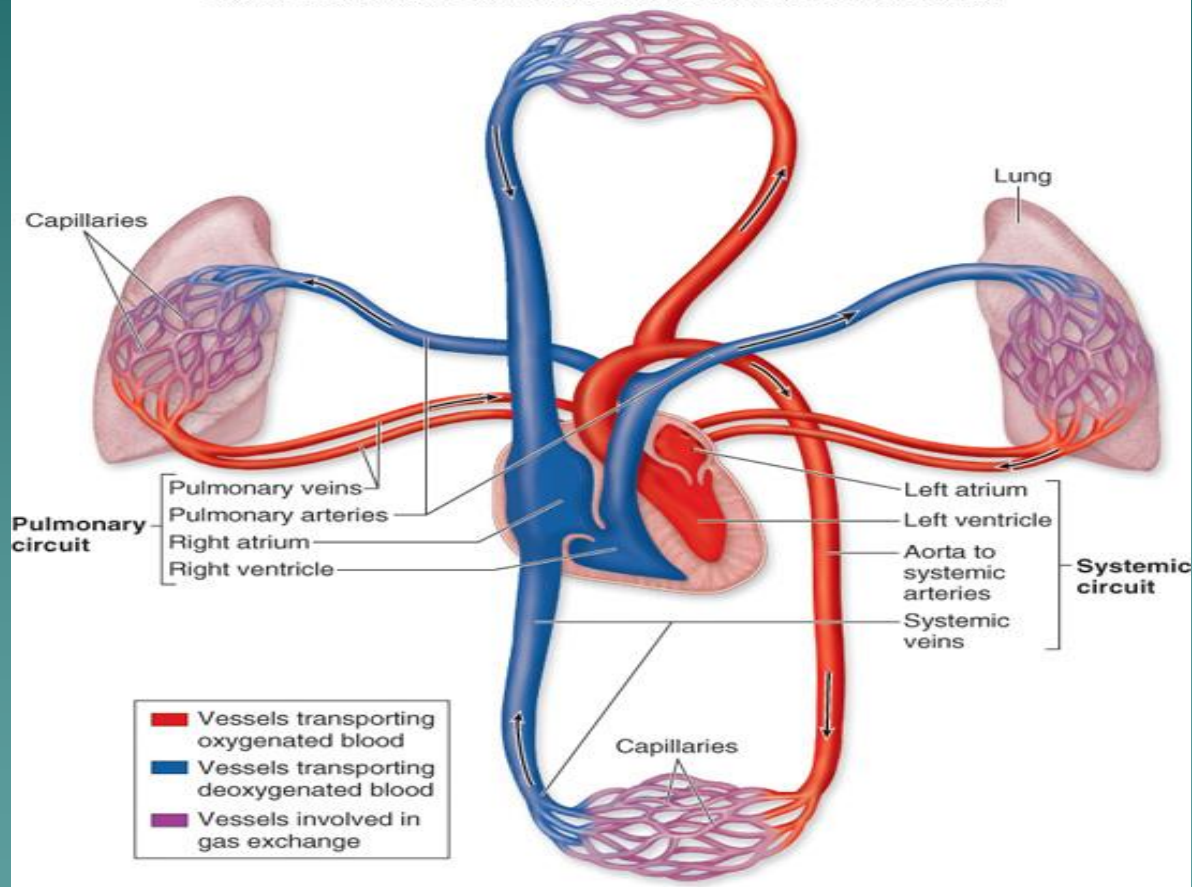
Sistema Respiratorio

Función:

- ◆ Absorción y captación de Oxígeno en el ambiente.
 - Papel de la hemoglobina como transportador de O_2
- ◆ Remoción del CO_2 del organismo.
- ◆ Mantenimiento del equilibrio acido-base
- ◆ Está sincronizado con el sistema cardiovascular.
 - Función de bomba.

Sistema Respiratorio

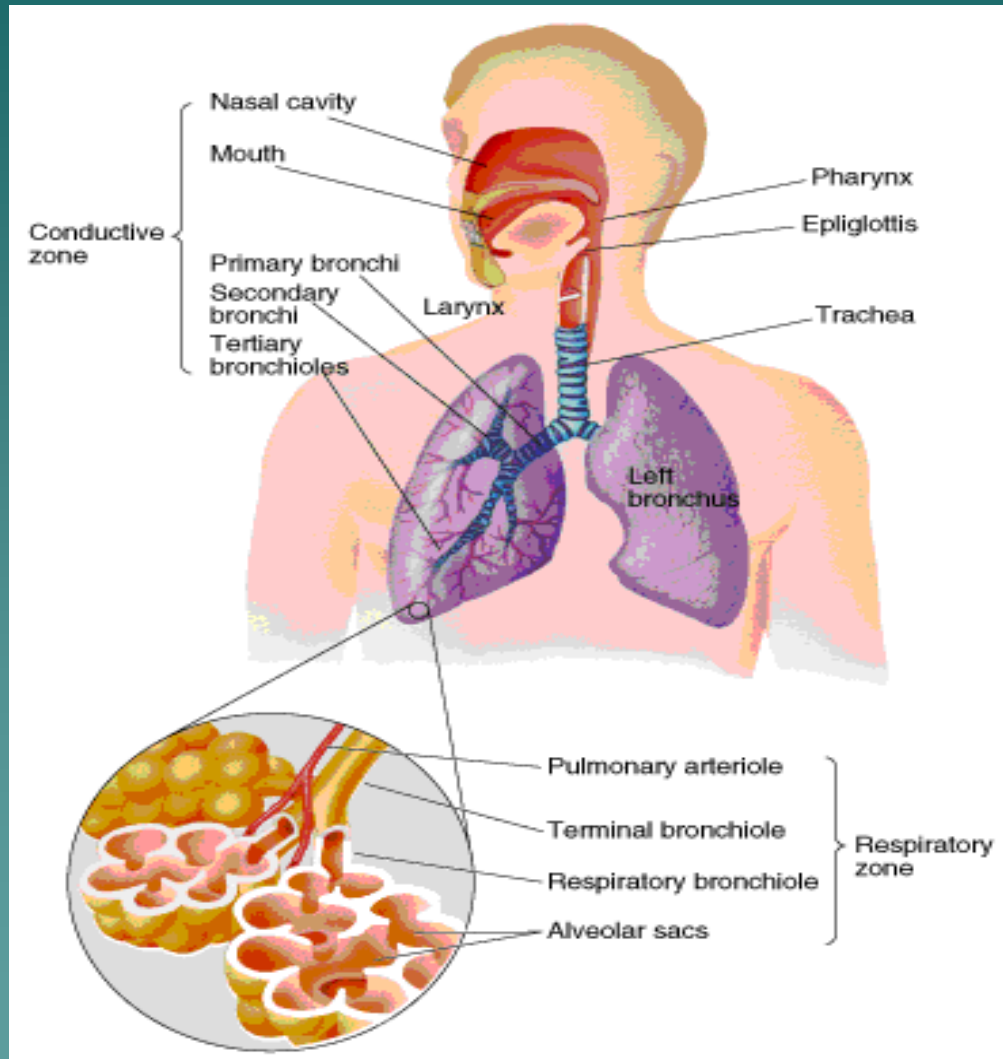
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Sistema Respiratorio

- ◆ Vías Respiratorias Superiores.
 - Fosas Nasales.
 - Faringe.
 - Laringe.
 - Tráquea.
- ◆ Vías respiratorias Inferiores (Pulmón):
 - Bronquios.
 - Bronquiólos.
 - Alvéolos.

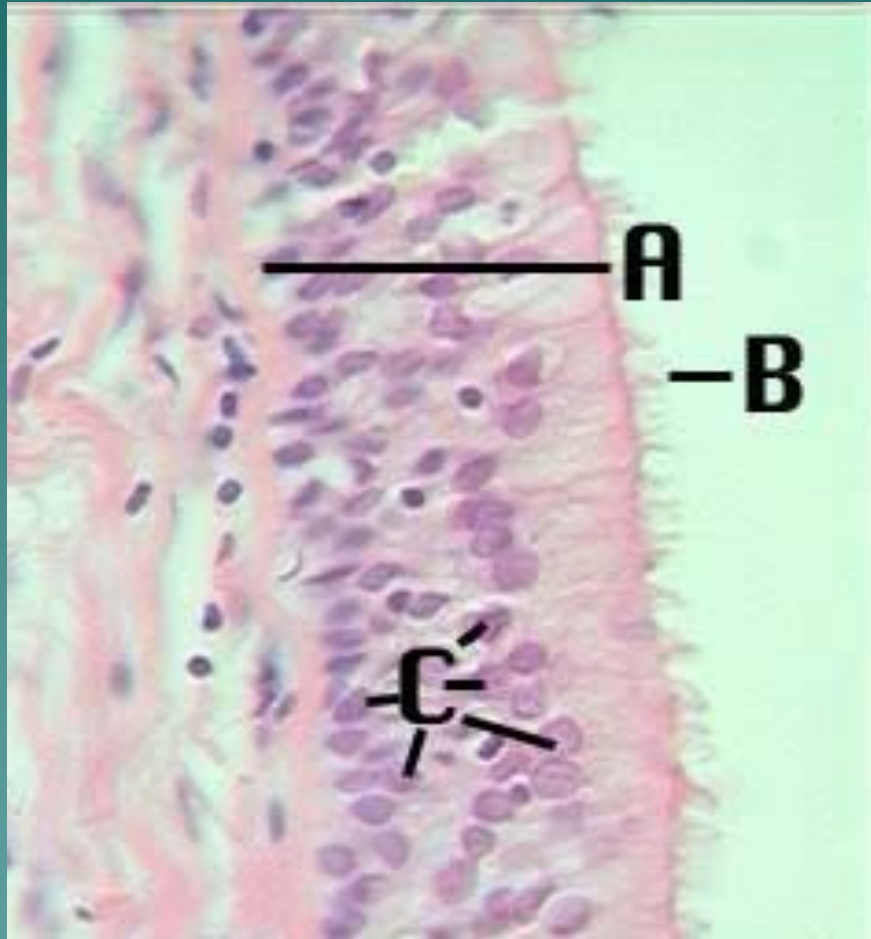
Sistema Respiratorio



Vías Aéreas Superiores

- ◆ Fosas Nasales:
 - Humidifican el aire
 - Lo colocan a temperatura corporal.
- ◆ Laringe:
 - Aparato fonador de los humanos.
 - ◆ Cuerdas vocales
- ◆ Tráquea:
 - Vías de conducción
 - ◆ No se realiza intercambio gaseoso.
 - Formado por una estructura cartilaginosa.
 - Epitelio ciliado pseudoestratificado
 - ◆ Sirve de barrera a las partículas o impurezas provenientes del aire.

Tráquea



Vías Aéreas Inferiores

- ◆ Se dividen 23 veces desde la tráquea hasta el alvéolo.
 - La 16 primeras generaciones son vías de conducción.
 - Sólo en las últimas 7 generaciones ocurre el intercambio respiratorio.
 - ◆ Bronquiólos respiratorios
 - ◆ Ductos alveolares
 - ◆ Sacos alveolares.
 - Corte transversal:
 - ◆ Traquea: 2,5 cm²
 - ◆ Alvéolos: 11.800 cm²

Vías Aéreas Inferiores

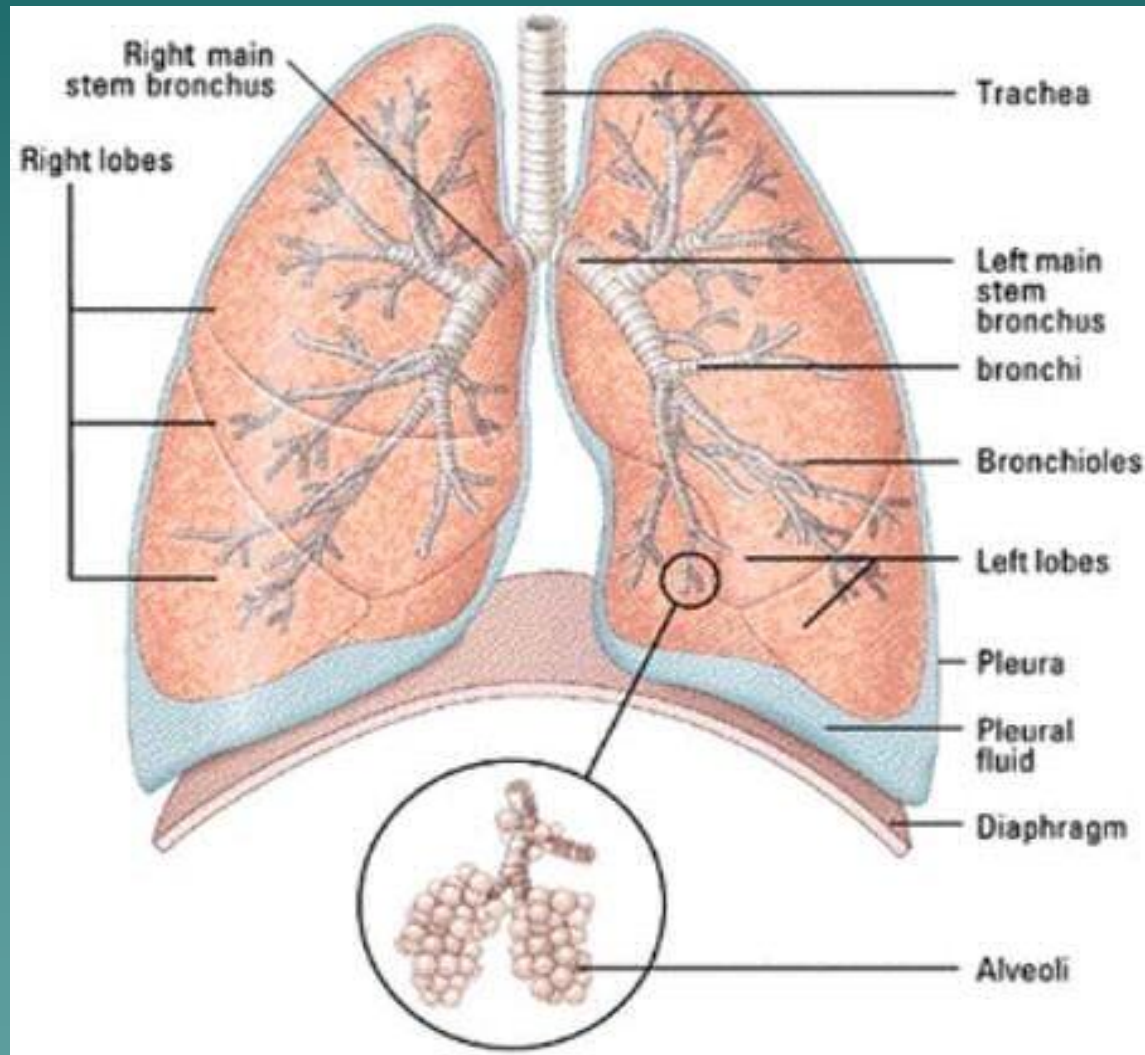
◆ Bronquios:

- Derecho / Izquierdo.
- Poca cantidad de músculo liso.
- Presentan estructura cartilaginosa.
- Contiene glándulas mucosas y serosas.
- Epitelio ciliado Pseudoestratificado.

◆ Bronquiólos:

- No contienen cartílagos.
- Importante capa de músculo liso.
 - ◆ Broquíolos terminales
 - ◆ Epitelio cilíndrico simple sin cilios.

Pulmón

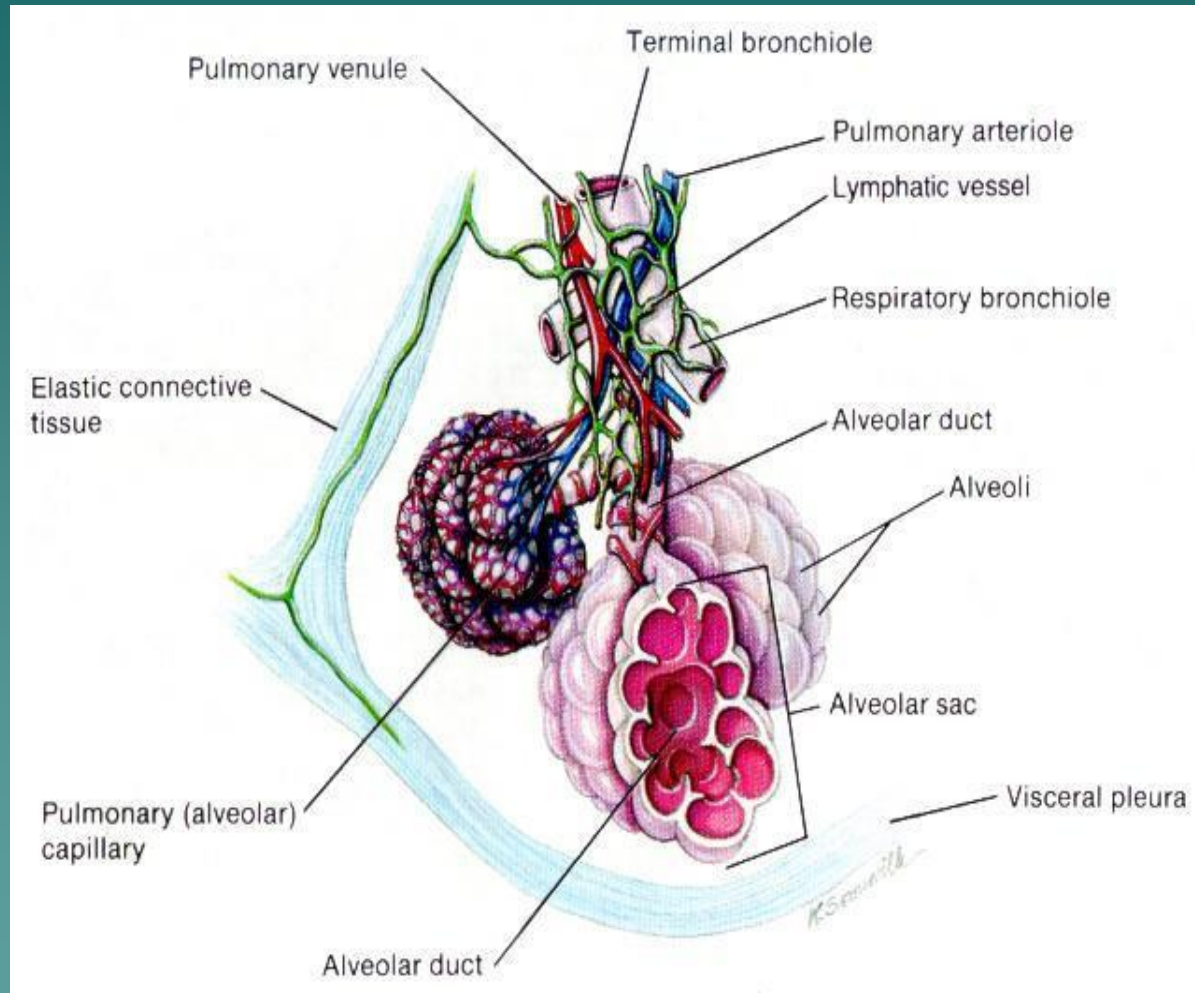


Vías Aéreas Inferiores

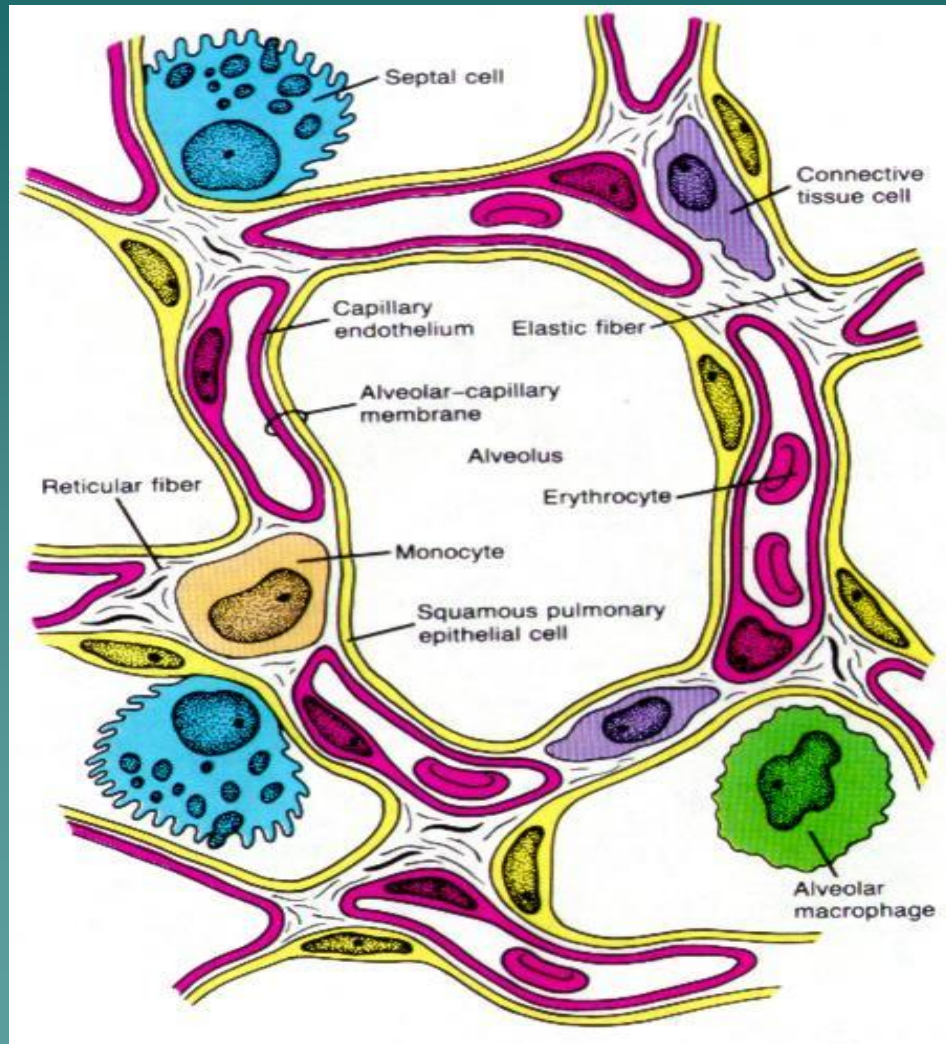
Saco Alveolar: Hay cerca de 300 millones.

- ◆ Estructura formada de una sola capa celular (epitelio) rodeada de una "cesta" de vasos capilares.
 - Neumocito I: Célula primaria del saco alveolar.
 - Neumocito II: Producen surfactante. Disminuye la tensión superficial alveolar.
- ◆ Lugar donde ocurre el intercambio gaseoso.

Alvéolo



Saco Alveolar



Mecánica Respiratoria

- ◆ **Inspiración:** Movimiento activo el cual requiere esfuerzo muscular.
 - Diafragma: Músculo más importante.
 - ◆ Responsable del 75% del volumen intratorácico.
 - ◆ Genera una presión negativa que permite el paso del aire.
- ◆ **Espiración:** Movimiento pasivo. No requiere movimiento muscular.
 - Genera una presión positiva que expulsa el aire.
 - Los pulmones vuelven a su estado natural debido al balance existente entre:
 - ◆ Elasticidad pulmonar (hacia adentro)
 - ◆ Elasticidad de la caja torácica (hacia fuera)

Mecánica Respiratoria

- ◆ Pulmón: Estructura elástica que tiende a colapsar si no tiene una fuerza que lo mantenga abierto.
- ◆ Se mantiene adherido a la pared torácica debido a:
 - Presión negativa del espacio pleural $-5 \text{ cm H}_2\text{O}$
 - Líquido pleural: capa fina de líquido que mantiene “pegadas” ambas pleuras a la pared torácica.

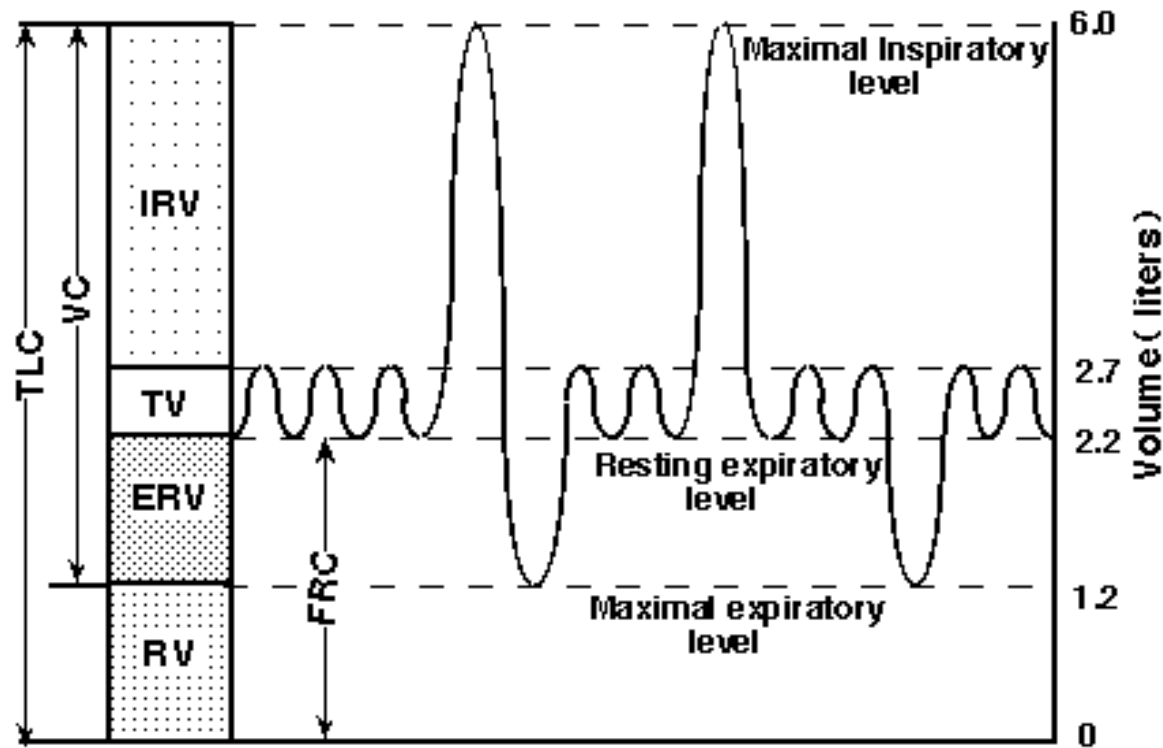
Volúmenes Pulmonares

- ◆ Volumen corriente: (VC) Volumen inspirado y espirado en una respiración normal. = 500 cc
- ◆ Volumen Inspiratorio de reserva (IRV) Volumen que ingresa en una inspiración forzada, posterior al VC.
- ◆ Volumen espiratorio de Reserva: (ERV) Volumen que botamos en una espiración forzada posterior al VC.

Volúmenes Pulmonares

- ◆ Volumen Residual (RV): Volumen pulmonar existente posterior a una espiración forzada.
- ◆ Capacidad vital (CV): = $VC + IRV + ERV$
- ◆ Capacidad Residual Funcional (FRV): = $ERV + RV$
- ◆ FR: 12 rpm.
- ◆ Volumen Minuto: $VC \times FR = 6 \text{ Lt}$

Volúmenes Pulmonares



IRV = Inspiratory Reserve Volume
ERV = Expiratory Reserve Volume
TLC = Total Lung Capacity
FRC = Functional Residual Capacity

TV = Tidal Volume
RV = Residual Volume
VC = Vital Capacity

Intercambio Gaseoso

Depende de:

- ◆ Ventilación alveolar.
 - Presiones parciales de gases.
- ◆ Perfusión del alvéolo.
 - Circulación pulmonar.
 - Concentración de Hemoglobina

Concepto de membrana alvéolo-capilar.

Intercambio Gaseoso

Atmósfera:

- ◆ Presión a nivel del mar: 760 mmHg
- ◆ Composición de aire seco:
 - Oxígeno: 20,98%
 - Nitrógeno: 78,06%
 - CO₂: 0,04%
 - Otros constituyentes inertes: 0,98%

Ventilación Alveolar

Presión Parcial

= Presión atmosférica X Fracción del gas.

Oxígeno = $760 \times 0,208 = 160$ mmHg (PO_2)

CO_2 : = $760 \times 0,0004 = 0,3$ mmHg (PCO_2)

Presión de vapor = 47 mmHg a 37 °C

Presión de gases que llega a Vía Aérea:

PO_2 : 149 mmHg

PCO_2 : 0,3 mmHg.

PH_2O : 47 mmHg.

Circulación Pulmonar

- ◆ Sistema Distensible de baja presión
 - Presión Sistólica 25 mmHg
 - Presión diastólica 7 mmHg.
- ◆ Arterias:
 - 30% del grosor de las sistémicas.
 - Contienen menor capa muscular que sus homólogas.
- ◆ Presiones:
 - Capilar: 10 mmHg.
 - Oncótica 25 mmHg.

Membrana Alvéolo-Capilar

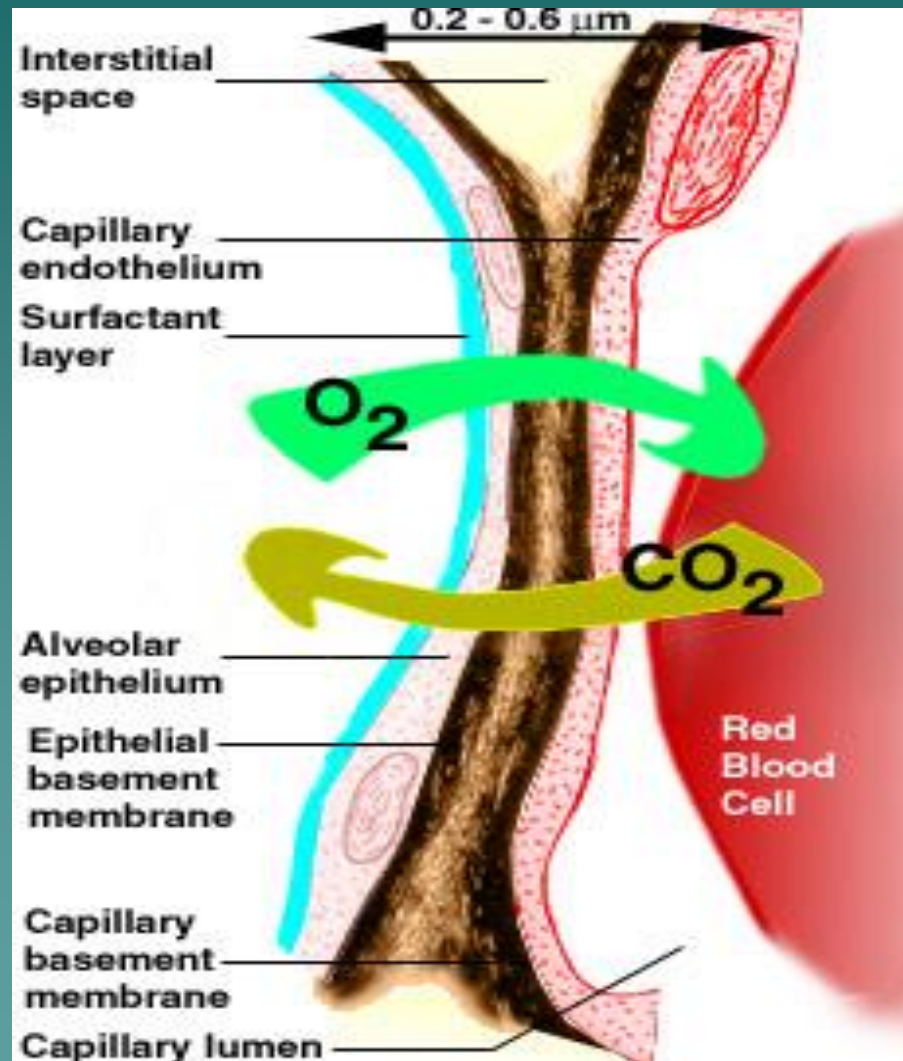
- ◆ Estructura formada por:
 - Alvéolo: 0,2 mm de diámetro. Membrana de surfactante
 - Plexos capilares: Forman una envoltura alrededor del alvéolo.
 - Membrana basal unida del alvéolo y capilar.
- ◆ Grosor: 0,2 - 0,6 micras.
- ◆ Función:
 - Realizar el intercambio gaseoso a través de la difusión de los gases.



Membrana Alvéolo-Capilar

PO_2 : 104 mmHg

PCO_2 40 mmHg



PO_2 : 40 mmHg

PCO_2 46 mmHg

Tiempo de paso:
0,3 - 0,75 seg

Membrana Alvéolo-Capilar

Factores que afectan la difusión gaseosa:

- ◆ Grosor de la membrana: 0,2 – 0,6 Micras
- ◆ Area de superficie: Al disminuir disminuye la difusión. (Enfisema)
- ◆ Coeficiente de difusión del gas.
 - CO₂: 20 veces más rápido que O₂
- ◆ Diferencia de presión del gas a través membrana

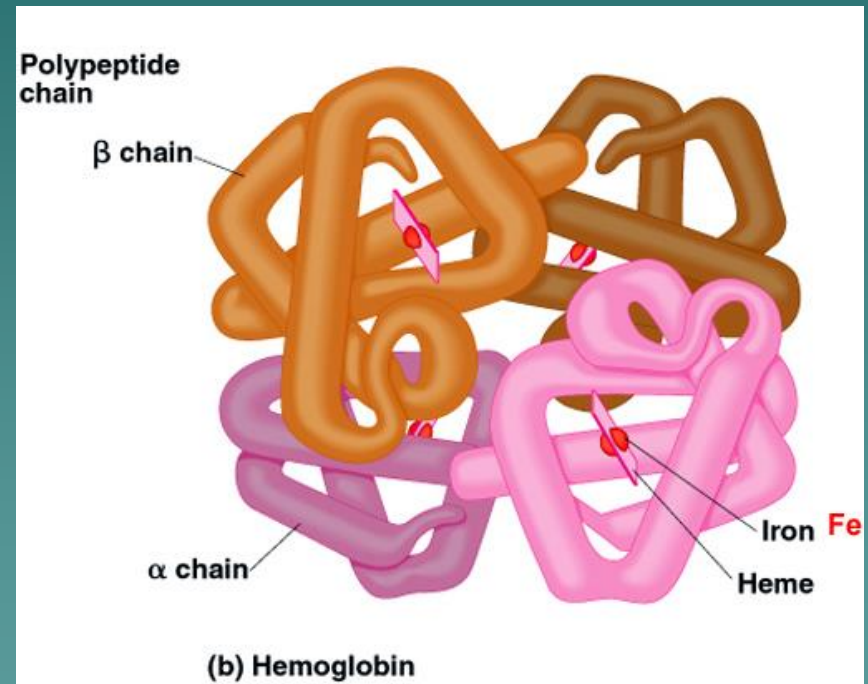
Relación V/Q

- ◆ Relación existente entre la ventilación alveolar (V) y la perfusión sanguínea (Q) de ese segmento pulmonar.
- ◆ Valor Promedio: 0,8
- ◆ Cuando $V/Q = 0/1 =$ shunt. Paso de sangre sin intercambio gaseoso.
- ◆ Cuando $V/Q = 1/0 =$ Espacio muerto. El alvéolo no está perfundido.

Transporte de Oxígeno

Hemoglobina:

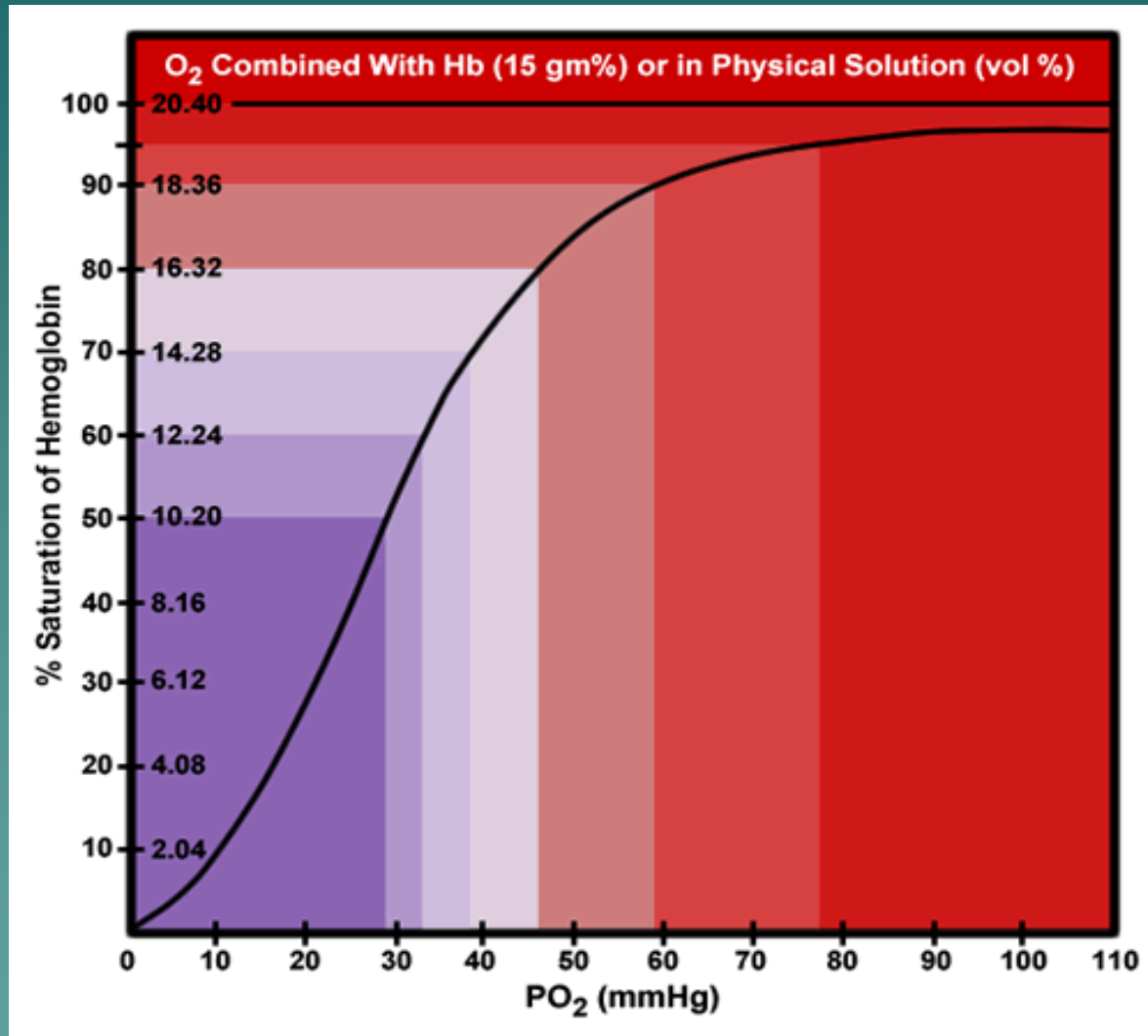
- ◆ Proteína transportadora de oxígeno.
- ◆ Cada unidad contiene una heme (Hierro) que transporta una molécula de oxígeno
- ◆ Cada gramo de Hb transporta 1,34 ml O_2



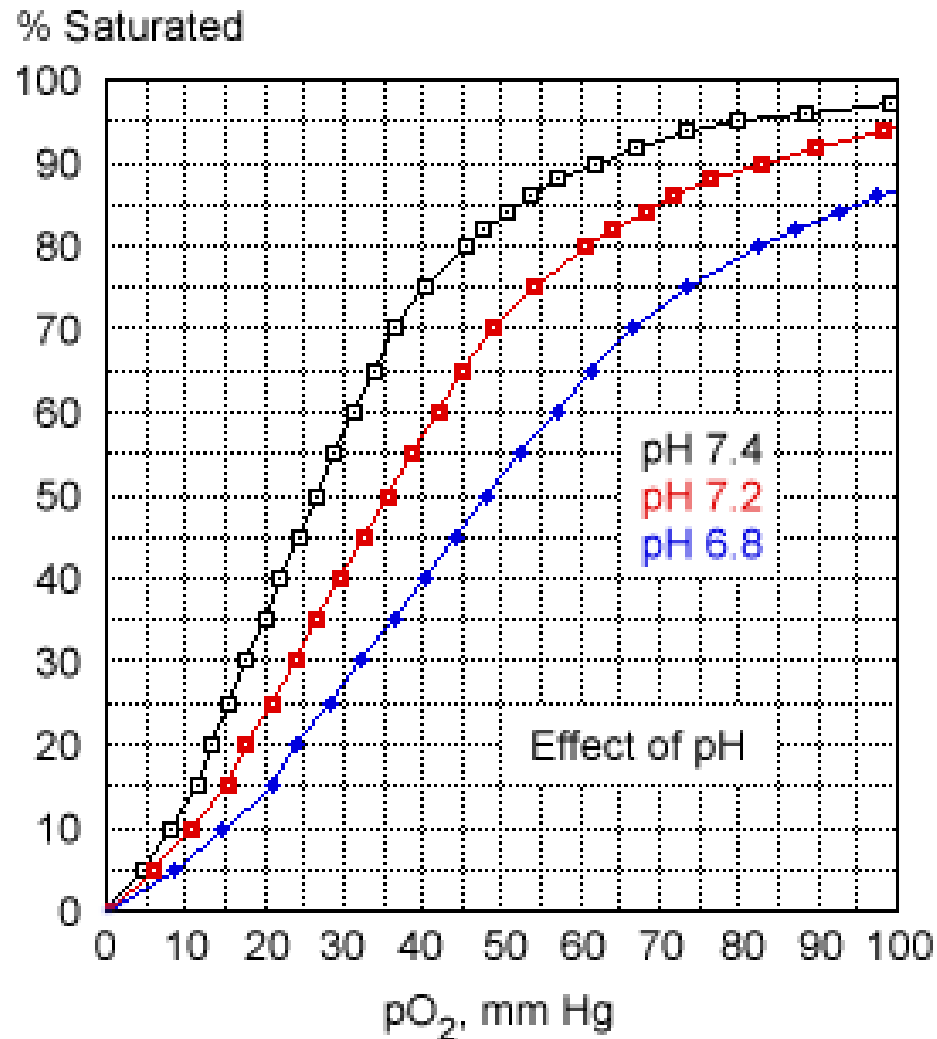
Hemoglobina

- ◆ Se satura de oxígeno para llevarlo a los tejidos.
- ◆ Alcanza valores de saturación mayores de 95%
- ◆ A nivel tisular “entrega el oxígeno a los tejidos.
- ◆ Contenido Arterial O₂: CaO₂
= Hb (gr) X 1,34 X sat O₂ + (PO₂ x 0,0031)
= 16 - 18 cc O₂/100 cc sangre

Curva de Disociación de Hemoglobina



Curva de Hemoglobina



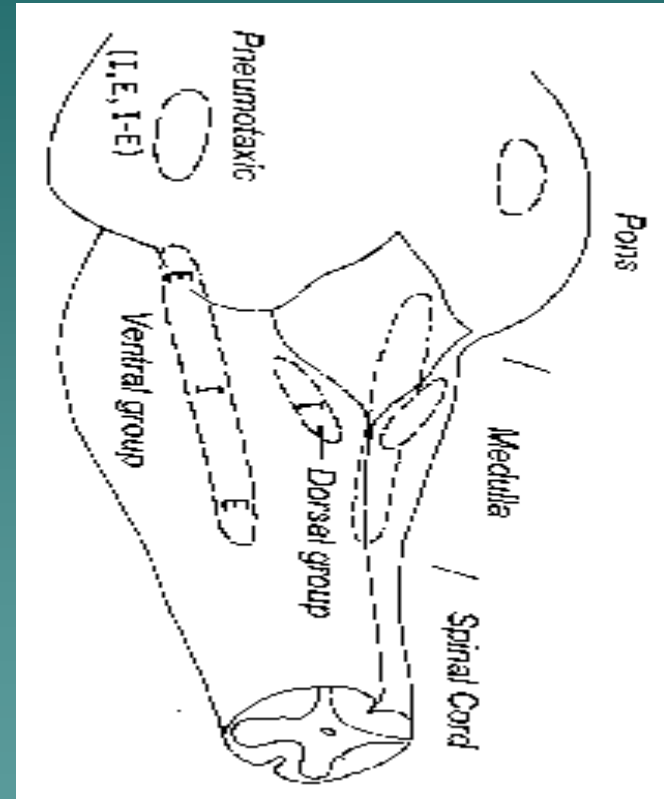
Regulación de la Respiración

- ◆ Totalmente dependiente de los impulsos provenientes del Sistema Nervioso Central.
- ◆ 2 mecanismos principales:
 - Control voluntario de la respiración.
 - ◆ Localizado en la corteza cerebral.
 - ◆ Podemos regular y controlar los movimientos respiratorios.
 - ◆ meditación / Relajación/ hiperventilación
 - Sistema Automático Respiratorio
 - ◆ Nivel subcortical de jerarquía

Regulación de la Respiración

Centro Respiratorio:

- ◆ localizado en el puente y la médula oblonga.
- ◆ Las fibras eferentes convergen principalmente en el nervio frénico
 - Astas ventrales de C3 a C5.



Regulación de la Respiración

Aumenta la frecuencia respiratoria:

- ◆ Aumento de PCO_2
- ◆ Disminución del pH
- ◆ Disminución de la PO_2

Quimiorreceptores:

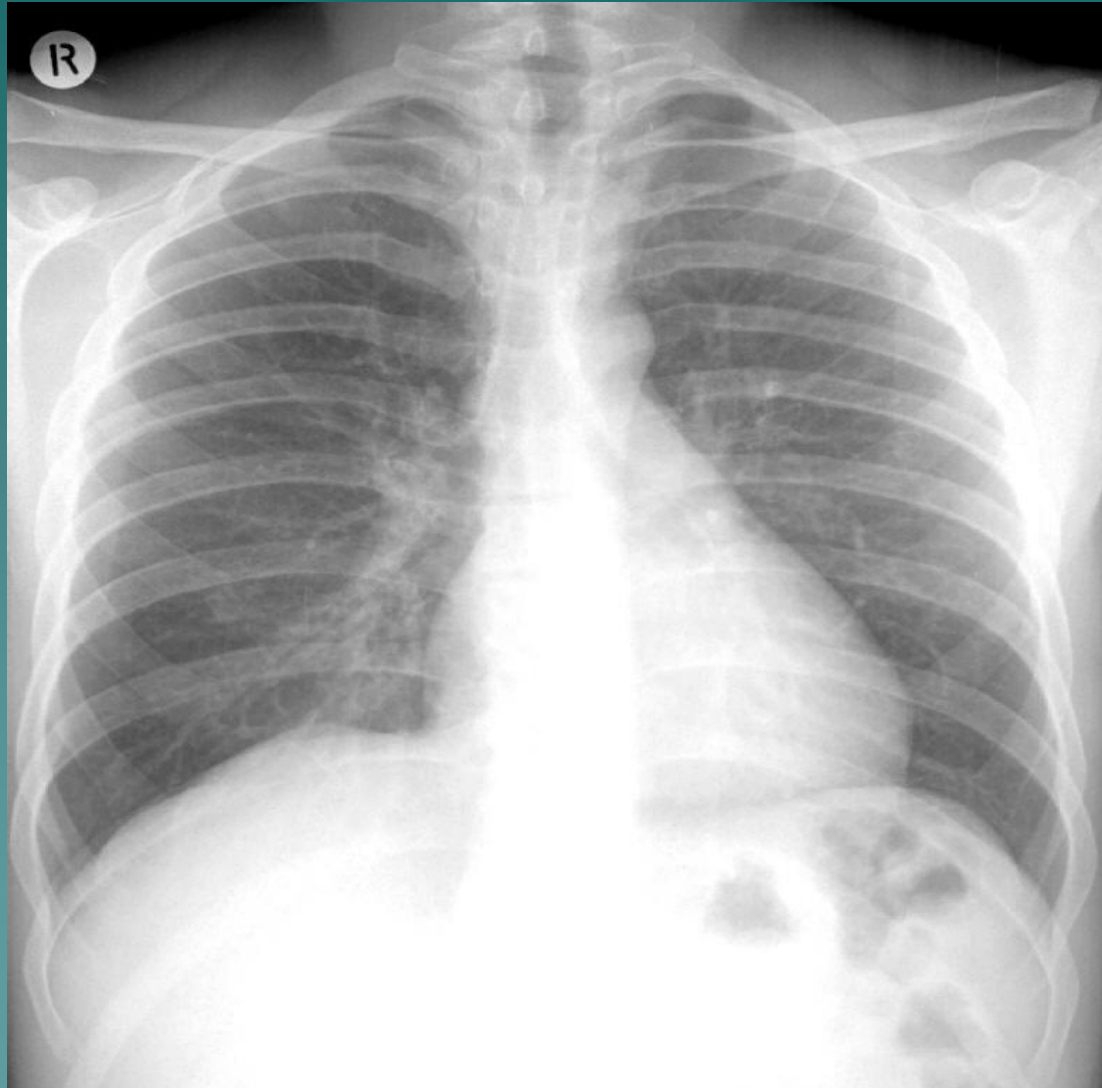
- ◆ Colección de células ubicadas en el arco aórtico y en carótidas las cuales son sensibles a cambios químicos en la sangre.

Resumen

¿Qué se necesita para garantizar un transporte adecuado de oxígeno a los tejidos?

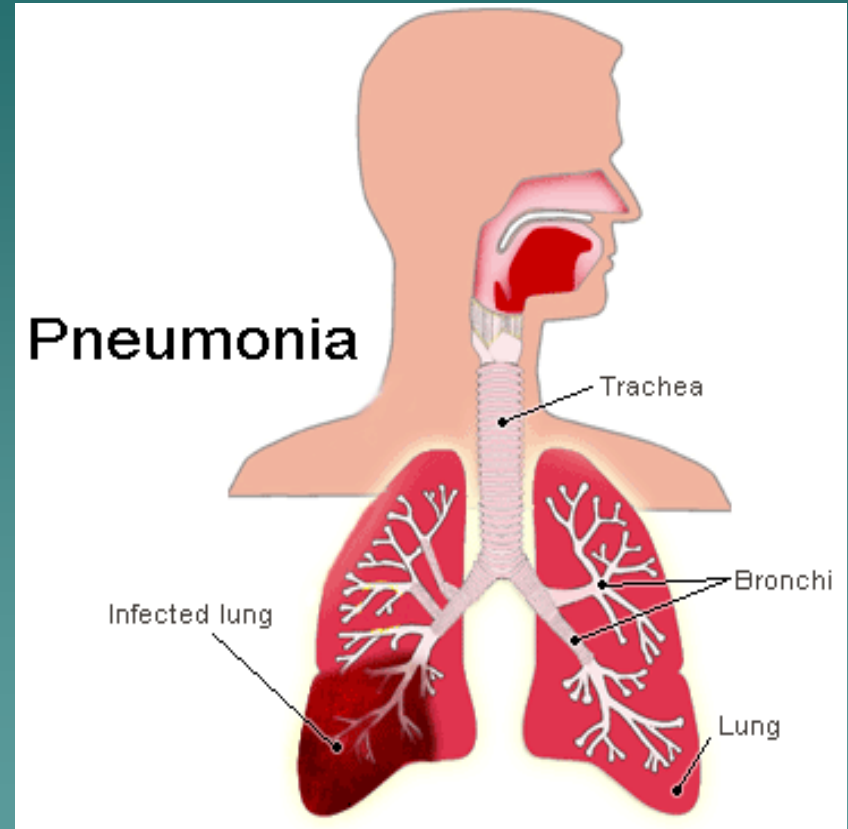
- ◆ Bomba funcionando adecuadamente.
 - Sistema cardíaco
- ◆ Una relación V/Q ideal para el momento.
 - Sistema respiratorio
- ◆ La cantidad de “autobuses” necesarios para transportar el oxígeno.
 - Hemoglobina

Rayos X de tórax



Neumonía

- ◆ Bloque de condensación a nivel alveolar.
- ◆ La relación V/Q se hace menor.
- ◆ Comienza a existir shunt.
- ◆ Plan de trabajo:
 - CaO_2 adecuado.
 - Tratar la neumonía.



Neumonía



Asma

- ◆ Enfermedad inflamatoria obstructiva en la que hay:
 - Broncoconstricción.
 - Edema
 - Hipersecreción de moco.
- ◆ Trae como consecuencia:
 - Alteración V/Q (Shunt y espacio muerto)
 - Retención de CO₂
- ◆ Plan de trabajo:
 - Broncodilatación
 - Disminución de la respuesta inflamatoria
 - Fluidificar las secreciones

Derrame pleural



Neumotórax

