



# Mi Universidad

## SUPER NOTA-INFOGRAFIA

*Nombre del Alumno: Sonia Palomeque Ochoa*

*Nombre del tema: Principios físicos en el intercambio gaseoso, difusión de oxígeno y dióxido de carbono, en la membrana respiratoria.*

*Parcial: I*

*Nombre de la Materia: Fisiopatología II*

*Nombre del profesor: Dr. Miguel Basilio Robledo*

*Nombre de la Licenciatura: **Licenciatura en Medicina Humana.***

*Semestre: III*

*Lugar y Fecha de elaboración: Tapachula, Chiapas a 12 de Septiembre del 2024*

# PRINCIPIOS FÍSICOS EN EL INTERCAMBIO GASEOSO, DIFUSIÓN DE OXÍGENO Y DIÓXIDO DE CARBONO, EN LA MEMBRANA RESPIRATORIA

## COMPONENTES PRINCIPALES DE LA RESPIRACION

Ventilación pulmonar

Difusión de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> entre los alveolos y la sangre

Transporte de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en la sangre y líquidos corporales

Regulación de la ventilación

## MUSCULOS QUE CAUSAN LA EXPANSION Y CONTRACCION PULMONAR

- Intercostales externos
- Esternocleidomastoideos
- Serratos anteriores
- Escalenos



## PRESIONES QUE ORIGINAN EL MOVIMIENTO DE ENTRADA Y SALIDA DE AIRE DE LOS PULMONES

Presión pleural:

Presión del líquido que está en el delgado espacio que hay entre la pleura pulmonar y la pleura de la pared torácica

Presión normal: -5 cm hasta -7,5 cm de agua

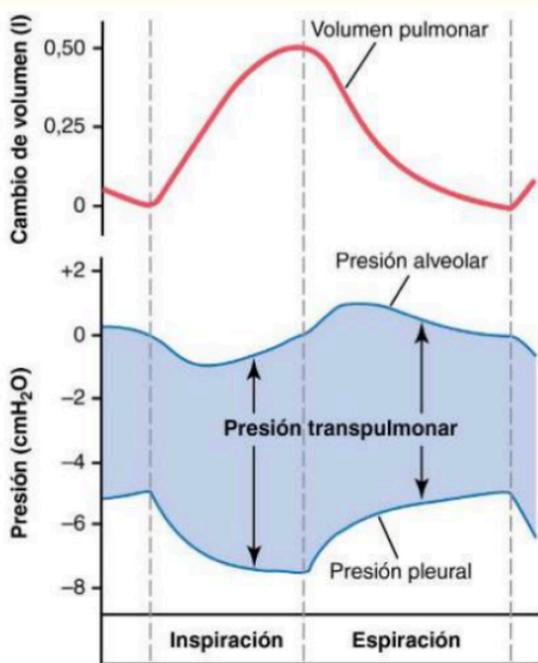


Figura 38-2. Modificaciones del volumen pulmonar, presión alveolar, presión pleural y presión transpulmonar durante la respiración normal.

## Presión alveolar:

Presión del aire en el interior de los alvéolos pulmonares

Presión de referencia: 0 cmH<sub>2</sub>O

Presión inspiración normal: -1 cmH<sub>2</sub>O

Presión espiración normal: +1 cmH<sub>2</sub>O

Presión transpulmonar:

Diferencia entre las presiones alveolar y pleural

## DISTENSIBILIDAD PULMONAR

Distensibilidad de los pulmones:

Volumen que se expanden los pulmones

Promedio adulto normal: 200 ml de aire/cmH<sub>2</sub>O

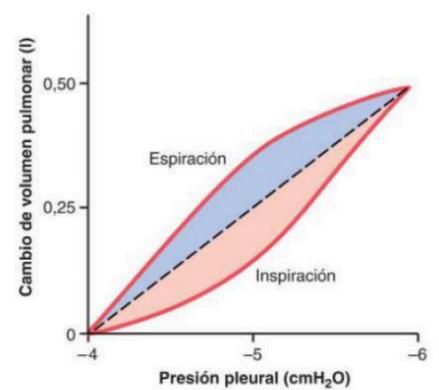


Figura 38-3. Diagrama de distensibilidad en una persona sana. Este diagrama muestra los cambios en el volumen pulmonar durante las alteraciones en la presión transpulmonar (presión alveolar menos presión pleural).

## DISTENSIBILIDAD DETERMINADA POR FUERZAS ELASTICAS

Fuerzas elásticas del tejido pulmonar

Determinadas por fibras de:

Elastina

Colágeno

Fuerzas elásticas producidas por la tensión superficial del líquido que tapiza las paredes internas de los alveolos

Determinadas por:

Surfactante

## SURFACTANTE



Surfactante

Secretado por células epiteliales alveolares tipo II (Neumocitos II)

Compuesta por mezcla de fosfolípidos proteínas e iones.

Agente activo de superficie en agua

Reduce mucho la tensión superficial del agua

## VOLUMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

Volumen corriente

Volumen de aire que se inspira o espira en cada respiración normal

Volumen de reserva inspiratorio

Volumen adicional de aire que se puede inspirar al volumen corriente normal

Volumen de reserva espiratorio

Volumen adicional de aire que se puede espirar mediante una espiración forzada

Volumen residual

Volumen de aire en los pulmones que queda después de la espiración

Volúmenes y capacidades pulmonares	Hombres	Mujeres
<b>Volumen (ml)</b>		
Volumen corriente	500	400
Volumen de reserva inspiratorio	3.000	1.900
Volumen espiratorio	1.100	700
Volumen residual	1.200	1.100
<b>Capacidades (ml)</b>		
Capacidad inspiratoria	3.500	2.400
Capacidad residual pulmonar	2.300	1.800
Capacidad vital	4.600	3.100
Capacidad pulmonar total	5.800	4.200

Capacidad inspiratoria

Cantidad de aire que una persona puede inspirar

Igual al volumen corriente más el volumen de reserva inspiratorio

Capacidad residual funcional

Cantidad de aire que queda en los pulmones al final de una espiración normal

Igual al volumen de reserva espiratorio más el volumen residual

Capacidad vital

Cantidad máxima de aire que puede expulsar una persona después de llenar antes los pulmones hasta su máxima dimensión

Igual al volumen de reserva inspiratorio más volumen corriente más volumen de reserva espiratorio

Capacidad pulmonar total

Volumen máximo que se pueden expandir los pulmones con el máximo esfuerzo

Igual a la capacidad vital más el volumen residual

## VENTILACION ALVEOLAR

Ventilación alveolar

- Velocidad a la que llega el aire a las zonas de intercambio gaseoso en los pulmones

Zonas de intercambio gaseoso

- Alveolos
- Sacos alveolares
- Conductos alveolares
- Bronquiolos

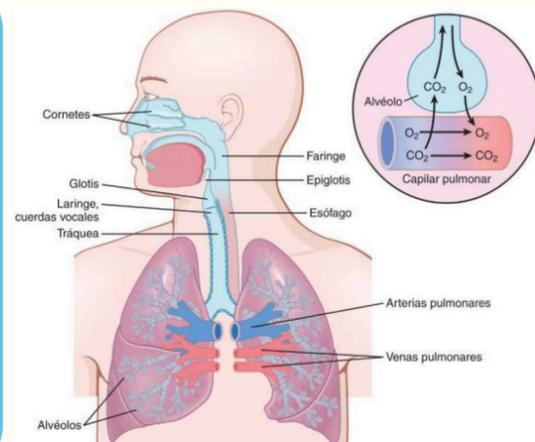
## ESPACIO MUERTO

Anatómico

Espacio del aparato respiratorio donde no se realiza intercambio gaseoso

Fisiológico

Suma del espacio muerto anatómico y cualquier espacio adicional en los pulmones donde ocurre ventilación sin perfusión adecuada



## CIRCULACION PULMONAR

Tiene 2 circulaciones

Bajo flujo y alta presión

Aporta sangre arterial sistémica a:

Tráquea

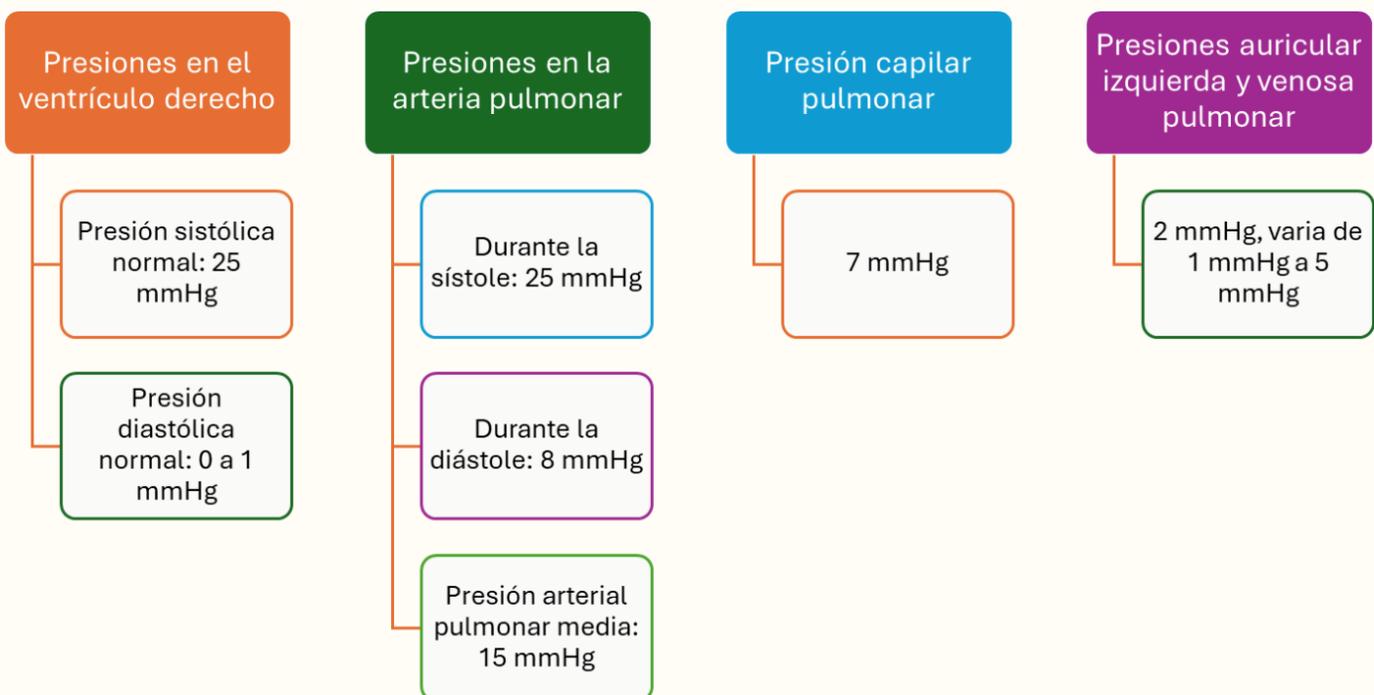
Árbol bronquial

Tejidos de sostén del pulmón

Alto flujo y baja presión

Suministra sangre venosa de todas las partes del organismo a los capilares alveolares

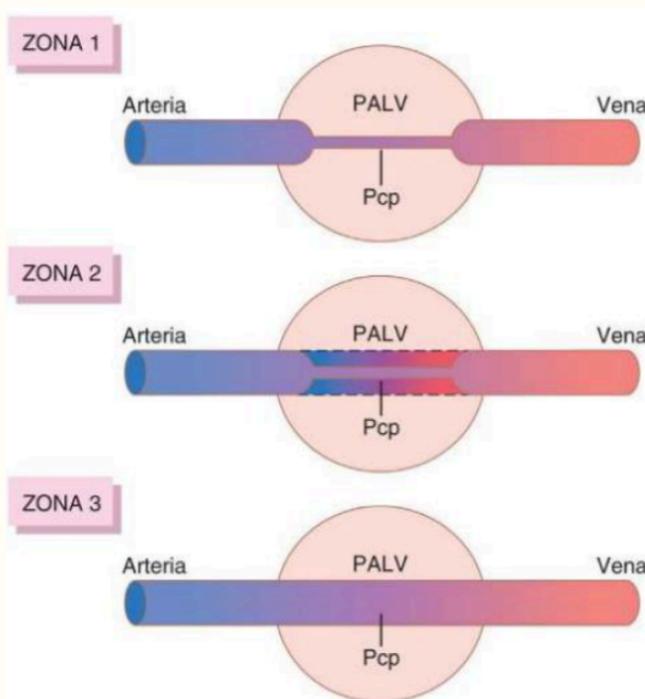
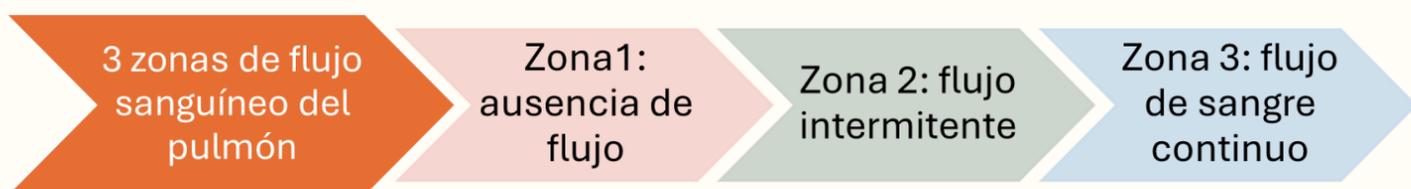
## PRESIONES EN EL SISTEMA PULMONAR



## PRESION DE ENCLAVAMIENTO



## MECANICA DEL FLUJO SANGUINEO

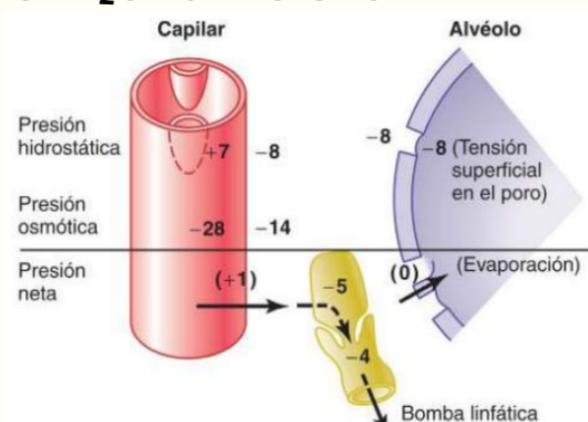


## DINAMICA PULMONAR CAPILAR

- Presión capilar pulmonar**
  - 7 mmHg
- Duración del tiempo que la sangre permanece en los capilares pulmonares:**
  - 0,8 s cuando el gasto cardiaco es normal
  - 0,3 s cuando el gasto cardiaco aumenta
- La sangre que pasa a través de los capilares alveolares se oxigena y pierde exceso de CO<sub>2</sub>

## INTERCAMBIO CAPILAR DE LIQUIDO EN PULMONES Y DINAMICA DEL LIQUIDO INTERSTICIAL

- Fuerzas hidrostáticas y osmóticas en mmHg en la membrana capilar y alveolar de los pulmones.
- Producen movimiento de liquido



Las fuerzas normales de salida son ligeramente mayores que las fuerzas de entrada, lo que da una presión media de filtración en la membrana capilar pulmonar

Se puede calcular como  $+29 - 28 \text{ mmHg} = +1 \text{ mmHg}$

Esta presión de filtración genera ligero flujo continuo de liquido desde los capilares hacia los espacios intersticiales

	mmHg
<i>Fuerzas que tienden a producir salida de líquido desde los capilares y hacia el intersticio pulmonar:</i>	
• Presión capilar	7
• Presión coloidosmótica del líquido intersticial	14
• Presión negativa del líquido intersticial	8
<b>FUERZA TOTAL DE SALIDA</b>	<b>29</b>
<i>Fuerzas que tienden a producir absorción de líquido hacia los capilares:</i>	
• Presión coloidosmótica del plasma	28
<b>FUERZA TOTAL DE ENTRADA</b>	<b>28</b>

## LIQUIDO EN LA CAVIDAD PLEURAL

La cantidad de líquido normalmente solo es de unos mililitros



El exceso de líquido es extraído por los vasos linfáticos de la cavidad pleural hacia:

- Mediastino
- Superficie del diafragma
- Superficies laterales de la pleura parietal

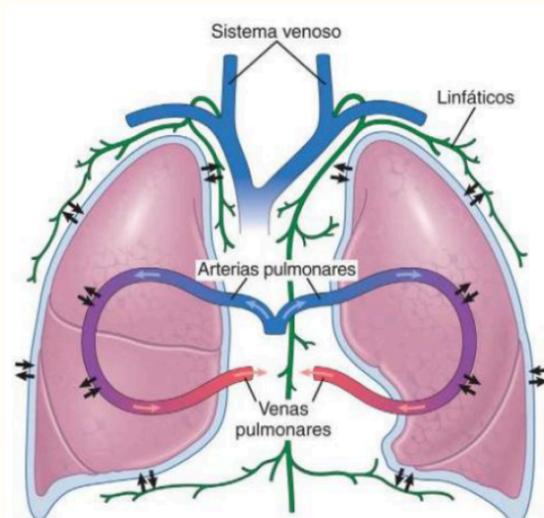


Figura 39-9. Dinámica del intercambio de líquidos en el espacio intrapleural.

## CONCENTRACION Y PRESION PARCIAL DE OXIGENO EN LOS ALVEOLOS

Controlada por:

- Velocidad de absorción de oxígeno hacia la sangre
- Velocidad de entrada de oxígeno nuevo a los pulmones por el proceso ventilatorio

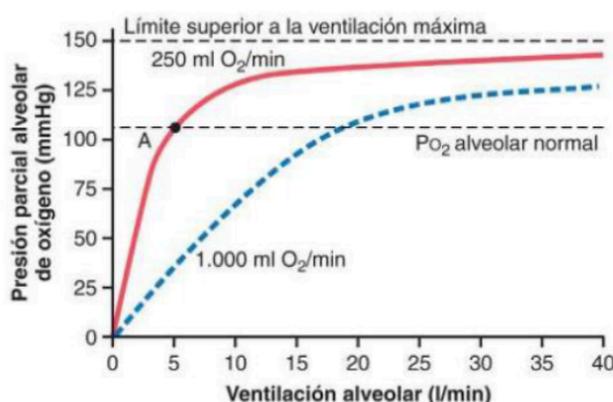


Figura 40-4. Efecto de la ventilación alveolar sobre la presión parcial de oxígeno ( $P_{O_2}$ ) alveolar a dos velocidades de absorción de oxígeno desde los alvéolos: 250 ml/min y 1.000 ml/min. El punto A es el punto operativo normal.

## CONCENTRACION Y PRESION PARCIAL DE DIOXIDO DE CARBONO EN LOS ALVEOLOS

Determinadas por:

- Velocidades de absorción o excreción de los dos gases
- Magnitud de la ventilación alveolar

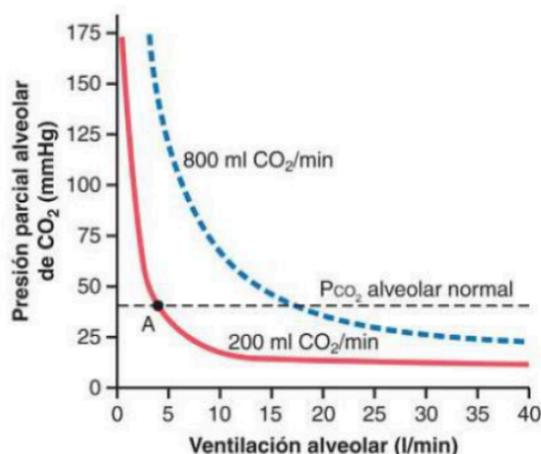


Figura 40-5. Efecto de la ventilación alveolar sobre la presión parcial de dióxido de carbono ( $P_{CO_2}$ ) alveolar a dos velocidades de excreción de dióxido de carbono desde la sangre: 800 ml/min y 200 ml/min. El punto A es el punto operativo normal.

## DIFUSION DE GASES A TRAVES DE LA MEMBRANA RESPIRATORIA

Capas de la membrana:

- Capa de líquido que contiene surfactante y tapiza el alveolo
- Epitelio alveolar formado por células epiteliales delgadas
- Membrana basal epitelial
- Espacio intersticial delgado entre epitelio alveolar y membrana capilar
- Membrana basal capilar
- Membrana del endotelio capilar

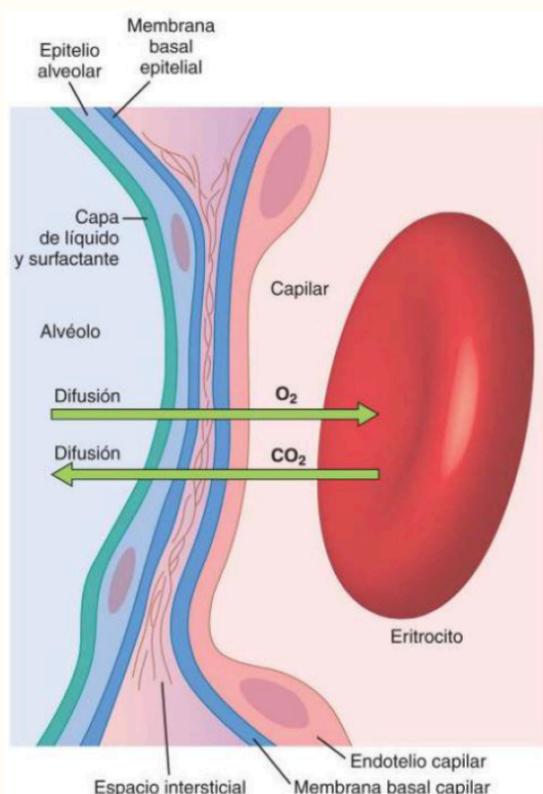
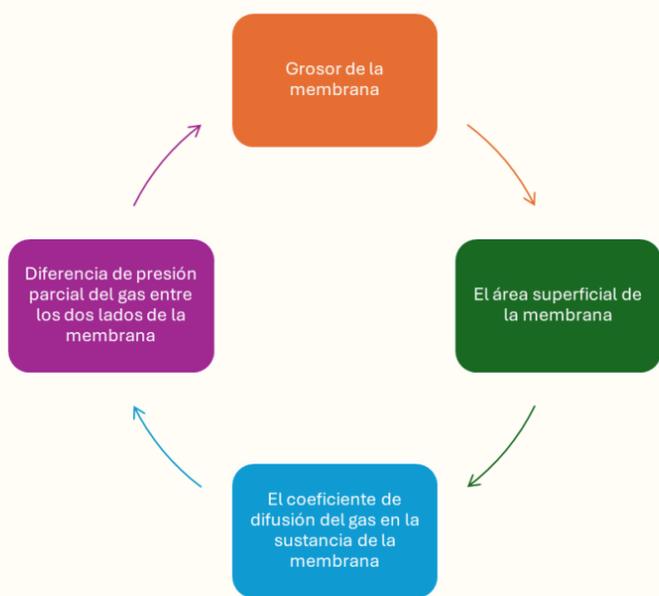
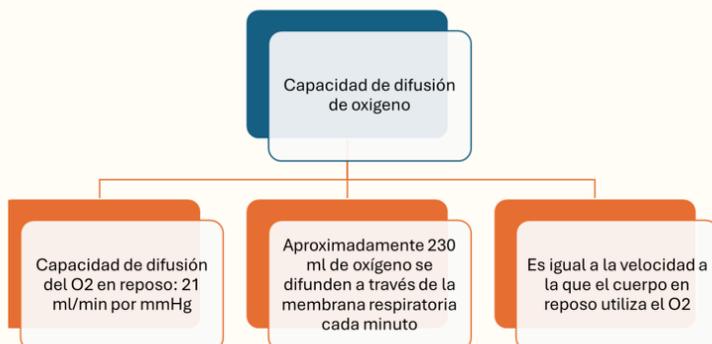


Figura 40-9. Ultraestructura de la membrana respiratoria alveolar, en sección transversal.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE DIFUSION GASEOSA A TRAVES DE LA MEMBRANA RESPIRATORIA



## CAPACIDAD DE DIFUSION DEL OXIGENO



## CAPACIDAD DE DIFUSION DEL DIOXIDO DE CARBONO

Aproximadamente de 400 a 450 ml/min por mmHg

Durante el esfuerzo: de 1200 a 1300 ml/min por mmHg

## DIFUSION DE OXIGENO DE LOS ALVEOLOS A LA SANGRE CAPILAR PULMONAR

Po<sub>2</sub> del O<sub>2</sub> gaseoso alveolar en promedio es: 104 mmHg

Po<sub>2</sub> de la sangre venosa que entra al capilar pulmonar en su extremo arterial es: 40 mmHg

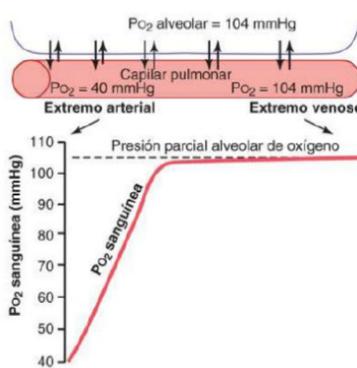


Figura 41-1. Captación de oxígeno por la sangre capilar pulmonar. (Datos tomados de Milhorn HT Jr, Pulley PE Jr: A theoretical study of pulmonary capillary gas exchange and venous admixture. Biophys J 8:337, 1968.)

## DIFUSION DE OXIGENO DE LOS CAPILARES PERIFERICOS AL LIQUIDO TISULAR

Po<sub>2</sub> en los capilares: 95 mmHg

Po<sub>2</sub> en el líquido intersticial que rodea células tisulares: 40 mmHg

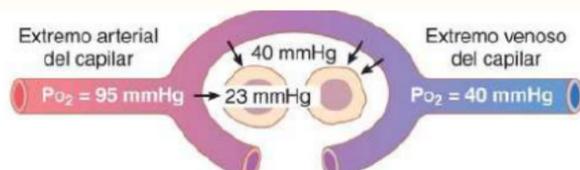


Figura 41-3. Difusión del oxígeno desde un capilar tisular periférico hasta las células. (PO<sub>2</sub> en el líquido intersticial = 40 mmHg, y en las células tisulares PCO<sub>2</sub> = 23 mmHg.)

## DIFUSION DE OXIGENO DE LOS CAPILARES PERIFERICOS A LAS CELULAS DE LOS TEJIDOS

Po<sub>2</sub> intracelular promedio 23 mmHg

## DIFUSION DE DIOXIDO DE CARBONO DE LAS CELULAS DE LOS TEJIDOS PERIFERICOS A LOS CAPILARES Y DE LOS CAPILARES PULMONARES A LOS ALVEOLOS

Pco<sub>2</sub> intracelular: 46 mmHg

Pco<sub>2</sub> intersticial: 45 mmHg

Pco<sub>2</sub> de la sangre arterial que entra a los tejidos: 40 mmHg

Pco<sub>2</sub> de la sangre venosa que sale de los tejidos: 45 mmHg

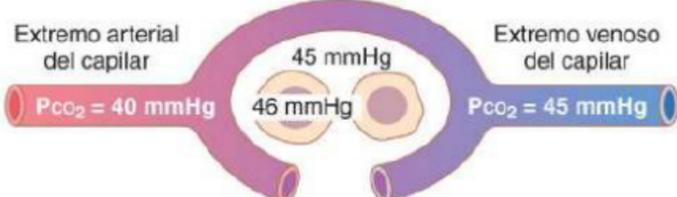


Figura 41-5. Captación de dióxido de carbono por la sangre en los capilares tisulares. (PCO<sub>2</sub> en las células tisulares = 46 mmHg, y en el líquido intersticial PCO<sub>2</sub> = 45 mmHg.)

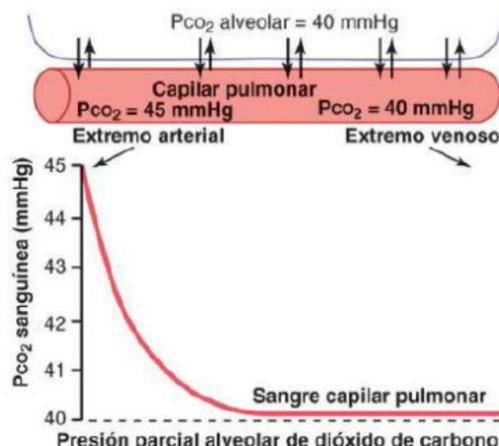


Figura 41-6. Difusión del dióxido de carbono desde la sangre pulmonar hacia el alvéolo. (Datos tomados de Milhorn HT Jr, Pulley PE Jr: A theoretical study of pulmonary capillary gas exchange and venous admixture. Biophys J 8:337, 1968.)

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2016). *Fisiología médica* (14ª ed.). Elsevier.