



FISIOPATOLOGIA II

CATEDRATICO:

DR. LUSVIN I JUAREZ GUTIERREZ

NOMBRE DEL ALUMNO:

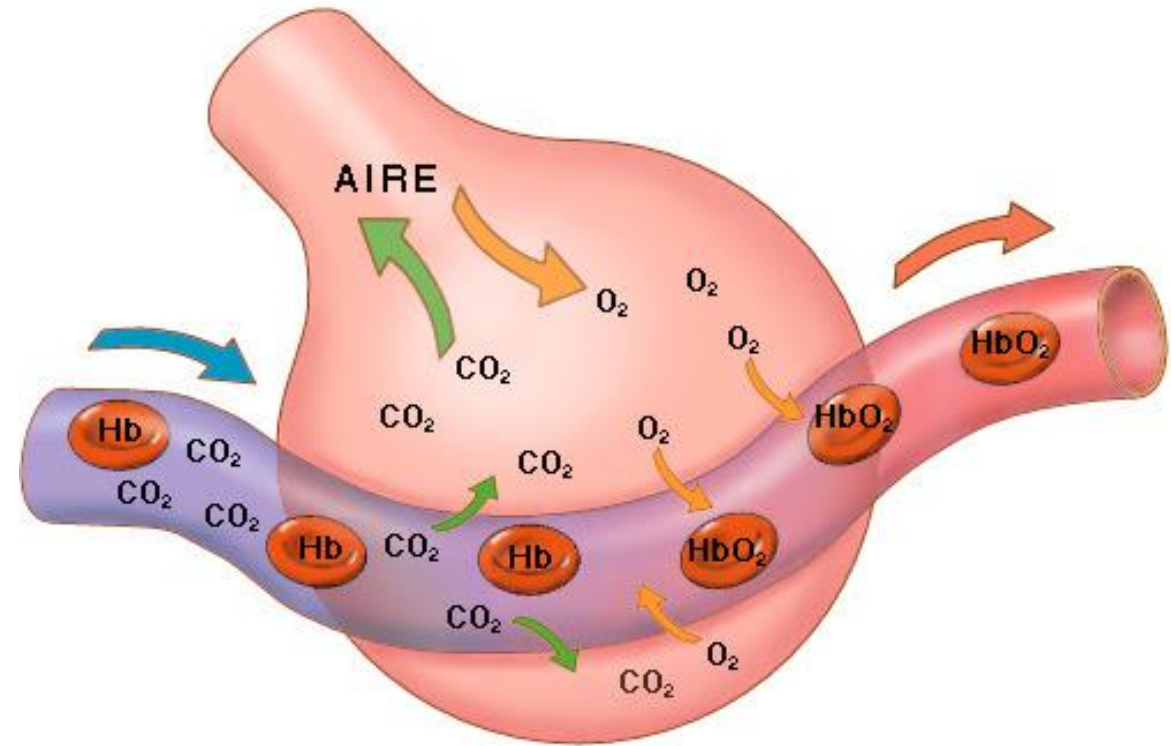
DANIELA DE LOS ANGELES RAMIREZ MANUEL
ANTONIO HERNANDEZ URBINA

SEMESTRE:

TERCERO

NOVIEMBRE 2021

Intercambio y transporte de gases



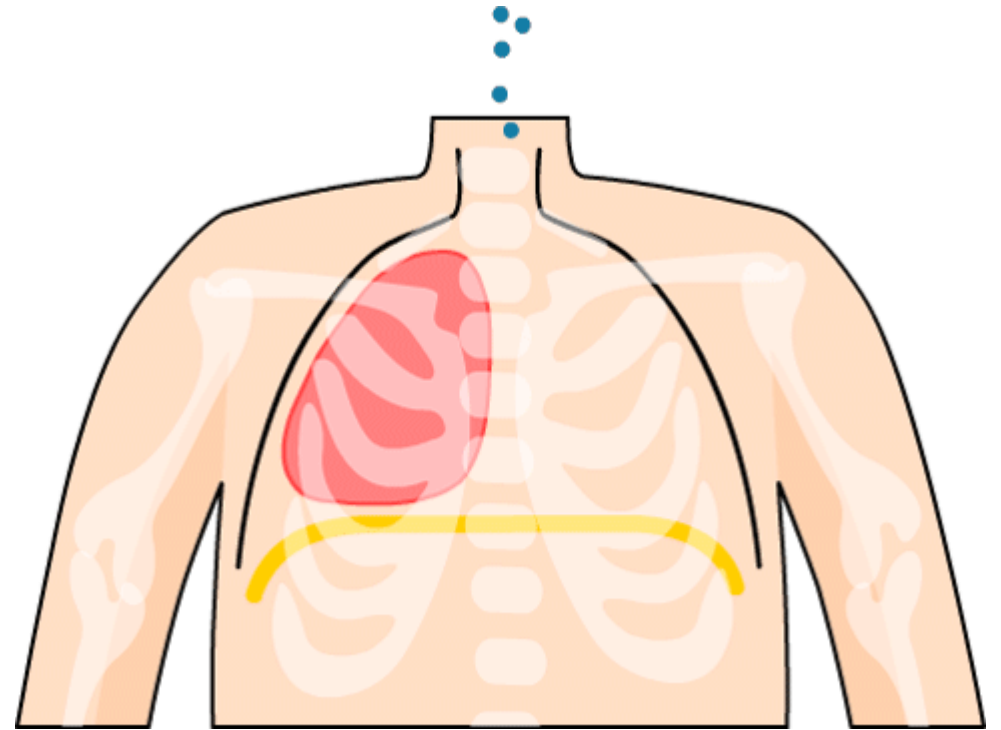
*Fisiología de la
membrana respiratoria*

El sistema respiratorio se divide en una zona respiratoria, que es el sitio de intercambio de gases entre el aire y la sangre, y una zona de conducción

El intercambio de gases entre el aire y la sangre ocurre a través de las paredes de los alvéolos respiratorios, que permiten índices rápidos de difusión de gas

El término respiración incluye tres funciones:

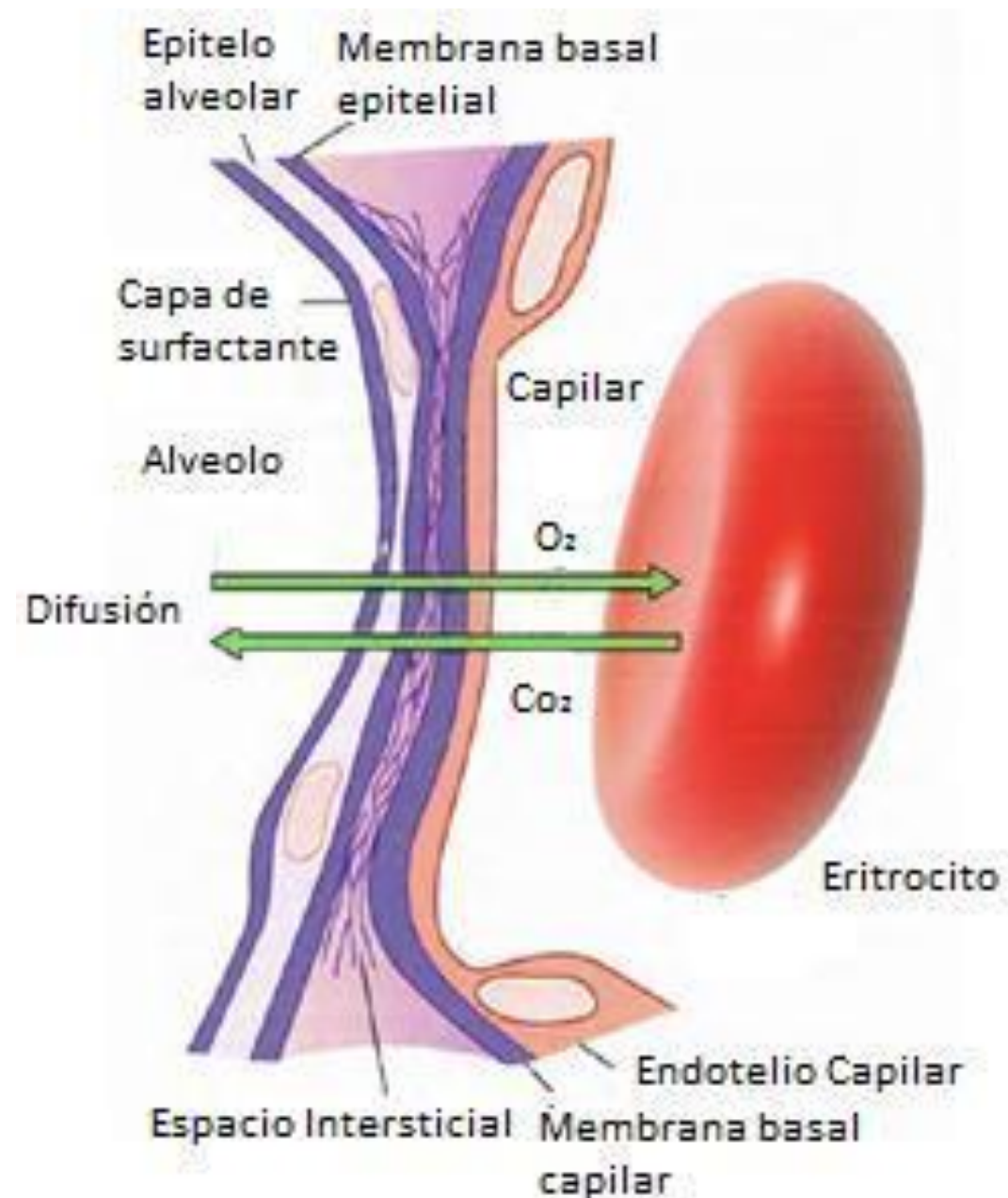
- 1. Ventilación (respiración)
 - 2. Intercambio de gases
 - 3. Utilización de oxígeno
- Respiración externa
- Respiración interna



- La membrana respiratoria es muy delgada de .2 a .5 u de grosor
- El intercambio gaseoso ocurre entre la sangre y la membrana de casi todas las porciones terminales de los pulmones debido a la extensa red de capilares que rodean los alveolos

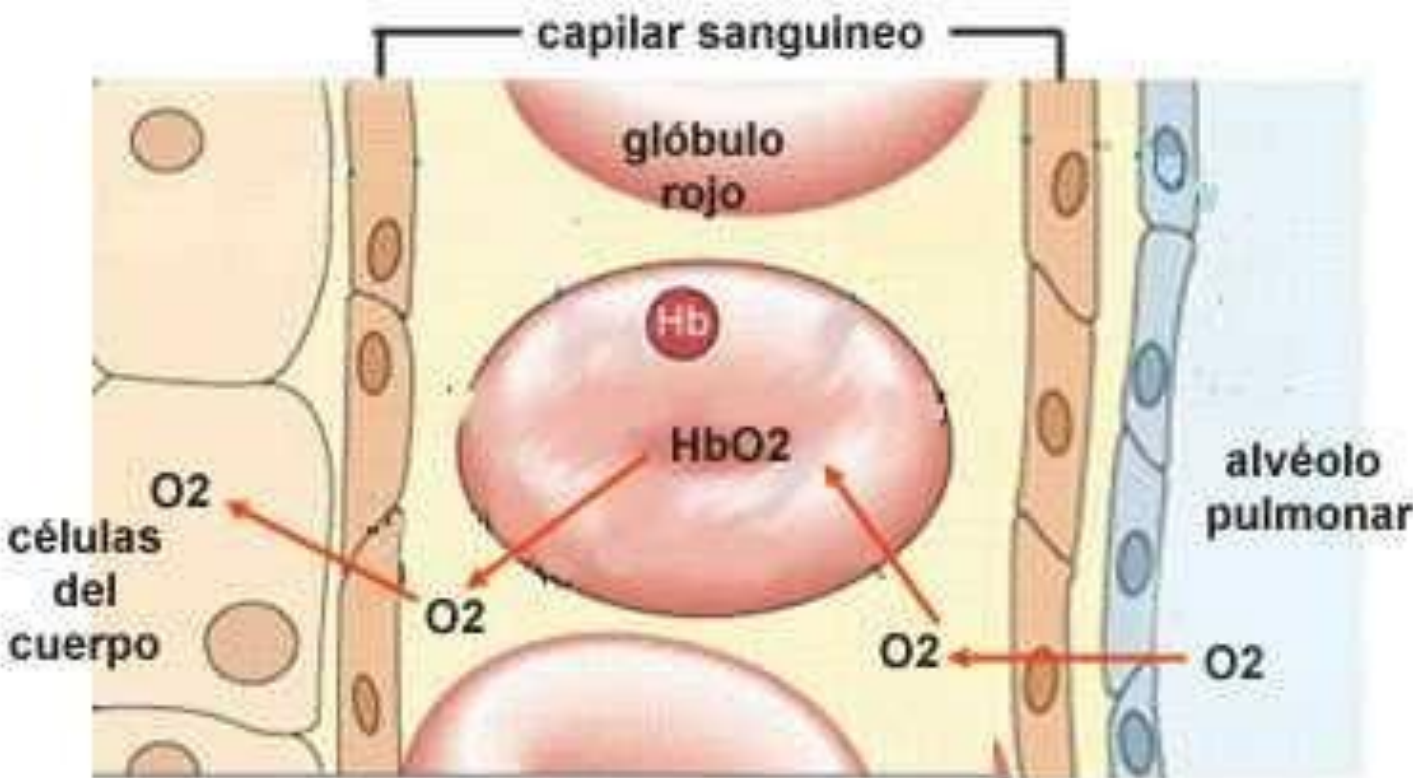
Capas de la membrana respiratoria:

1. Una capa de liquido que tapiza el alveolo y que contiene agente tensoactivo, lo que reduce la tensión superficial del liquido alveolar
2. El epitelio alveolar, esta formado por células epiteliales delgadas
3. Una membrana basal epitelial
4. Un espacio intersticial delgado entre el epitelio alveolar y la membrana capilar
5. Una membrana basal capilar que en muchos lugares se fusiona con la membrana epitelial
6. El endotelio capilar



Intercambio de gases entre aire alveolar, sangre y tejidos

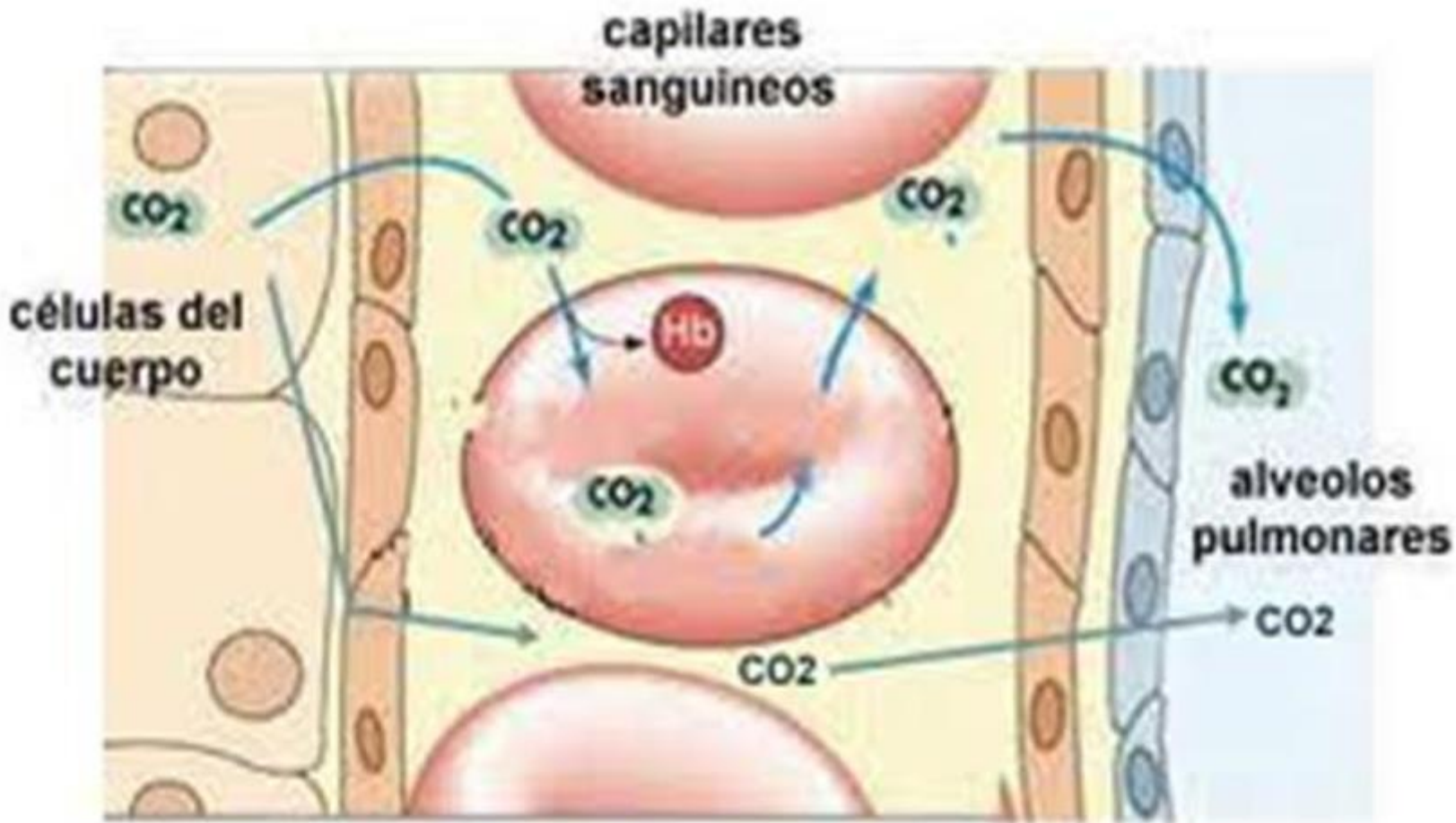
El intercambio gaseoso tiene lugar en los alveolos pulmonares donde el O₂ pasara del alveolo capilar, y el CO₂ del capilar al alveolo



- Se realiza debido a la diferente concentración de gases que hay entre el exterior y el interior de los alveolos
- A continuación se produce el intercambio de gases entre el aire alveolar y la sangre
- Cuando la sangre llega a los pulmones tiene un alto contenido en CO₂ y muy escaso en O₂
- Allí es transportada por la hemoglobina, localizada en los glóbulos rojos, que la llevara hasta las células del cuerpo donde por el mismo proceso de difusión para al interior para su posterior uso

Difusión:

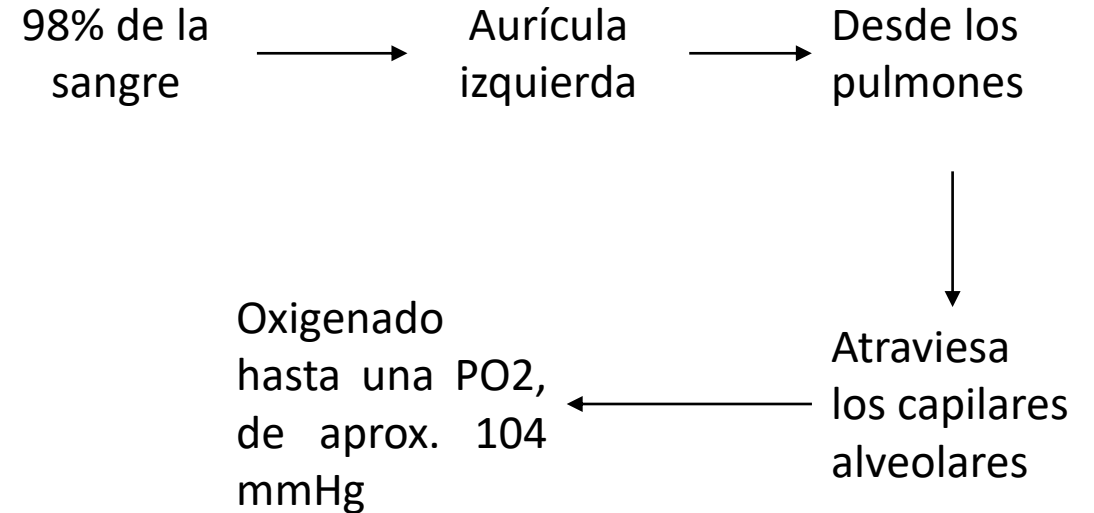
se presenta cuando una mezcla, en este caso de gases que pasa del alveolo al capilar arterial o viceversa

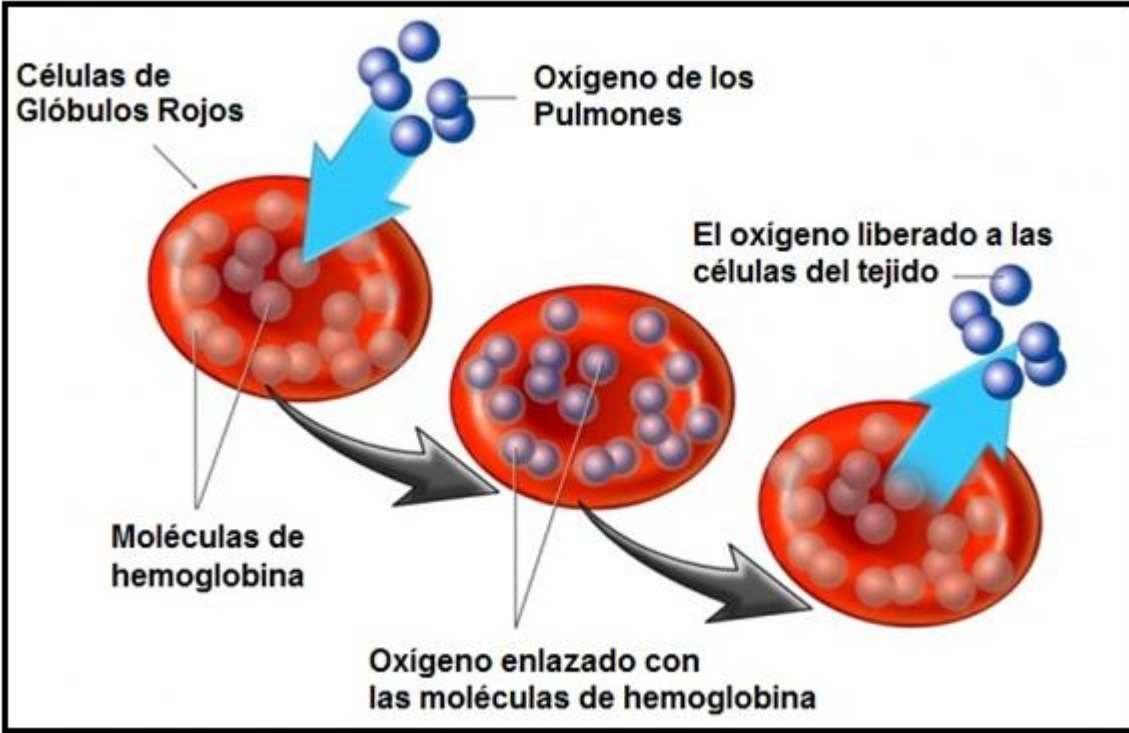


- El mecanismo de intercambio de CO₂ es semejante, pero en sentido contrario, pasando el CO₂ a los alveolos
- El CO₂, se transporta disuelto en el plasma sanguíneo y también en parte lo transportan los glóbulos rojos

Transporte de oxígeno

- ❑ Una vez que ha difundido de los alvéolos a la sangre pulmonar, el O₂ se transporta, principalmente combinado con la hemoglobina, a los capilares tisulares, donde se libera para ser utilizado por las células
- ❑ En las células de los tejidos, el O₂ reacciona con diversos nutrientes para formar grandes cantidades de CO₂, el cual a su vez entra en los capilares tisulares y es transportado de nuevo a los pulmones
- ❑ Por tanto, el oxígeno difunde de los alvéolos a la sangre capilar pulmonar, debido a que la presión del oxígeno en los alvéolos es superior a la presión del oxígeno en la sangre pulmonar. Después, en los tejidos, una PO₂ más elevada en la sangre capilar que en los tejidos hace que difunde a las células circundantes





El aumento de porcentaje de hemoglobina unida a O_2 , aumenta la PO_2 en sangre < saturación porcentual de hemoglobina >

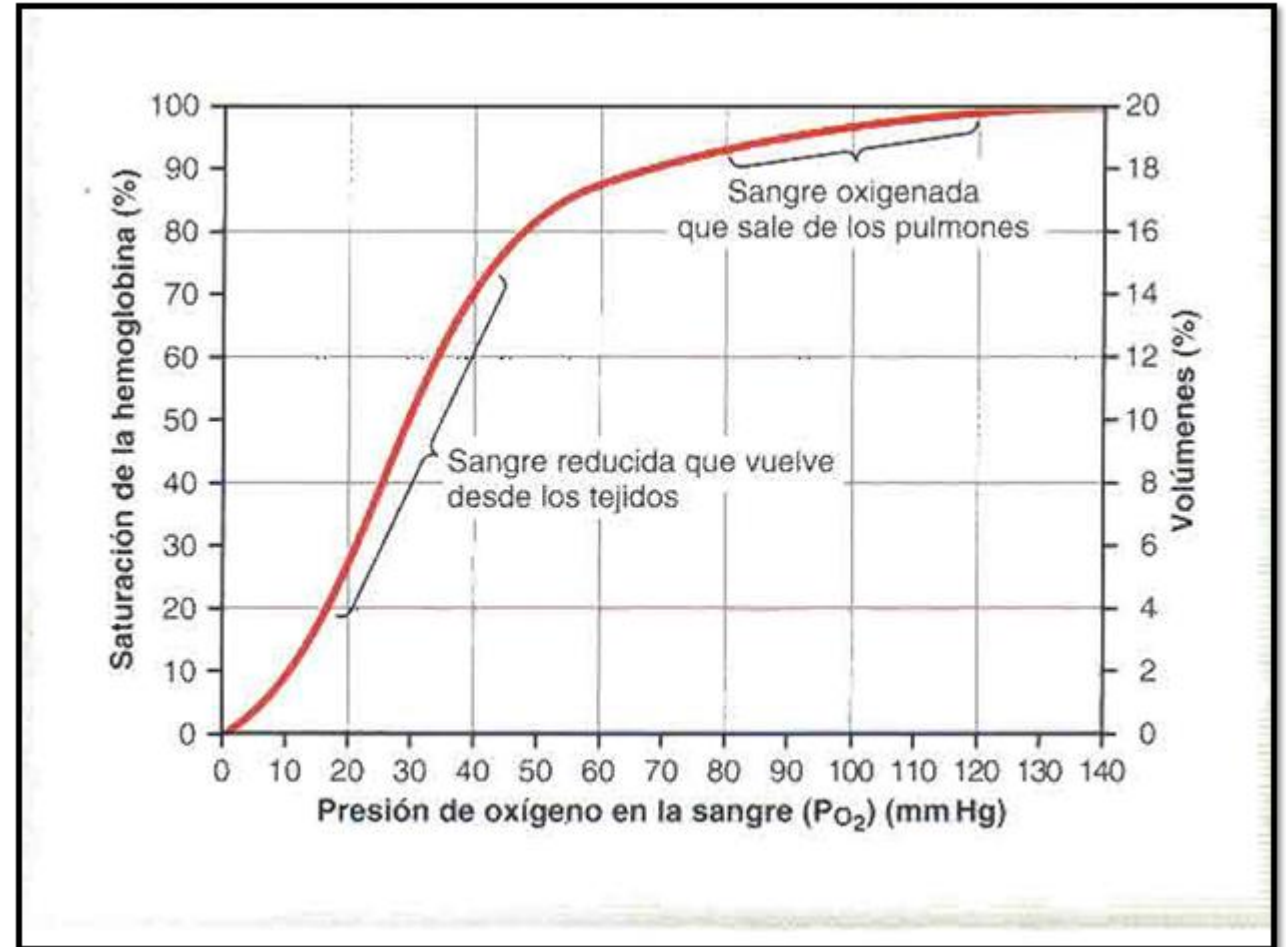


En la sangre de los pulmones es de aproximadamente 95mmHg, 97% de saturación



La sangre venosa tiene 40mmHg y la saturación de hemoglobina promedio es 75%

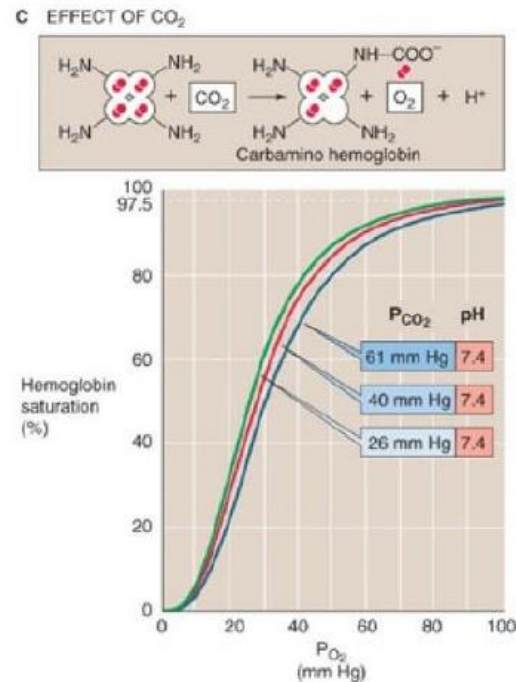
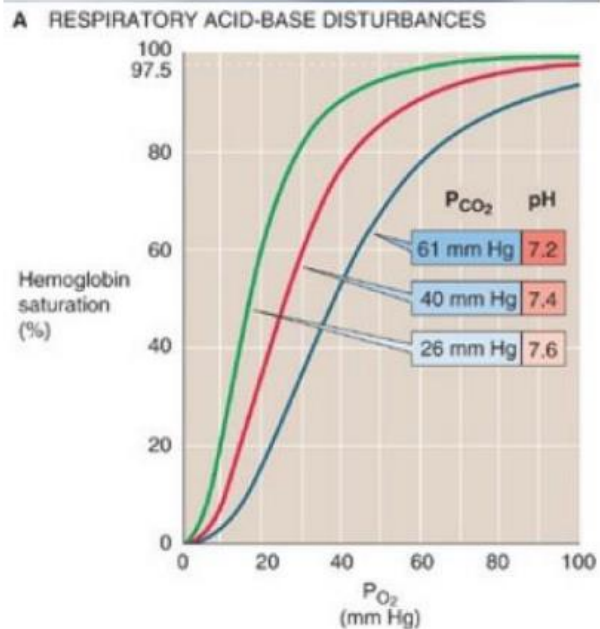
Curva de disociación oxígeno-hemoglobina



Efecto Bohr

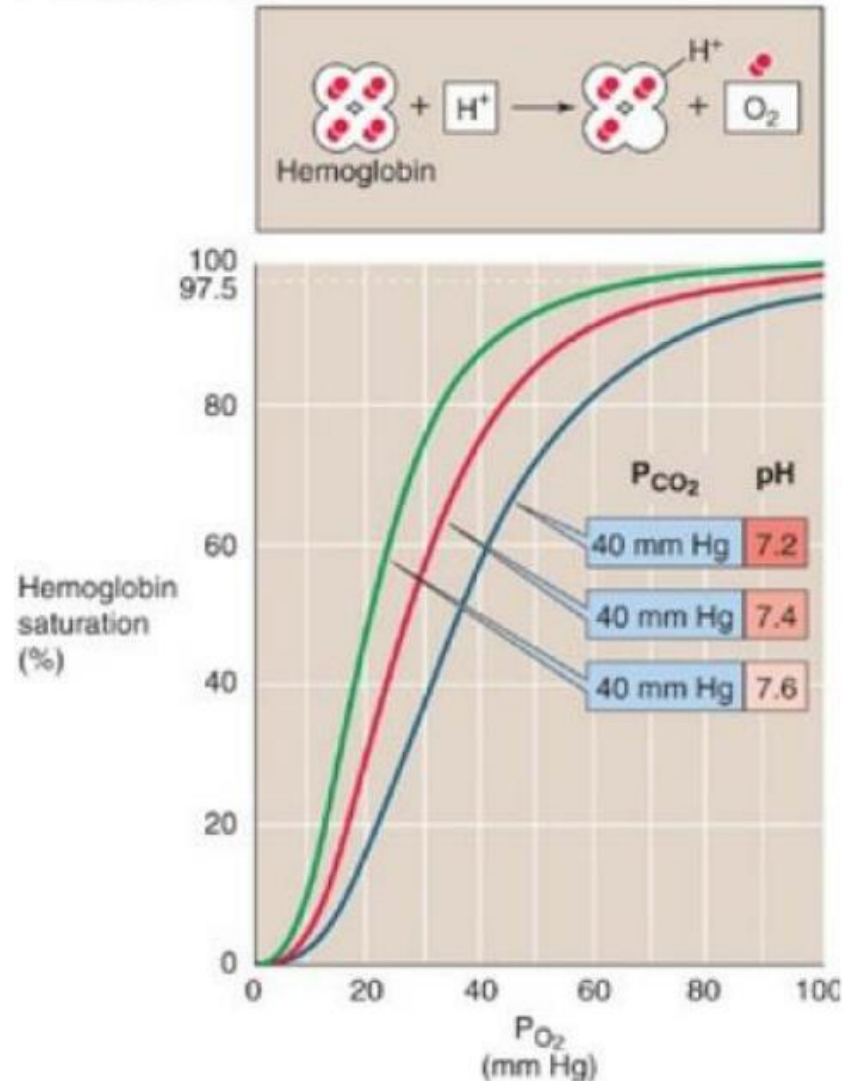
Este efecto hace referencia a cómo el aumento de la presión parcial de dióxido de carbono (PCO_2) y la disminución del pH, a nivel de los tejidos, conducen a una disminución de la afinidad de la hemoglobina oxigenada por el O_2 , favoreciendo la liberación del mismo

Cuando la sangre oxigenada llega a los tejidos, ricos en CO_2 (PCO_2 elevada), este entra a los eritrocitos a favor de gradiente. Como sabemos, al hidratarse el CO_2 se produce ácido carbónico que, al disociarse, produce la disminución del pH intracelular (). La disminución del pH (es decir el aumento de la concentración de hidrogeniones) produce una disminución de la afinidad de la Hb por el O_2



Sin embargo, INDEPENDIENTEMENTE de la disminución del pH, el aumento de la PCO₂ a valores constantes de pH también disminuye la afinidad de la Hb por el O₂

B EFFECT OF pH



En el de la derecha, observamos cómo el aumento de la PCO₂ A pH CONSTANTE (sólo realizable experimentalmente) también ocasiona el desplazamiento a la derecha

A su vez, en los tejidos, se producen otros ácidos a partir del metabolismo celular normal, lo que hace descender el pH extracelular y, consecuentemente, el intracelular

El descenso de pH producto de estos ácidos genera, como se dijo, una disminución de la afinidad de la Hb por el O₂

EFEECTO HALDANE.

- Mecanismo por el que la unión del oxígeno a la hemoglobina tiende a desplazar el dióxido de carbono de la sangre. La combinación del oxígeno con la hemoglobina hace que este se comporte como un ácido más fuerte y, por tanto, con menor tendencia a formar carbaminohemoglobina y mayor liberación de hidrogeniones, que, unidos al bicarbonato, forman ácido carbónico, el cual se disocia en CO_2 y agua.

REGULACION DE LA RESPIRACION:

- Normalmente el sistema nervioso ajusta la velocidad de ventilación alveolar casi exactamente a las demandas del cuerpo, de modo que la presión de oxígeno (P_{O_2}) y la presión de dióxido de carbono (P_{CO_2}) en la sangre arterial apenas se alteran incluso durante el ejercicio intenso y la mayoría de los demás tipos de agresión respiratoria.

CENTRO RESPIRATORIO:

- El centro respiratorio está formado por varios grupos de neuronas localizadas bilateralmente en el bulbo raquídeo y la protuberancia del tronco encefálico.
- 1- GRUPO RESPIRATORIO DORSAL: localizado en la porción ventral del bulbo, que produce principalmente la inspiración.
- 2- GRUPO RESPIRATORIO VENTRAL: localizado en la parte ventrolateral del bulbo, que produce principalmente la espiración.
- 3- CENTRO NEUMOTÁXICO: localizado dorsalmente en la porción superior de la protuberancia, y que controla principalmente la frecuencia y la profundidad de la respiración.

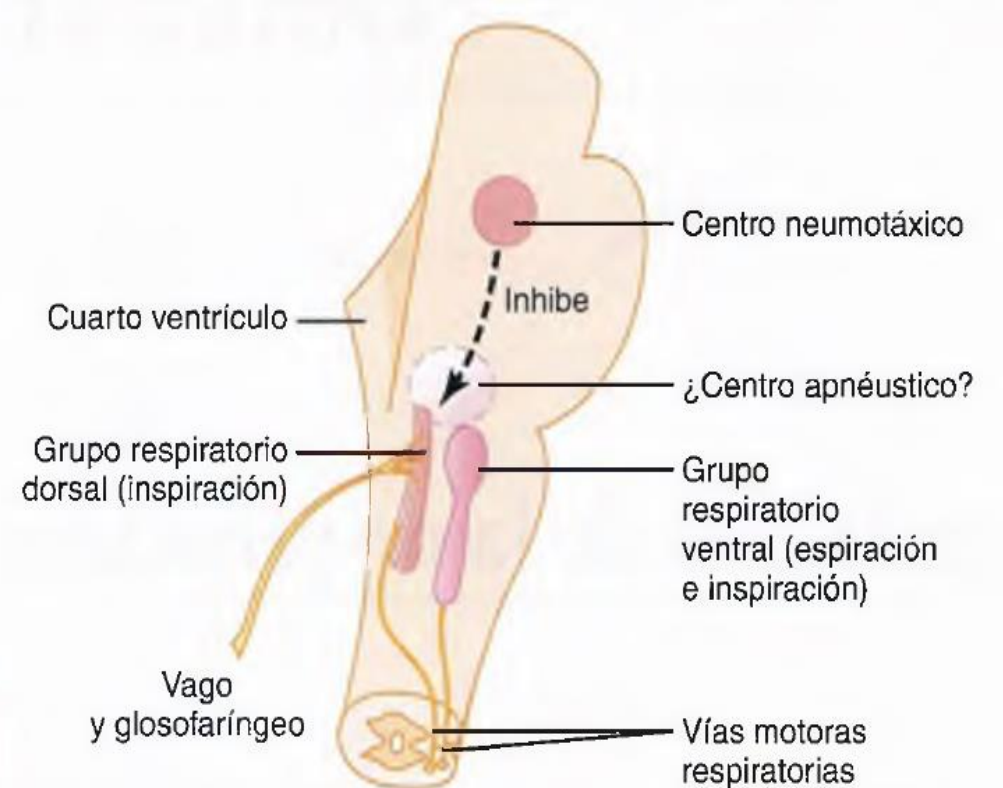


Figura 41-1 Organización del centro respiratorio.

GRUPO RESPIRATORIO DORSAL DE NEURONAS: CONTROL DE LA INSPIRACION Y DEL RITMO RESPIRATORIO.

- El grupo respiratorio dorsal esta localizado en su mayoría dentro del núcleo del Haz solitario (terminación sensorial de los nervios vago y glossofaríngeo) los nervios X y XI transmiten señales sensoriales hacia el centro respiratorio desde los quimiorreceptores periféricos, los barorreceptores y diversos tipos diferentes de raptos situados en el pulmón.

DESCARGAS INSPIRATORIAS RITMICAS DESDE EL GRUPO RESPIRATORIO DORSAL.

- El ritmo básico de la respiración se genera fundamentalmente en el grupo respiratorio dorsal de neuronas. Incluso tras la disección de todos los nervios periféricos que llegan al bulbo raquídeo y la disección en sentido transversal del tallo cerebral, tanto como por arriba como por debajo del bulbo, las neuronas de este grupo siguen emitiendo descargas repetitivas de potenciales de acción inspiratorios.

SEÑAL INSPIRATORIA “EN RAMPA”.

- La señal nerviosa que se transmite hacia los músculos inspiratorios, principalmente el diafragma, no es una descarga instantánea de potencias de acción. La respiración normal si se inicia con mucha debilidad y se incrementa de forma sostenida, a la manera de una rampa, durante dos segundos, a continuación se interrumpe de manera súbita durante los tres segundos que siguen, lo que inactiva la excitación del diafragma y permite que el retroceso elástico de los pulmones y de la pared torácica produzca la espiración y se inicia de nuevo durante otro ciclo.
- Por lo tanto se dice que la señal inspiratoria es una “señal en rampa”.

SON DOS LAS MANERAS EN QUE SE REGULA LA RAMPA INSPIRATORIA:

1. Control de la velocidad de la señal en rampa, de modo que durante la respiración forzada la rampa aumenta rápidamente y, por tanto, llena rápidamente los pulmones.
2. Control del punto limitante en el que se interrumpe súbitamente la rampa, este es el método habitual para controlar la frecuencia de la respiración; es decir, cuanto antes se interrumpa la rampa, menor será la duración de la inspiración. Esto también acorta la duración de la espiración. Así, aumenta la frecuencia respiratoria.

CENTRO NEUMOTAXICO LIMITA LA DURACION DE LA INSPIRACION Y AUMENTA LA FRECUENCIA RESPIRATORIA.

- Un *centro neurotóxico*, localizado dorsalmente en el *núcleo parabraquial* de la parte superior de la protuberancia, transmite señales hacia la zona inspiratoria. El efecto principal de este centro es controlar el punto de «desconexión» de la rampa inspiratoria, controlando de esta manera la duración de la fase de llenado del ciclo pulmonar.
- La función del centro neurotóxico es principalmente limitar la inspiración. Además tiene el efecto secundario de aumentar la frecuencia de la respiración, porque la limitación de la inspiración también acorta la espiración y todo el periodo de cada respiración.

GRUPO RESPIRATORIO VENTRAL DE NEURONAS: FUNCIONES EN LA INSPIRACION Y LA ESPIRACION.

- Localizado a ambos lados del bulbo raquídeo, aproximadamente 5mm anterior y lateral al grupo respiratorio dorsal de neuronas.
- La función de este grupo neuronal difiere de la del grupo respiratorio dorsal en varios aspectos importantes:

1. las neuronas del grupo ventral se conservan casi totalmente inactivas durante la respiración normal tranquila.
2. No hay pruebas de que las neuronas respiratorias ventrales participen en la oscilación del ritmo básico que controla la respiración.
3. Cuando el impulso respiratorio para incrementar la ventilación pulmonar se hace mayor de lo normal, se diseminan las señales respiratorias hacia las neuronas respiratorias ventrales a partir del mecanismo oscilatorio básico del área respiratoria dorsal. Como consecuencia, el área dorsal contribuye también en el impulso respiratorio.
4. La estimulación de algunas de las neuronas ventrales produce inspiración, en tanto que las de otras produce espiración. Por tanto estas neuronas contribuyen en ambas fases de la respiración.

Esta área opera como un mecanismo de refuerzo cuando requieren niveles elevados de ventilación pulmonar.

LAS SEÑALES DE INSUFLACION PULMONAR LIMITAN LA INSPIRACION: EL REFLEJO DE INSUFLACION DE HERING-BREVER.

- Tiene gran importancia los receptores de distensión localizados en las porciones musculares de las paredes de los bronquios y bronquiolos diseminados por los dos pulmones, que transmiten señales a través de los vagos a las neuronas del grupo de neuronas dorsal respiratorio cuando los pulmones se distienden en exceso. Estas señales afectan a la inspiración de forma muy parecida a las señales del centro neurotóxico.

CONTROL QUIMICO DE LA RESPIRACION:

- La finalidad de la respiración es mantener concentraciones adecuadas de oxígeno, dióxido de carbono e hidrógeno en los tejidos.
- El exceso de dióxido de carbono o de iones de hidrógeno en la sangre actúa principalmente de manera directa sobre el propio centro respiratorio, haciendo que se produzca un gran aumento de la intensidad de las señales motoras tanto inspiratorias como espiratorias hacia los músculos respiratorios.
- El oxígeno no tiene un efecto directo significativo sobre el centro respiratorio del encéfalo en el control de la respiración. Actúa casi totalmente sobre los quimiorreceptores periféricos que están localizados en los cuerpos carotídeos y aórticos, y estos, a su vez, transmiten señales nerviosas adecuadas al centro respiratorio para controlar la respiración.

- El oxígeno no tiene un efecto directo significativo sobre el centro respiratorio del acéfalo en el control de la respiración, actúa casi exclusivamente sobre quimiorreceptores periféricos situados en los cuerpos carotideos y aórticos, y estos a su vez transmiten las señales nerviosas oportunas al centro respiratorio para el control de la respiración.

CONTROL QUIMICO DIRECTO DE LA ACTIVIDAD DEL CENTRO RESPIRATORIO POR EL DIOXIDO DE CARBONO Y LOS HIDROGENIONES.

- La zona quimio sensible, esta situada solo a una quinta de milímetro por debajo de la superficie ventral del bulbo. Esta zona es extremadamente sensible a variaciones de la PCO_2 o de los hidrogeniones sanguíneos, y a su vez excita las otras porciones del centro respiratorio.

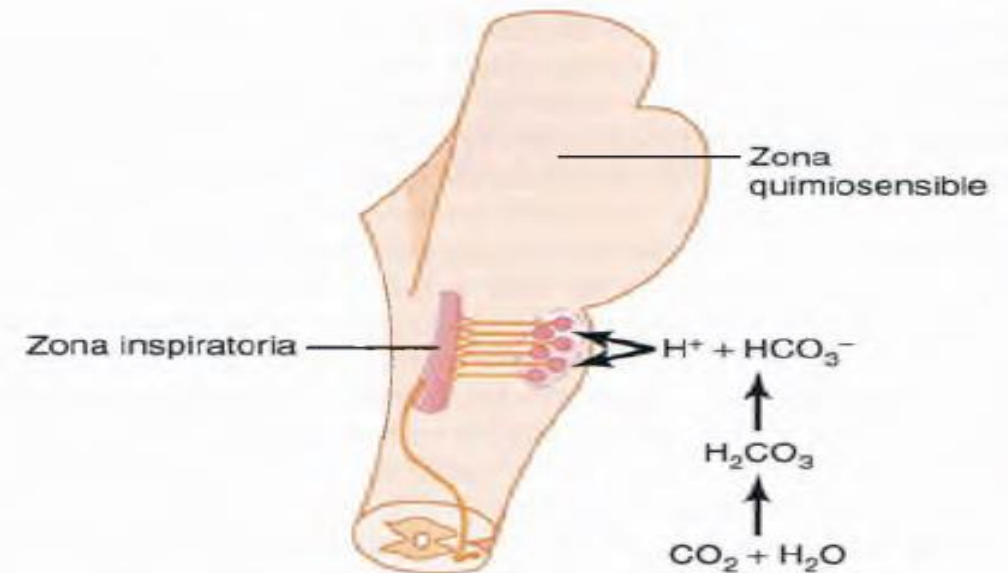


Figura 41-2 Estimulación de la zona inspiratoria del tronco encefálico por señales procedentes de la zona quimiosensible que está localizada a ambos lados del bulbo, y que está sólo una fracción de milímetro debajo de la superficie ventral del bulbo. Obsérvese también que los iones hidrógeno estimulan la zona quimiosensible, pero el dióxido de carbono del líquido da lugar a la mayor parte de los iones hidrógeno.

sanguíneo, aun cuando se piensa que el dióxido de carbono estimula estas neuronas de manera secundaria modificando la concentración de iones hidrógeno, como se explica en la sección siguiente.

RESPUESTA DE LAS NEURONAS QUIMIOSENSIBLES A LOS HIDROGENIONES: PROBABLEMENTE EL ESTIMULO PRIMARIO.

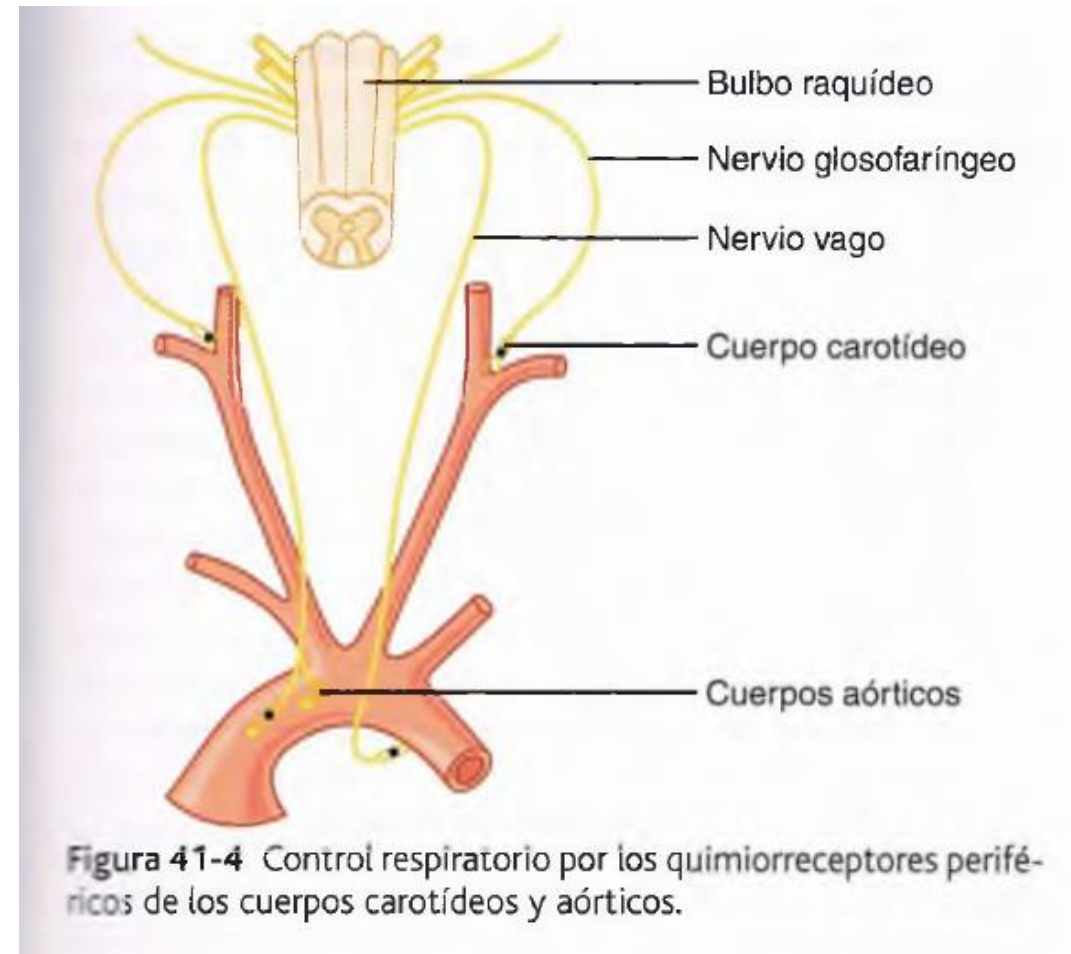
- Las neuronas sensitivas de la zona quimio sensible son especialmente excitadas por los iones de hidrógeno; sin embargo, estos no atraviesan con facilidad la barrera hematoencefálica o la barrera hematocefalorraquídea. Por esta razón, las variaciones en la concentración sanguínea de hidrogeniones tiene considerablemente menos efecto de estimulación de las neuronas quimio sensibles, que las variaciones de dióxido de carbono, incluso cuando se cree que el dióxido de carbono estimula a estas neuronas secundariamente, modificando la concentración de hidrogeniones.

EFECTO DE ESTIMULACION DE LA ZONA QUIMIOSENSIBLE POR EL DIOXIDO DE CARBONO SANGUINEO.

- Aunque el dióxido de carbono tiene poco efecto directo de estimulación de las neuronas de la zona quimio sensible, ejerce un potente efecto indirecto. Lo hace reaccionando con el agua de los tejidos para formar ac. carbónico. Este a su vez se disocia en hidrogeniones e iones bicarbonato; los hidrogeniones ejercen entonces un poderoso efecto estimulador directo.

SISTEMA DE CONTROL DE LA ACTIVIDAD RESPIRATORIO POR LOS QUIMIORRECEPTORES PERIFERICOS: PAPEL DEL OXIGENO EN EL CONTROL RESPIRATORIO.

- Además del control de la actividad respiratoria por el propio centro respiratorio, todavía se dispone de otro mecanismo de control de la respiración. Es el sistema quimiorreceptor periférico. En varias áreas fuera del encéfalo, están situados unos receptores químicos nerviosos especiales, denominados quimiorreceptores, que son particularmente importantes para detectar variaciones en el oxígeno sanguíneo, aunque también responden a variaciones de las concentraciones de dióxido de carbono y de hidrogeniones. Los quimiorreceptores a su vez transmiten señales al centro respiratorio del encéfalo para ayudar a regular la actividad respiratoria.



- El mayor número de quimiorreceptores está situado en los cuerpos carotídeos. Sin embargo, un número sustancial se encuentra en los cuerpos aórticos; unos pocos están situados en otros lugares, asociados con otras arterias de las regiones torácicas y abdominales del cuerpo.
- Los cuerpos carotídeos están localizados bilateralmente en las bifurcaciones de las arterias carótidas comunes, y sus fibras nerviosas aferentes pasan a través de los nervios de Hering a los nervios glosofaríngeos, y después, a la zona respiratoria dorsal del bulbo. Los cuerpos aórticos están localizados a lo largo del arco aórtico; sus fibras nerviosas aferentes pasan a través de los vagos a la zona respiratoria dorsal.

- Cada uno de estos cuerpos quimiorreceptores recibe un aporte sanguíneo especial, a través de una diminuta arteria, directamente desde el tronco arterial adyacente.
- El flujo sanguíneo a través de estos cuerpos es extremadamente elevado, 20 veces el peso de los propios cuerpos cada minuto. Por tanto, el porcentaje de eliminación de oxígeno de la sangre que fluye es prácticamente cero. Esto significa que los quimiorreceptores están expuestos en todo momento a sangre arterial, no a sangre venosa, y que sus PO₂ son arteriales.

EFECTO CUANTITATIVO DE LA PO₂ ARTERIAL BAJA SOBRE LA VENTILACION ALVEOLAR.

- Cuando una persona respira aire que tiene muy poco oxígeno, este descenso de la P_{O₂} sanguínea excita los quimiorreceptores carotídeos y aórticos, aumentando así la respiración. El efecto es mucho menor del que cabría esperar debido a que el aumento de la respiración elimina dióxido de carbono de los pulmones y así disminuye tanto la P_{C_{O₂}} como la concentración sanguínea de hidrogeniones. Estas dos variaciones deprimen intensamente el centro respiratorio de forma que el efecto final de aumento de la respiración por los quimiorreceptores en respuesta a la P_{O₂} baja se contrarresta en su mayor parte.

REGULACION DE LA RESPIRACION DURANTE EL EJERCICIO.

- En el ejercicio vigoroso, el consumo de oxígeno y la formación de dióxido de carbono pueden aumentar hasta 20 veces.
- En el deportista sano, la ventilación alveolar suele aumentar siguiendo casi exactamente la secuencia del aumento del metabolismo. El PO_2 , la PCO_2 y el PH arteriales se mantienen casi exactamente normales.

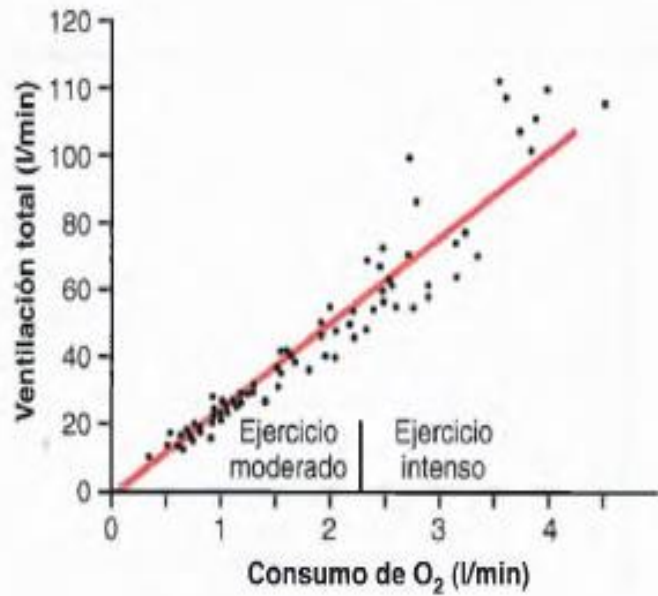


Figura 41-8 Efecto del ejercicio sobre el consumo de oxígeno y la tasa ventilatoria. (Tomado de Gray JS: Pulmonary Ventilation and Its Physiological Regulation. Springfield, Ill: Charles C Thomas, 1950.)

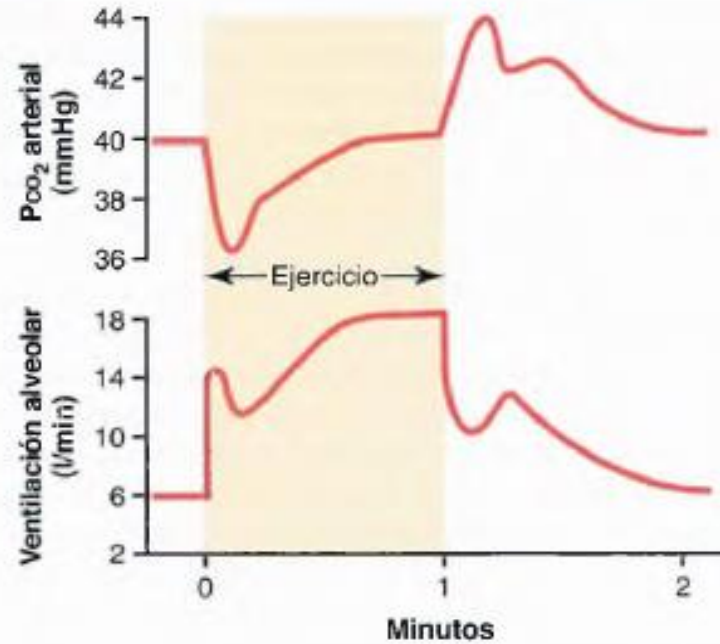


Figura 41-9 Modificaciones de la ventilación alveolar (*curva inferior*) y de la P_{CO_2} arterial (*curva superior*) durante un período de ejercicio de 1 min y también después de finalizar el ejercicio. (Extrapolado al ser humano a partir de datos en perros de Bainton CR: Effect of speed vs grade and shivering on ventilation in dogs during active exercise. J Appl Physiol 33:778, 1972.)

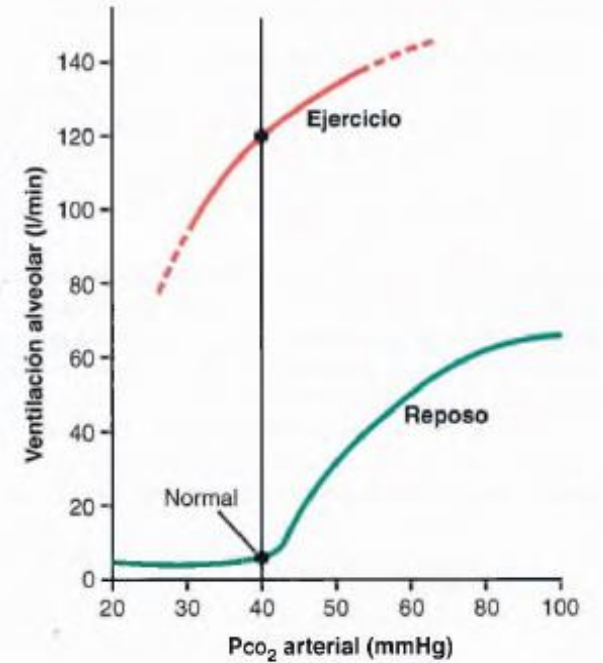


Figura 41-10 Efecto aproximado del ejercicio máximo en un atleta para desplazar la curva de respuesta de P_{CO_2} alveolar-ventilación a un nivel mucho mayor de lo normal. Este desplazamiento, que probablemente esté producido por factores neurógenos, es casi exactamente la cantidad adecuada necesaria para mantener la P_{CO_2} arterial al nivel normal de 40 mmHg tanto en estado de reposo como durante el ejercicio intenso.