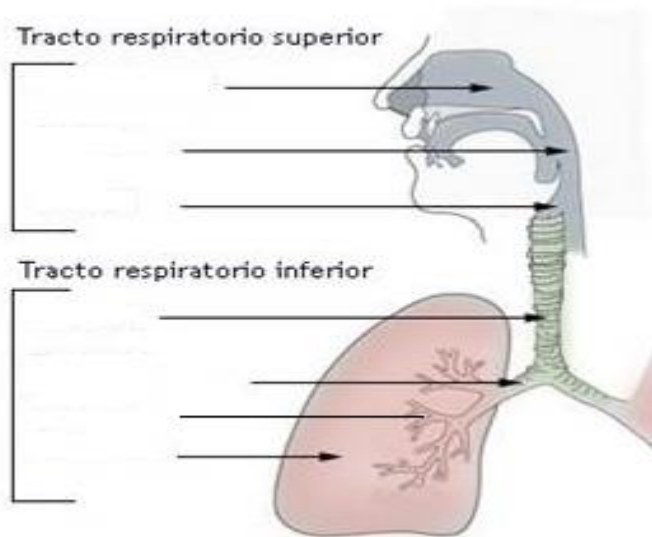
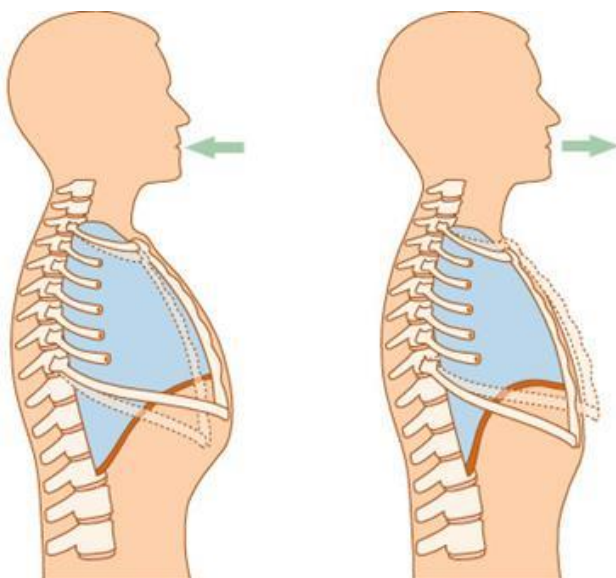


Sistema Respiratorio

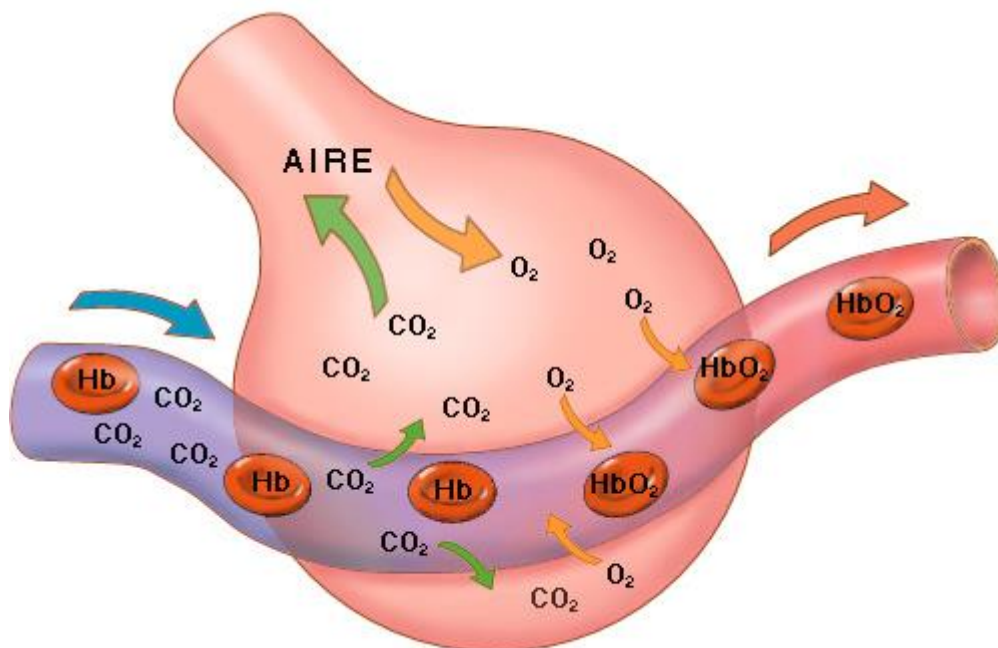
1. Indique cómo participa el Sistema Respiratorio en la Función de Nutrición
2. ¿Cuál es el destino final del oxígeno? ¿Qué función cumple en él?
3. Durante la inspiración no solo ingresa al sistema respiratorio el oxígeno, también lo hace el resto de los gases que componen al aire. Indique cómo está compuesto el aire y en qué porcentaje se encuentra cada uno de los gases que lo forman.
4. Si durante la inspiración, de la totalidad del aire inhalado solo pasa al sistema circulatorio el oxígeno, ¿qué ocurre con el resto de los gases?
5. El sistema Respiratorio está formado por vías respiratorias, por los pulmones y por músculos. Complete la siguiente imagen con las partes del sistema respiratorio e indique en cada una de ellas su morfología y la relación con su función. Agregue aquellas estructuras que falten.



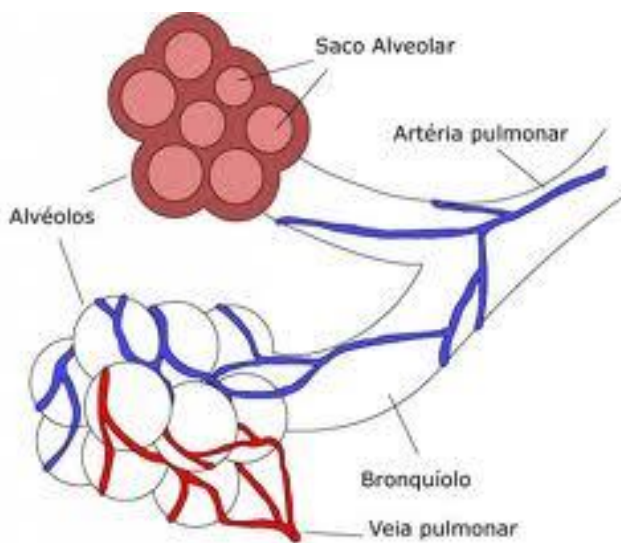
6. Los movimientos respiratorios están coordinados por el sistema nervioso el cual responde a los niveles de oxígeno y de dióxido de carbono presentes en la sangre, manteniendo su equilibrio mediante el movimiento de los músculos intercostales y del diafragma. Indica en el siguiente esquema bajo qué condiciones se realiza la inspiración y bajo cuales la espiración, no olvide de agregar las presiones parciales del aire dentro y fuera de la cavidad torácica.



7. El oxígeno luego de recorrer todas las vías respiratorias llega hasta los alveolos. Observe el siguiente esquema e indique:
 - a. Función del mismo
 - b. Características que permiten que se lleve a cabo dicha función
 - c. ¿por qué tipo de transporte se realiza el intercambio gaseoso?
 - d. ¿De dónde proviene el Dióxido de Carbono que ingresa al alveolo para ser exhalado?



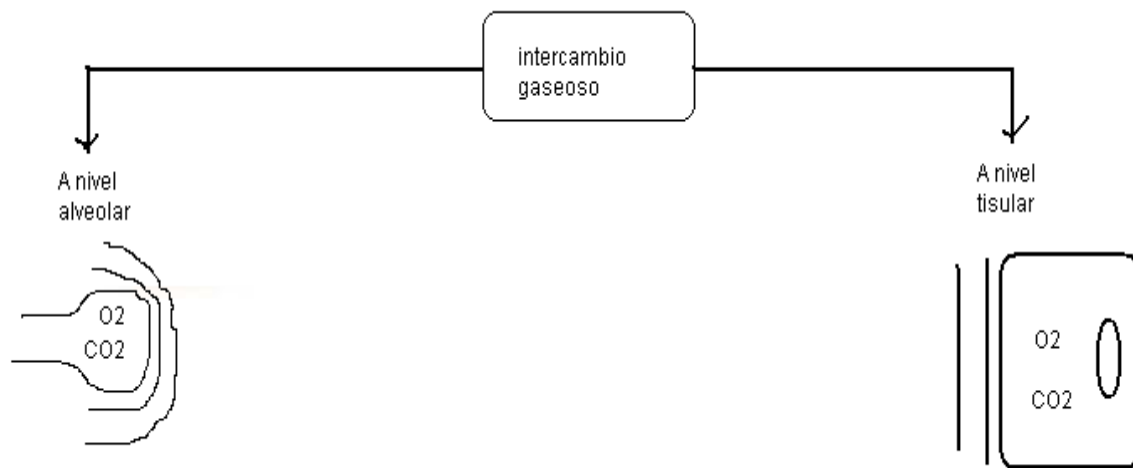
8. En el siguiente esquema de sacos alveolares colorea los vasos sanguíneos que participan del intercambio gaseoso utilizando el color azul para las arterias pulmonares y el color rojo para las venas pulmonares. Averigua cuál de ellas transporta la sangre oxigenada y cuál la sangre carboxigenada.



9. Analicemos el aires inhalado y el exhalado
Del análisis de la composición del aire inhalado se obtiene los siguientes valores aproximados

AIRE	OXÍGENO (O ₂)	DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)	NITRÓGENO (N ₂)
INSPIRADO	21%	0,03%	79%
ESPIRADO	16%	4%	79%

- Represente en un diagrama de barras, los porcentajes que figuran en la tabla
 - Compara los gráficos y responde:
 - ¿qué diferencias presentan?
10. El oxígeno es transportado, por la hemoglobina de los glóbulos rojos, a todos los tejidos del cuerpo. Allí el oxígeno se difunde desde la sangre hacia las células y el dióxido de carbono desde las células a la sangre. Indica con flechas el intercambio gaseoso.



11. A mayor altitud la presión atmosférica y por ende la parcial del oxígeno del aire es menor que sobre el nivel del mar, la disminución de la presión de oxígeno a la que se expone una persona cuando asciende a una montaña provoca algunos cambios en el cuerpo. ¿cómo se ve afectada la respiración? ¿qué respuesta da el cuerpo a este cambio?

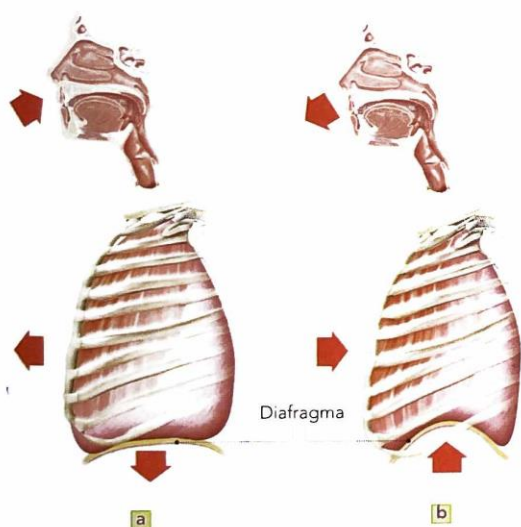
12. Seleccione la/s opción/es correcta/s:

- a. La faringe es un conducto de pared muscular que:
 - i. Sólo permite el paso del bolo alimenticio
 - ii. Sólo permite el paso del aire durante la respiración
 - iii. Se comunica hacia arriba con las fosas nasales
 - iv. Presenta en sus paredes internas cuerdas vocales
- b. Tanto la tráquea como los bronquios:
 - i. Están tapizadas interiormente por células ciliadas
 - ii. No presentan glándulas secretoras de mucus
 - iii. Están constituidas por anillos cartilagosos completos
 - iv. Están constituidas por anillos cartilagosos incompletos
- c. La laringe interviene en:
 - i. La función respiratoria
 - ii. La deglución
 - iii. La fonación
 - iv. Todas las respuestas anteriores son correctas
- d. La inspiración:
 - i. Es un fenómeno pasivo
 - ii. Se debe a la relajación de los músculos intercostales y diafragma
 - iii. Determina la salida del aire al exterior
 - iv. Aumenta el volumen torácico
- e. La finalidad de la respiración es:
 - i. Renovar el aire de los pulmones
 - ii. Intercambiar gases con la sangre
 - iii. Liberar la energía contenida en los alimentos
 - iv. Realizar la hematosis

La mecánica respiratoria

El aire llega al interior de los pulmones a través de las **vías respiratorias** (fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios). Dentro de los alvéolos pulmonares se produce el intercambio gaseoso (hematosis) entre éstos y los capilares que los rodean; este proceso te lo explicaremos con más detalle en la próxima página.

Para que la hematosis se realice de manera eficiente es imprescindible que el aire de los pulmones se renueve constantemente, es decir que la entrada y salida de aire, o **ventilación pulmonar**, se produzca de manera continua. El mecanismo que permite esto se llama **mecánica respiratoria**, y se divide en dos fases: la inspiración y la espiración (figura 8-11).



▲ Fig. 8-11. Mecánica respiratoria: a, inspiración; b, espiración.



7. Observa la figura 8-12 y responde.

¿Se habrá modificado la frecuencia respiratoria de este atleta durante el ejercicio físico? ¿Y una vez que éste haya terminado? Si fuera así, explícalo por qué.

8. ¿Qué relación encontrarás entre la mecánica respiratoria y la respiración celular aeróbica?

9. Suponé que tuvieras que medir la modificación del tamaño de la cavidad torácica durante el proceso de mecánica respiratoria. ¿Cómo lo harías?

■ **Inspiración.** Durante esta fase se contraen los **músculos intercostales** y el **diafragma**, lo que provoca el aumento del volumen de la cavidad torácica. Como consecuencia de este aumento de volumen, la presión dentro del tórax disminuye, y es menor que la presión atmosférica. Debido a esta diferencia de presiones entra aire por las vías respiratorias y los pulmones se agrandan (figura 8-11 a).

■ **Espiración.** En esta fase se relajan los músculos intercostales y el diafragma, "empujando" a los pulmones. Entonces, la presión de gases en el interior de la cavidad torácica es mayor que la presión atmosférica y, debido a esta diferencia de presión, el aire es exhalado. En este momento, tanto la cavidad torácica como los pulmones disminuyen su volumen (figura 8-11 b).

El ciclo de inspiración y espiración o **frecuencia respiratoria**, en condiciones normales de reposo, se repite un promedio de diecisiete veces por minuto, introduciendo en cada inspiración 500 ml de aire. Una vez que ese aire ha sido expulsado, puede salir otro litro y medio de aire mediante una espiración forzada —llamada **capacidad vital**—, y aún queda aproximadamente otro litro que no puede salir, ni siquiera con esfuerzo; a este volumen de aire se lo denomina **volumen residual**. La suma de todos los volúmenes de aire pulmonar permite establecer la **capacidad pulmonar total**, que se calcula entre seis y ocho litros de aire.



▲ Fig. 8-12. Salto en garrocha.

La hematosis

Observa la figura 8-13. Explica por qué la composición del aire inspirado es diferente de la del aire espirado.

Una vez que el aire ha recorrido las vías respiratorias llega a los alvéolos pulmonares, estructuras que constituyen las **unidades funcionales del pulmón**.

Aquí se lleva a cabo la "**respiración externa**" o hematosis, proceso que, como ya dijimos, consiste en el intercambio gaseoso entre los alvéolos y los finísimos capilares que lo rodean.

Para interpretar la hematosis (figura 8-14) es necesario hacer referencia a la estructura conformada por los alvéolos y los capilares, ambos compuestos por paredes muy delgadas, constituidas por una sola capa de células. Esta característica permite que los gases se difundan de manera rápida y eficiente; además, se debe considerar la cantidad de oxígeno y de dióxido de carbono que se encuentra dentro de ambas estructuras, porque esta diferencia de concentraciones es fundamental para que el proceso de difusión se lleve a cabo.

- En los alvéolos hay aire rico en oxígeno, que ha ingresado durante la inspiración; por lo tanto, la concentración de oxígeno es mayor en los alvéolos que en los capilares que los rodean, y esto determina que el oxígeno se difunda hacia los capilares.
- Por otro lado, los capilares tienen mayor concentración de dióxido de carbono que los alvéolos, que proviene de la circulación de retorno, producto del metabolismo celular; el dióxido de carbono se difunde, entonces, hacia los alvéolos.

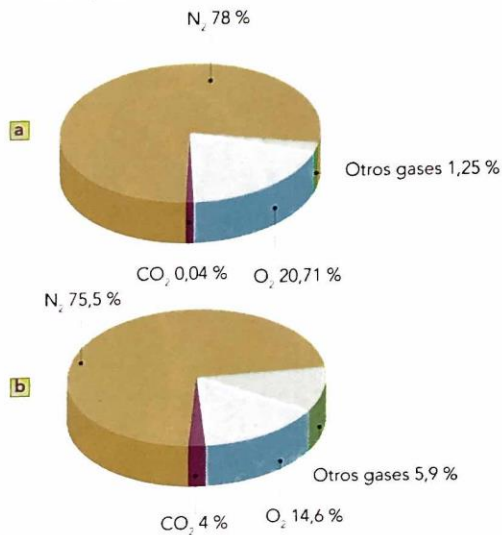


Fig. 8-13. Gráficos que representan la composición del aire inspirado (a) y espirado (b).

La hemoglobina, una proteína muy especial

En la sangre, tanto el oxígeno como el dióxido de carbono son transportados por la **hemoglobina**, proteína presente dentro de los glóbulos rojos. Esta proteína tiene la particularidad de "cargar" los gases respiratorios y "liberar" el oxígeno en las células y el dióxido de carbono en los alvéolos.

La hemoglobina es una macromolécula formada por 574 aminoácidos. La unión del oxígeno con la hemoglobina (HbO_2) depende de la cantidad de oxígeno que haya en la sangre. Cuanto mayor porcentaje de este gas esté disponible, mayor será la presión que ejerza, lo que favorecerá esta unión.

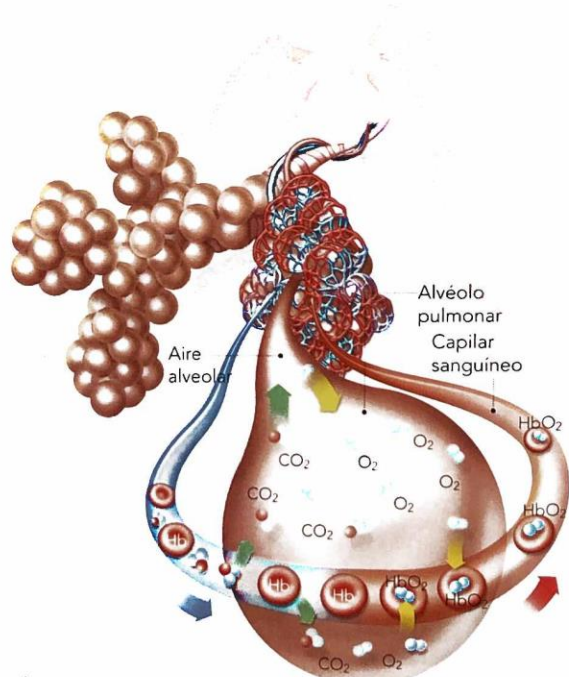



Fig. 8-14. La presión parcial de oxígeno en el aire inspirado (105 mm Hg) es mayor que en la sangre de los capilares alveolares (40 mm Hg). Por tal motivo, el oxígeno se difunde de los alvéolos hacia los capilares. El dióxido de carbono se difunde en sentido contrario al oxígeno, ya que la presión de dióxido de carbono es mayor en los capilares que en los alvéolos.

profundización

Superficie es lo que sobra. ¿Hay suficientes alvéolos pulmonares para la hematosis? Sólo basta con observar las cifras para conocer la respuesta: los capilares alveolares ocupan una superficie de 6.000 m² y rodean a 600 millones de alvéolos, que representan una superficie de 100 m² para el intercambio gaseoso.

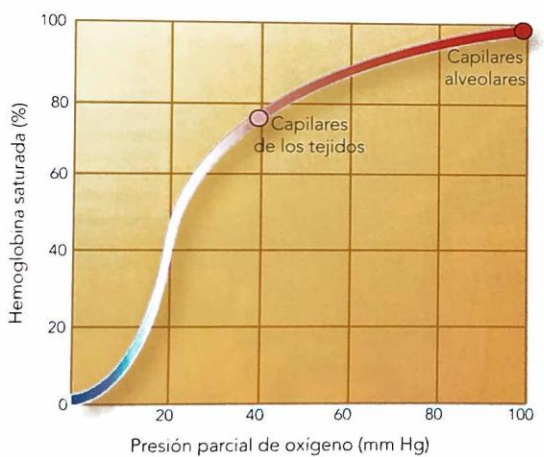
En otras palabras: cuando la concentración de oxígeno en el medio externo es alta, como sucede en el aire atmosférico o el alveolar, la hemoglobina lo capta y pasa a hemoglobina oxigenada u **oxihemoglobina**, y cuando la concentración de oxígeno es baja, como sucede en los tejidos internos, la hemoglobina lo libera y pasa a hemoglobina desoxigenada o, simplemente, hemoglobina. Así se transporta el 98% del oxígeno en los vertebrados. El otro 2% se transporta disuelto en el plasma. 

La hemoglobina también transporta el 30% del dióxido de carbono. La unión de este gas con la hemoglobina se denomina **carbaminohemoglobina**. El resto de dióxido de carbono se transporta disuelto en el plasma (7%) y en forma de ion bicarbonato, HCO_3^- (63%).

La relación que existe entre la presión parcial de oxígeno y su unión con la hemoglobina se puede representar por medio de una curva, cuyos valores se determinan

experimentalmente, llamada **curva de equilibrio hemoglobina-oxígeno** (figura 8-15). En el gráfico se observa que, en los alvéolos pulmonares, la presión parcial de oxígeno y el grado de saturación de la hemoglobina alcanzan su mayor valor. (El “grado de saturación” es la relación entre la cantidad de moléculas de la oxihemoglobina que hay en un momento dado y la máxima cantidad que podría haber en esas condiciones; suele expresarse en porcentaje).

Resumiendo: una vez que el oxígeno ingresó en los capilares, es transportado a través del torrente sanguíneo por la hemoglobina hacia cada una de las células del cuerpo. Luego, se produce la “**respiración interna**”: el oxígeno ingresa en las células y el dióxido de carbono pasa de las células hacia los capilares. Finalmente, el oxígeno llega a su último destino: las **mitocondrias**, donde se lleva a cabo la respiración celular. De eso nos ocuparemos a continuación.



◀ Fig. 8-15. Curva de equilibrio hemoglobina-oxígeno. En los tejidos, la presión parcial de oxígeno es de 40 mm Hg. Por debajo de 60 mm Hg, el oxígeno se desprende rápidamente de la hemoglobina.



10. La unión de la hemoglobina con el oxígeno es reversible, lo que significa que pueden disociarse. ¿Te parece que esto favorece la respiración celular? ¿Dónde se llevará a cabo esta disociación?

Para responder esta pregunta observá la figura 8-15. ¿Qué variables están representadas? Describí cómo se relacionan entre ellas.

profundización

El asesino invisible. Llegó el invierno y el **monóxido de carbono (CO)** comienza a cobrar sus primeras víctimas. Este gas incoloro, inodoro e invisible, es uno de los enemigos más temibles de nuestro sistema respiratorio. Cuando un combustible, como el gas de la cocina o de una estufa, no se degrada completamente hasta CO_2 y vapor de agua, se origina CO . ¿Cómo podemos darnos cuenta de que la combustión es completa? Cuando la llama es azulada; si ésta es anaranjada o amarillenta, la combustión es incompleta y en el ambiente hay CO . En ese caso, las personas pueden sentir somnolencia,

pesadez y mareos. Estos síntomas se deben a que la hemoglobina tiene una gran afinidad por el CO , *unas 250 veces más que con el oxígeno*. Por ello, si en el ambiente hay CO , éste se fija en el mismo lugar que se pondría el oxígeno, formándose la **carboxihemoglobina**, y allí permanece. La hemoglobina queda así inutilizada para el transporte de oxígeno. Es el **envenenamiento por monóxido de carbono**, que puede matarnos por asfixia. Los datos son sorprendentes: sólo el 1% de CO en el aire es suficiente para matar a una persona si lo respira en 5 minutos.