

Material Imprimible

Curso Asma

Módulo El sistema respiratorio

Contenidos:

- Sistema respiratorio
- Órganos que intervienen

Anatomía y fisiología del sistema respiratorio

La anatomía incluye a los órganos del sistema y la ubicación de los mismos, mientras que la fisiología va a estudiar la función no solo del sistema, sino también de cada uno de los órganos en asociación con el resto de los mismos.

El **aparato respiratorio** es el conjunto de órganos encargados de permitir la entrada y la salida del aire del organismo.

Las consecuencias de esa función son:

- La oxigenación y la descarbonización de la sangre a nivel del aparato respiratorio
- La realización del proceso de oxidación para liberar energía al nivel celular del metabolismo
- La oxigenación y la descarbonización de las células a nivel de todos los tejidos del cuerpo

El aparato respiratorio está formado por las fosas nasales, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones. A cada uno de estos órganos los iremos estudiando en detalle a lo largo del módulo.

Al inhalar, el aire ingresa a los pulmones y el oxígeno de ese aire pasa a la sangre. Al mismo tiempo, el dióxido de carbono, un gas de desecho, sale de la sangre a los pulmones y es exhalado. Ese proceso se llama intercambio gaseoso, y podemos decir que es fundamental para la vida. De allí que los pulmones son el centro del sistema respiratorio. Entonces podemos manifestar que la respiración en sí consiste en la inhalación y la exhalación, y es por eso que se van a llevar a cabo una serie de mecanismos y de movimientos musculares que ayudan a dicho proceso.

Por todo eso podemos decir que los pulmones y el aparato respiratorio son los que nos permiten respirar, oxigenar y eliminar aquello que no le sirve al organismo. A su vez, permiten la entrada de oxígeno en nuestros cuerpos y expulsan el dióxido de carbono. Este intercambio de oxígeno y dióxido de carbono recibe el nombre de “respiración”.

La unidad funcional del pulmón es el acino alveolar, o también llamado alveolo. Allí se realiza el intercambio gaseoso gracias a la coordinación e interacción de las vías respiratorias y caja torácica que conducen el aire a esta célula.

Como dijimos, el proceso de la respiración consta de dos etapas, cada una con sus propias características. La primera se denomina **inspiración o inhalación**, y consiste en el ingreso

del oxígeno que obtenemos desde el exterior por toda la vía del aire hasta llegar a los alvéolos pulmones.

En esta vía el aire recorre varios órganos del cuerpo: comienza en las fosas nasales para luego recorrer la faringe, la laringe, la tráquea y finalmente los pulmones. Esta vía es de carácter bilateral, porque serán los mismos órganos por donde ingresa el oxígeno y por donde sale el dióxido de carbono.

La segunda fase es la llamada **espiración o exhalación**, que consiste en la eliminación del dióxido de carbono desde los alvéolos hasta el exterior por medio de las fosas nasales y recorriendo los mismos órganos que nombramos en la inspiración.

Sistema respiratorio

La vía aérea constituye la unión entre el mundo exterior y las unidades respiratorias. Se subdivide en dos porciones: superior e inferior.

La principal función de la vía aérea superior es la conducción, filtración, humidificación y calefacción de todo el aire ingresado, y está constituida por la cavidad nasal, los senos paranasales, la faringe y la porción superior de la laringe.

Por su lado, la función principal de la vía aérea inferior es la conducción del aire, ya sea en inspiración o espiración, y del intercambio gaseoso. Está conformada por la laringe por debajo de las cuerdas vocales o región inferior de la misma, la tráquea y el árbol bronquial.

Comencemos con la descripción de la vía aérea superior. Como dijimos, el tracto respiratorio superior incluye las partes del aparato respiratorio que se encuentran fuera del tórax o caja torácica, específicamente aquellas que se encuentran sobre el cartílago cricoides de la laringe y cuerdas vocales.

La mayor parte del tracto respiratorio superior tiene epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado, también conocido como epitelio respiratorio. Sin embargo, existen algunas excepciones: la faringe y la laringe.

El tracto respiratorio superior comienza en la **cavidad nasal**, que tiene aperturas anteriores en la cara mediante sus dos narinas, y posteriormente hacia la nasofaringe o rinofaringe, que es la primera porción de la faringe a través de sus coanas.

A su vez, entre las coanas encontramos los cornetes, que son un total de tres: superior, medio e inferior. Estos hacen que el flujo laminar de aire se vuelva lento y turbulento, ayudando de esta manera a humidificar y calentar el mismo a una temperatura cercana a la del cuerpo. Cuando alguno de los cornetes se encuentran lastimados o fuera de su posición normal por algún golpe o simplemente formación congénita es cuando se desarrollan los ronquidos.

El piso de la cavidad nasal está compuesto por el paladar duro, que es donde se insertan las piezas dentarias del maxilar superior, mientras que su techo se compone por la placa cribiforme del hueso etmoides, que corresponde a un hueso impar del cráneo.

En su parte anterior está constituido por el hueso del cráneo llamado frontal y los huesos nasales que conforman a la nariz en su región interna.

El techo de la cavidad nasal contiene al epitelio olfatorio, que está compuesto por receptores sensoriales especializados que captan las moléculas de olor y las transforman mediante el nervio olfatorio o el par craneal, encargado de recibir las sensaciones olfatorias. Estos potenciales de acción viajan hacia la región de la corteza cerebral y permiten la interpretación por parte del cerebro para proveer el sentido del olfato.

Otro camino que puede tomar el aire para ingresar a nuestro cuerpo es a través de la región de la cavidad oral. Si bien no está clasificada como parte del tracto respiratorio superior, la cavidad oral provee una ruta alternativa en caso de obstrucción de la cavidad nasal.

La entrada hacia la cavidad oral se encuentra en el tercio inferior de la cara, mientras que su parte posterior encuentra su límite al unirse con la orofaringe, o también llamada bucofaringe, que es la segunda parte de la faringe con características digestivas y respiratorias, zona relacionada directamente con la región del istmo y de la garganta.

La cavidad nasal en sí misma está formada por muchos huesos que contienen espacios de aire llamados "**senos paranasales**". Estos son nombrados según los huesos con los que se asocian: maxilar, frontal, esfenoidal y etmoidal.

Los senos paranasales se comunican con la cavidad nasal por medio de ciertas aperturas que hacen que reciban aire inhalado y contribuyan a su humidificación y calentamiento durante la respiración. Además podemos decir que la membrana mucosa y el epitelio respiratorio que yace tanto en la cavidad nasal como en los senos paranasales, atrapa partículas, polvo o bacterias que pueden resultar dañinas para el cuerpo.

Cuando alguno de los senos paranasales se llena de moco y el mismo queda dentro de estas cavidades se provoca una sinusitis, que genera mucho dolor alrededor de la nariz,

mucosidad y a veces dolores de cabeza y fiebre. Su tratamiento es con antibióticos debido a la infección producida por la falta de expulsión de la mucosidad.

Bien. Después de pasar por la cavidad nasal y senos paranasales, el aire inhalado sale a través de las coanas nasales hacia la faringe. Pero... ¿qué es la **faringe**? Es un tubo muscular de 12 centímetros en forma de embudo que contiene tres partes: la nasofaringe o rinofaringe, orofaringe o bucofaringe, y laringofaringe.

La nasofaringe es la primera y más superior parte de la faringe, y se encuentra posterior a la cavidad nasal. Esta parte de la faringe sirve exclusivamente como pasaje de aire, por lo que se alinea con el epitelio respiratorio. Inferiormente, la úvula y la región del paladar blando se elevan durante el proceso de deglución, permitiendo así poder cerrar la nasofaringe y evitar que la comida que ingerimos ingrese a la cavidad nasal.

La segunda porción se llama bucofaringe u orofaringe; se encuentra posterior a la cavidad oral y se comunica con ella mediante el istmo orofaríngeo. La orofaringe sirve como camino tanto para el aire que ingresa desde la nasofaringe como para la comida que ingresa por la cavidad oral, de allí que podemos decir que tiene función respiratoria y digestiva.

Finalmente la laringofaringe es la parte más inferior de la faringe y se asocia justo al punto en donde el sistema digestivo y respiratorio se divide. En su cara anterior, la laringofaringe continúa con la laringe, mientras que posteriormente continúa con el esófago; de allí que la función de la laringofaringe es exclusivamente digestiva. Asimismo podemos decir que está revestida por un tipo de epitelio protector estratificado escamoso no queratinizado.

Podemos decir entonces que el aire circula por la rino y la orofaringe, y de allí se dirige al principal órgano de la fonación, la laringe. La misma es una estructura completamente hueca que se encuentra anterior al esófago y está soportada por un intrincado esqueleto cartilaginoso conectado por membranas, ligamentos y músculos asociados.

Por encima de las cuerdas vocales, la **laringe** se encuentra revestida por epitelio escamoso estratificado como el de la laringofaringe. Por debajo de las cuerdas vocales, este epitelio cambia hacia un epitelio cilíndrico pseudoestratificado con células diferenciadas llamadas caliciformes.

Aparte de su función principal de conducir aire, la laringe también resguarda y protege a las cuerdas vocales, que son muy importantes para la producción de la voz. Estas necesitan de la presencia de aire para poder hacer el sonido de la voz, ya que sin aire no vibran y no generan el sonido.

En resumen podemos decir que las fosas nasales no son simples conductos para el paso del aire, sino que se encargan de limpiar, humedecer y calentar el aire. La función de limpieza la cumplen parcialmente los pelos ubicados detrás de las narinas, que actúan como un filtro, reteniendo las partículas de polvo de mayor tamaño. Las partículas más finas quedan retenidas al pegarse en la mucosidad segregada por la mucosa nasal.

La mucosa nasal es de color rosado debido a la presencia de una nutrida red de capilares sanguíneos. En su parte superior, la mucosa es amarillenta y se denomina membrana pituitaria, y es la estructura receptora del sentido del olfato.

La faringe, ubicada por detrás de las fosas nasales y de la boca, es el conducto para el paso del aire y de los alimentos. Por su lado, la laringe, ubicada por debajo de la faringe y por delante del esófago, es un órgano formado por varios cartílagos y elementos musculares.

Es el conducto para el paso del aire y es también el órgano de la fonación. En su interior se hallan pliegues músculomembranosos y las cuerdas vocales; éstas vibran al paso del aire y producen los sonidos primarios que, articulados y amplificados en la boca, se transforman en el habla.

Dado que ya aprendimos sobre el vía aérea superior, llegó el momento de analizar la vía aérea inferior, que se refiere a las partes del aparato respiratorio que se encuentran inferiores al cartílago cricoides y a las cuerdas vocales, incluyendo la parte inferior de la laringe, la tráquea, bronquios, bronquiolos y pulmones.

El **árbol traqueobronquial** es una porción del tracto respiratorio que conduce aire desde las vías aéreas superiores hacia el parénquima pulmonar. Está compuesto por la tráquea y vías intrapulmonares, es decir, bronquios y bronquiolos.

La **tráquea** está localizada en la región del mediastino superior y representa al tronco del árbol traqueobronquial. Es un conducto que se extiende por la parte anterior del cuello hasta la parte superior del tórax, donde termina bifurcándose en dos tubos que constituyen los bronquios, a través de los que el aire llega hasta los pulmones.

Tanto la tráquea como los bronquios presentan una estructura reforzada por anillos cartilagosos que les confieren resistencia y elasticidad, y permiten que puedan doblarse sin estrecharse asegurando el paso del aire.

Asimismo podemos decir que en su parte posterior, el cartílago es reemplazado por fibras musculares, lo que permite la dilatación del esófago, ubicado detrás de la tráquea, al paso del bolo alimenticio.

La tráquea se bifurca, a nivel del ángulo esternal y de la quinta vértebra dorsal, en bronquios principales derechos e izquierdos, uno para cada pulmón.

El **bronquio** principal izquierdo se ubica en la región anterolateralmente para ingresar al hilio pulmonar izquierdo. Durante su trayecto, pasa inferior del cayado de la arteria aorta y por la cara anterior del esófago y aorta torácica.

Por su parte, el bronquio principal derecho se ubica en la región anterolateralmente para entrar al hilio pulmonar derecho. Dicho bronquio es más vertical que el izquierdo, también es un poco más ancho y corto, lo que hace que sea más común que se lastime o se obstruya con algún cuerpo extraño.

A medida de que se van acercando a los pulmones, los bronquios principales, o también llamados fuentes, comienzan a ramificarse en bronquios cada vez más pequeños.

El bronquio principal izquierdo se divide en dos bronquios lobares secundarios, mientras que el bronquio principal derecho se divide en tres bronquios lobares secundarios que llevan oxígeno hacia los lóbulos del pulmón derecho e izquierdo respectivamente.

El pulmón derecho tiene tres lóbulos y el izquierdo solos dos debido al lugar que ocupa el corazón en su inclinación hacia la izquierda.

A su vez, si sostenemos la ramificación podemos decir que cada uno de los bronquios lobares se divide en bronquios segmentarios, o terciarios, que llevan oxígeno hacia los segmentos broncopulmonares. Los bronquios segmentarios se ramifican en generaciones de bronquiolos intersegmentarios, o conductivos, que luego terminan siendo bronquiolos terminales.

Cada bronquiolo terminal da inicio a varias generaciones de bronquiolos respiratorios, que se extienden hacia múltiples conductos alveolares, terminando en lo que se conoce como sacos alveolares, cada uno conteniendo estructuras parecidas a un ramo de uvas, llamados **alvéolos**. Es en los alvéolos donde ocurre el intercambio gaseoso.

¿Y qué ocurre con los **pulmones**? Estos son un par de órganos con textura esponjosa localizados en la cavidad torácica. Son de color rosado en el joven y grisáceo en el adulto. Tienen forma piramidal con base triangular y presentan cuatro caras: interna, anterior, posterior e inferior. La cara interna está relacionada con el corazón; en ella se encuentra el hilio, por el que penetran el bronquio y la arteria pulmonar y salen las venas pulmonares.

La **pleura** es una membrana serosa que recubre ambos pulmones, el mediastino, el diafragma y la parte interna de la caja torácica. La pleura parietal es la parte externa, y está en contacto con la caja torácica, el mediastino y la cara superior del diafragma, mientras que la pleura visceral es la parte interna, y está en contacto con los pulmones. La cavidad pleural es un espacio virtual entre la pleura parietal y la pleura visceral, y posee una capa de líquido casi capilar. El volumen normal de líquido pleural contenido en esta cavidad es de 0,1 a 0,2 ml/kg de peso.

Por su lado, el **diafragma** es un músculo estriado que separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal.

Ahora bien. El pulmón derecho es más grande que el izquierdo y está compuesto por tres lóbulos: superior, medio e inferior, que son divididos por dos fisuras: la fisura oblicua y la fisura horizontal. El pulmón izquierdo tiene únicamente dos lóbulos: superior e inferior, divididos por una fisura oblicua.

A su vez, cada pulmón tiene tres superficies, un ápice y una base. Las superficies de los pulmones son: superficie costal, medial o mediastinal, y diafragmática, que reciben su nombre según la estructura anatómica adyacente a ellas. La superficie mediastinal conecta el pulmón con el mediastino por medio de su hilio.

El ápice del pulmón es el sitio en donde las superficies mediastinal y costal convergen. Asimismo, es la porción más superior del pulmón, extendiéndose incluso hasta el lugar en donde nace el cuello. La base tiene un aspecto cóncavo y es la parte más baja del pulmón donde yace sobre el diafragma.

Los pulmones en su cara interna contienen el llamado hilio, que corresponde a los vasos que entran y salen de un órgano. En este caso, cada hilio pulmonar contiene las siguientes estructuras: Bronquio principal, arteria pulmonar, dos venas pulmonares, vasos bronquiales, plexo autónomo pulmonar y ganglios linfáticos.

Si hablamos del nivel microscópico, el tracto respiratorio inferior se caracteriza por cambios que ocurren en el epitelio que lo reviste, diferenciándose a partir de las funciones que desempeña cada tipo de epitelio. Comenzando desde la parte inferior de la laringe hasta los bronquios segmentarios, el tracto respiratorio inferior se encuentra revestido por epitelio cilíndrico pseudoestratificado con células caliciformes.

Las células caliciformes producen moco que lubrica y protege la vía aérea al atrapar partículas que puedan ser potencialmente peligrosas al inhalar. Estas partículas son propulsadas posteriormente hacia el tracto respiratorio superior por los llamados cólicos de las células epiteliales y eventualmente son expulsadas con la tos.

Mientras los bronquios segmentarios se dividen en bronquios más pequeños, el epitelio comienza a transicionar desde epitelio respiratorio a epitelio simple pulmonar. Este epitelio continúa hasta los bronquiolos terminales de mayor tamaño y cambia posteriormente hacia epitelio cúbico simple cuando llega a los bronquiolos terminales de menor tamaño.

El epitelio de los bronquiolos terminales contiene células exocrinas denominadas células club, que contribuyen a la producción de surfactante y son caracterizadas por ser células cúbicas sin cilios. Adicionalmente, los bronquiolos terminales tienen como componente músculo liso en sus paredes, lo que permite que haya broncoconstricción y broncodilatación.

Los bronquiolos terminales luego se ramifican para dar bronquiolos respiratorios, donde también son revestidos por epitelio cúbico simple. Las paredes de los bronquiolos respiratorios se extienden hacia los alvéolos y el epitelio cambia a un epitelio escamoso simple compuesto por neumocitos tipo I y tipo II. Los neumocitos tipo I son células escamosas delgadas encargadas del intercambio gaseoso, mientras que los neumocitos tipo II son células cúbicas más grandes que producen surfactante.

Proceso de hematosis o intercambio gaseoso

La función principal del sistema respiratorio es la ventilación pulmonar, que representa el movimiento existente entre la atmósfera y el pulmón con los eventos de inspiración y expiración guiados por los músculos respiratorios.

Asimismo, como aprendimos anteriormente, el sistema respiratorio funciona en conjunto para extraer oxígeno del aire inhalado y eliminar el dióxido de carbono mediante la exhalación.

La función principal del tracto respiratorio superior es la conducción de aire, mientras que el tracto respiratorio inferior sirve tanto para la conducción como para el intercambio gaseoso.

El sitio donde empieza a ocurrir el **intercambio gaseoso** es la porción inferior del tracto respiratorio, comenzando desde los bronquiolos respiratorios. Este proceso también se conoce como respiración externa, en la que el oxígeno del aire inhalado se difunde desde los alvéolos hacia los capilares que lo componen, mientras que el dióxido de carbono se difunde desde los capilares hacia los alvéolos para ser exhalado.

La sangre recién oxigenada pasa a irrigar a todas las células y tejidos del cuerpo y se lleva a cabo la llamada respiración interna, y es el proceso en el que el oxígeno de la circulación sistémica se intercambia con el dióxido de carbono de los tejidos.

En general, la diferencia entre la respiración externa e interna es que la primera representa el intercambio de gases con el ambiente externo y tiene lugar en los alvéolos, mientras que la segunda representa el intercambio de gases dentro del cuerpo y tiene lugar en los tejidos.

Como dijimos, la principal función del sistema respiratorio es inhalar oxígeno y eliminar dióxido de carbono. El oxígeno inhalado penetra en los pulmones y alcanza los alvéolos. Las capas de células que revisten los alvéolos y los capilares circundantes se disponen ocupando el espesor de una sola célula y están en contacto estrecho unas con otras. Esta barrera entre el aire y la sangre tiene un grosor aproximado de una micra. El oxígeno atraviesa rápidamente esta barrera aire-sangre y llega hasta la sangre que circula por los capilares.

Igualmente, el dióxido de carbono pasa de la sangre al interior de los alvéolos, desde donde es exhalado al exterior. La sangre oxigenada circula desde los pulmones por las venas pulmonares y, al llegar al lado izquierdo del corazón, es bombeada hacia el resto del organismo. La sangre con déficit de oxígeno y cargada de dióxido de carbono vuelve al lado derecho del corazón a través de dos grandes venas: la vena cava inferior y la vena cava superior. A continuación, la sangre es impulsada a través de la arteria pulmonar hacia los pulmones, donde recoge el oxígeno y libera el dióxido de carbono.

Para mantener la absorción de oxígeno y la emisión de dióxido de carbono, entran y salen de los pulmones entre 5 y 8 litros de aire por minuto, y en cada minuto se transfiere alrededor del 30% de cada litro de oxígeno desde los alvéolos hasta la sangre, aun cuando

la persona esté en reposo. Al mismo tiempo, un volumen similar de dióxido de carbono pasa de la sangre a los alvéolos y es exhalado.

Durante el ejercicio es posible respirar más de 100 litros de aire por minuto y extraer de este aire 3 litros de oxígeno por minuto. Interesante, ¿no?

Son tres los procesos esenciales para la transferencia del oxígeno desde el aire del exterior a la sangre que fluye por los pulmones: ventilación, difusión y perfusión.

La ventilación es el proceso por el que el aire entra y sale de los pulmones. La difusión es el movimiento espontáneo de gases entre los alvéolos y la sangre de los capilares pulmonares sin intervención de energía alguna o esfuerzo del organismo. La perfusión es el proceso por el que el sistema cardiovascular bombea la sangre a los pulmones.

Ahora bien. Las tres formas de respirar son diafragmática - abdominal o baja, pulmonar - torácica o intercostal, y clavicular o alta. La respiración completa y perfecta integra las tres en una.

Como aprendimos, la hematosis es el intercambio de gases entre el pulmón y la sangre que se produce por ósmosis a nivel de los sacos alveolares de cada pulmón. En este proceso se verifica el pasaje de dióxido de carbono desde los capilares arteriales hacia el interior del saco alveolar y de oxígeno desde el saco alveolar hacia los capilares venosos. Las consecuencias de este proceso son la descarbonización y la oxigenación de la sangre. La hemoglobina actúa como un vehículo que se carga de oxígeno en los capilares pulmonares y lo transporta a los tejidos. Allí se carga en un 20-30% de dióxido de carbono y lo lleva hasta los pulmones, que lo eliminan. Además podemos decir que es una proteína del glóbulo rojo compuesta por la globina y cuatro grupos hemo.

En vista de que el oxígeno se transporta unido al hierro y cada molécula de hemoglobina tiene cuatro iones de hierro, cada molécula de Hemoglobina transporta cuatro moléculas de oxígeno en forma de un compuesto lábil de oxihemoglobina.

Las especiales características de la hemoglobina permiten que la liberación de oxígeno aumente a nivel de los tejidos y la captación a nivel pulmonar, y que superada una oferta de oxígeno moderada del pulmón de 60 mm/Hg se asegure un alto contenido de oxígeno arterial.

El rango normal de hemoglobina varía generalmente de 13,2 a 16,6 gramos de hemoglobina por decilitro de sangre en los hombres y de 11,6 a 15 gramos por decilitro en las mujeres.

Los niveles altos de hemoglobina podrían ser indicativos de policitemia, una enfermedad rara en la sangre. Esto ocasiona que el cuerpo forme demasiados glóbulos rojos, lo que hace que la sangre sea más espesa de lo usual, pudiendo ocasionar coágulos, ataques cardíacos y apoplejías. En cambio, los niveles de hemoglobina inferiores a los normales indican anemia.

Para subir la hemoglobina debemos aumentar la ingesta de hierro, que se encuentra en carne y pescado, productos de la soja, incluyendo tofu, huevos, frutas deshidratadas como higos y dátiles, brócoli, vegetales de hojas verdes como la kale y la espinaca, judías verdes, nueces y semillas.

El centro respiratorio, situado en la parte inferior del cerebro, controla de forma involuntaria la respiración, que, en general, es automática, ya que la respiración continúa durante el sueño e incluso cuando se está inconsciente. No obstante, una persona también puede controlar la respiración según la necesidad, por ejemplo durante el habla, al cantar o manteniéndola de forma voluntaria.

El cerebro, la arteria aorta y las arterias carótidas cuentan con unos pequeños órganos sensoriales que analizan la sangre y detectan los niveles de oxígeno y dióxido de carbono. Normalmente, una elevada concentración de dióxido de carbono es el estímulo más potente para respirar de manera más profunda y con mayor frecuencia. Por el contrario, cuando la concentración de dióxido de carbono es baja, el cerebro disminuye la frecuencia y la profundidad de la respiración.

La frecuencia respiratoria del adulto durante el reposo es de unas 15 inspiraciones y espiraciones por minuto.

Hablemos de los músculos respiratorios. Los pulmones no poseen músculos esqueléticos propios. El trabajo de la respiración está realizado por el diafragma, los músculos entre las costillas, es decir, los músculos intercostales, los músculos en el cuello, y los músculos abdominales.

El diafragma, un músculo laminar en forma de cúpula que separa la cavidad torácica del abdomen, es el músculo más importante para la inhalación o inspiración. Este se adhiere a la base del esternón, el borde inferior de la caja torácica y la columna vertebral.

A medida que el diafragma se contrae y se desplaza hacia abajo, aumenta la longitud y el diámetro de la cavidad torácica, reduciendo la presión en el interior de los pulmones. Para igualar la presión, entra aire en su interior. Cuando el diafragma se relaja y retorna a

su posición, la elasticidad de los pulmones y de la pared torácica empuja el aire hacia fuera de los pulmones.

La elasticidad de los pulmones y de la pared de la caja torácica, que se abre energicamente durante la inspiración, les permite recuperar su posición de reposo y expulsar el aire de los pulmones cuando los músculos respiratorios se relajan. Por lo tanto, cuando una persona está en reposo, no se requiere ningún esfuerzo para espirar.

Durante el ejercicio intenso, sin embargo, ciertos músculos participan en la espiración. Los músculos abdominales son los más importantes en esa situación. Estos se contraen, elevan la presión abdominal y empujan el diafragma relajado contra los pulmones, con lo que el aire es expulsado. Los músculos utilizados en la respiración pueden contraerse sólo si los nervios que los conectan con el cerebro están intactos.

Ante algunas lesiones del cuello o de la espalda, o de la región de la médula espinal, no se produce una conexión del sistema nervioso entre el cerebro y los músculos, de modo que la persona afectada puede morir si no recibe algún tipo de ventilación artificial.

Como promedio, una persona que realiza una actividad moderada durante el día respira alrededor de 20.000 litros de aire cada 24 horas.

Inevitablemente, este aire, que pesaría más de 20 kg, contiene partículas y gases potencialmente nocivos. Las partículas, como el polvo, el hollín, el moho, los hongos, las bacterias y los virus se depositan en las vías respiratorias y en las superficies alveolares.

Afortunadamente, el aparato respiratorio tiene mecanismos de defensa para limpiarse y protegerse por sí mismo, ya que la capa de mucosidad atrapa microorganismos patógenos y otras partículas, impidiendo que lleguen a los pulmones. Solo las partículas extremadamente pequeñas, con un diámetro inferior a 3-5 micras, penetran profundamente en el pulmón.

Los cilios, unas minúsculas proyecciones musculares parecidas a los cabellos que sobresalen de las células que recubren las vías respiratorias, son uno de los mecanismos de defensa del aparato respiratorio. Estos propulsan una capa líquida de mucosidad que recubre las vías respiratorias, y se agitan más de mil veces por minuto y desplazan hacia arriba la mucosidad que recubre la tráquea a una velocidad aproximada de 0,5 a 1 cm por minuto.

Los microorganismos patógenos y las partículas que quedan atrapados en esta capa de mucosidad y son expulsados al toser o arrastrados hasta la boca y deglutidos.

Las personas de edad avanzada presentan un riesgo más elevado de desarrollar un tipo de neumonía después de infecciones bacterianas o víricas. Por lo tanto, las vacunas para

prevenir infecciones respiratorias como la gripe y la llamada neumonía neumocócica están especialmente indicadas en las personas de edad avanzada. Hablaremos de las patologías respiratorias en el próximo módulo.