

# APARATO RESPIRATORIO

## 2.1 APARATO RESPIRATORIO SUPERIOR

- TRACTO RESPIRATORIO SUPERIOR
- SENOS
- BOCA
- FARINGE
- TRAQUEA

**Nariz y fosa nasales:** Senos paranasales: Frontales, Etmoidales y Maxilares. Boca y Faringe. -Laringe. Interior de la laringe y -Tráquea. Nariz y Fosa nasales. La nariz es la parte superior del sistema respiratorio y varía en tamaño y forma de una persona a otra. La nariz se encuentra en la parte anterior de la cara. La parte superior de la nariz es la ósea, denominada puente nasal y están formadas por los huesos de la nariz, la parte superior del hueso frontal y la parte inferior de la nariz es cartilago. Pared interna está formada por tabique óseo y es lisa. La pared externa es recesa debido a la presencia de 3 elevaciones óseas longitudinales. Las fosas nasales respiratorias. Frontales, Etmoidales y Maxilares. Los senos paranasales son cavidades llenas de aire, que varían en tamaño, y que se originan por la introducción de la membrana mucosa de la cavidad nasal en los huesos adyacentes del cráneo. Senos frontales Se localizan entre las placas internas y externas del hueso frontal, detrás de los arcos de la frente y puede verse a partir de los 7 años en las radiografías. Senos etmoidales El hueso varía de 3 a 18 y no suele ser visible radiológicamente. Senos esfenoidales y Senos maxilares son fosas nasales.

La boca es la primera pared del sistema digestivo, aunque también sirve para respirar. Está revestida por una membrana mucosa, la mucosa bucal, con epitelio escamoso estratificado no queratinizado y limitada por mejillas y los labios. El techo de la cavidad bucal está formado por el paladar, consta de 2 partes; una parte ósea llamada paladar duro y la otra formada por músculos emparejados recubiertos de membrana mucosa. A cada lado del paladar blando hay 2 músculos cubiertos por pliegues verticales de moco que constituyen 2 pilares anterior y posterior.

Es un tubo que se extiende hasta la boca y forma el extremo superior común de los tubos respiratorio y digestivos. En su parte superior terminan los orificios posteriores de las fosas nasales o coanas, en su parte media termina el istmo de las fauces o puerta de comunicación con la cavidad oral, para conducir los alimentos al esófago y el aire a la laringe y los pulmones. Para mejor descripción, se divide en 3; la Nasofaringe, situada detrás de la nariz, la Orofaringe, situada detrás de la boca y la Laringofaringe situada detrás de la laringe. La laringe, provoca tos y ahogo. Nasofaringe. Se considera la parte nasal de la faringe. Orofaringe. Es la parte oral de la faringe y tiene una función digestiva.

Es un gran tubo que se extiende hacia la laringe y está revestido por una membrana mucosa de epitelio columna pseudoestratificado. El lumen o cavidad de la tráquea se mantiene abierto por una serie de cartílagos hialinos en forma de C, con el extremo abierto hacia atrás. Los extremos abiertos de los anillos cartilaginosos están estabilizados por fibras musculares lisas y tejidos conectivos elásticos. Termina a un nivel ángulo esternal y de la apófisis espinosa de la cuarta membrana torácica, dividiéndose en bronquios principales derecho e izquierdo. El arco aórtico es inicialmente anterior a la tráquea, luego se desplaza hacia su lado izquierdo.

## 2.2 APARATO RESPIRATORIO INFERIOR

- INFERIOR
- LA TRAQUEA
- LOS BRONQUIOS
- LOS PULMONES
- LA RESPIRACION EXTERNA
- EL DIAFRAGMA

Consiste en la tráquea, los bronquios, y los alveolos, que forman los pulmones. Estas estructuras hacen ingresar aire del sistema respiratorio superior, absorben el oxígeno y, en el intercambio, liberan Dióxido de carbono. Otras estructuras, es decir la caja torácica (o parrilla costal) y el diafragma, protegen y brindan soporte a estas funciones.

Es la vía respiratoria principal que conduce a los pulmones. La tráquea es un tubo de menos de 2,5 cm de diámetro, cubierto por anillos cartilaginosos. Se extiende desde la parte superior de la laringe y desciende por detrás del esternón, hasta que se ramifica en tubos más pequeños, los bronquios. Durante la inhalación, el aire filtrado y calentado por el sistema respiratorio superior pasa de la faringe y la laringe hacia la tráquea, luego desciende a los bronquios e ingresa a los pulmones. El aire desoxigenado de los pulmones asciende por la tráquea durante la exhalación.

Son conductos que permiten el ingreso y la salida de aire de los pulmones. Los tubos de los bronquios principales se ramifican a partir de la pared inferior de la tráquea. Estas ramas se subdividen nuevamente en bronquios secundarios y terciarios y luego en bronquiolos. Estas vías respiratorias progresivamente más pequeñas transportan aire con alto contenido de oxígeno desde la tráquea a los pulmones. Durante la exhalación, el aire desoxigenado sale de los pulmones. Como cuando hacemos ejercicios. O reacción alérgica provoca el efecto opuesto.

Son órganos esenciales del sistema respiratorio. Los pulmones son los encargados del intercambio gaseoso entre el aire que respiramos y nuestro cuerpo. Están protegidos dentro de la caja torácica. El pulmón izquierdo posee 2 lóbulos y tiene un volumen ligeramente menor que el derecho. El pulmón derecho cuenta con 3 lóbulos. Durante la inhalación, el aire fluye hacia el interior de los pulmones a través de bronquios. El dióxido de carbono se desecha y difunde en sentido opuesto, desde los capilares hacia los alveolos. Los pulmones eliminan el aire desoxigenado durante la exhalación.

Tiene un lugar en los alveolos. Los alveolos son sacos microscópicos que se llenan de aire que proviene de los bronquiolos. Existen cientos de millones de alveolos dentro de cada pulmón. Son los externos terminales del tracto respiratorio y los sitios de cada pulmón. Son los extremos terminales del tracto respiratorio y los sitios de la respiración externa donde tiene lugar el intercambio de gases entre el aire y el torrente sanguíneo. Durante la inhalación, los alveolos se llenan de aire que proviene de los bronquiolos.

Es el músculo de la respiración. Los pulmones se asientan encima del diafragma, un músculo que forma el piso de la cavidad torácica. La acción del diafragma es clave en el proceso físico de la respiración. Durante la inhalación, el diafragma se contrae y se desplaza hacia abajo, en dirección a la cavidad abdominal. Esto permite que aumente el volumen de la cavidad torácica y los pulmones. También explica por qué el abdomen se distiende cuando inspira profundo. Durante la exhalación normal, el diafragma se relaja (junto con los músculos intercostales externos) la cavidad torácica y los pulmones disminuyen y el aire es exhalado.

# APARATO RESPIRATORIO

## 2.3 VENTILACION PULMONAR

### VENTILACION PULMONAR

La ventilación pulmonar corresponde a la entrada y salida de aire del organismo; se produce por los movimientos respiratorios que ocurren durante la inspiración y la espiración.

### INSPIRACION

La inspiración es la entrada de aire a los pulmones. Durante la inspiración los músculos respiratorios se contraen: el diafragma se desplaza hacia abajo y los músculos intercostales elevan las costillas. Ambos movimientos aumentan la capacidad de la caja torácica y disminuyen la presión del aire al interior de los pulmones. Como la presión intrapulmonar se vuelve menor que la presión del aire atmosférico, se produce el ingreso de aire a los pulmones.

### ESPIRACION

La espiración es la expulsión del aire desde los pulmones hacia el ambiente y comienza cuando los músculos intercostales y el diafragma se relajan, ingresando a su posición de reposo. Cuando el resultado de la relajación de los músculos respiratorios, las costillas bajan el diafragma sube y la capacidad de la caja torácica disminuye. El tórax provoca un aumento de la presión del aire dentro de los pulmones, la cual se hace presión atmosférica y por consiguiente, el aire sale de los pulmones. La inspiración es la fase activa de la respiración, debido a que la contracción de los músculos respiratorios es estimulada por la acción del centro nervioso respiratorio.

### VOLUMENES PULMONARES

Se describen en 4 volúmenes que se pueden expandir los pulmones: 1. **VOLUMEN CORRIENTE**; es la capacidad de aire que ingresan a los pulmones con cada inspiración o que sale en cada espiración en reposo 500ml varón adulto. 2. **VOLUMEN DE RESERVA INSPIRATORIA**; se registra cuando se realiza una inspiración forzada, correspondiente al aire inspirado adicional al volumen corriente 3,000. 3 **VOLUMEN DE RESERVA ESPIRATORIA**; se registra cuando se realiza una espiración forzada, corresponde al aire espirado adicional al volumen corriente 1,100 ml. 4 **VOLUMEN RESIDUAL**; es el volumen de aire que queda en los pulmones después de una espiración forzada, 1,200ml

### CAPACIDADES PULMONARES

Es el estudio del paciente con alteraciones pulmonares. 1 **CAPACIDAD INSPIRATORIA**; es igual al volumen corriente, representa la cantidad de aire que una persona puede inspirar 3,600 ml. 2 **CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL**; es el volumen de reserva, representa el aire que queda en los pulmones al final de una espiración normal 2,300 ml. 3 **CAPACIDAD VITAL**; es el máximo volumen de aire espirado tras un esfuerzo inspiratorio máximo, se obtiene sumando el volumen de reserva inspiratorio 4,600 ml. 4 **CAPACIDAD PULMONAR TOTAL**; es el volumen máximo que se puede ingresar a los pulmones tras un esfuerzo inspiratorio máximo 5,800 ml. **VOLUMENES PULMONARES DINAMICOS**: Se denomina dinámicos porque involucran el factor tiempo, para su medida se usa el espirómetro. Para realizar se pide al sujeto que llene de aire sus pulmones al máximo, hasta alcanzar su **CAPACIDAD PULMONAR TOTAL**.

## 2.4 INTERCAMBIO DE OXIGENO Y DIOXIDO DE CARBONO

### INTRODUCCION

Una vez que el oxígeno ha difundido desde los alveolos hacia la sangre pulmonar, es transportado hacia los capilares de los tejidos periféricos combinado casi totalmente con la hemoglobina, de esta manera la sangre transporta 30 a 100 veces más oxígeno. En las células de los tejidos corporales el oxígeno reacciona con varios nutrientes para formar grandes cantidades de dióxido de carbono. Después de que la sangre fluya hacia los pulmones, el dióxido de carbono difunde desde la sangre hacia los alveolos, porque la  $PCO_2$  en la sangre capilar pulmonar es mayor.

### TRANSPORTE HACIA LA SANGRE ARTERIAL

Aproximadamente el 98% de la sangre que entra en la aurícula izquierda desde los pulmones acaba de atravesar los capilares alveolar, oxigenándose hasta una  $P_{O_2}$  de aproximadamente 104 mmHg. Un 2% de la sangre que ha pasado desde la aorta a través de la circulación bronquial. Cuando sale los pulmones, la  $P_{O_2}$  de la sangre que pasa por la derivación es aproximadamente la de la sangre venosa sistémica normal de aproximadamente 40 mmHg. Cuando la sangre se combina con las venas pulmonares con la sangre esta se domina mezcla venosa  $P_{O_2}$ .

### TRANSPORTE DE OXIGENO

La molécula de  $O_2$  se combina de forma laxa y reversible con la porción hemo de la hemoglobina. Cuando la presión parcial de  $O_2$  es elevada, como ocurre en los capilares pulmonares, se favorece la unión de  $O_2$  a la hemoglobina y la liberación de dióxido de carbono (efecto Haldane). La primera molécula de  $O_2$  que interacciona con desoxihemoglobina se une débilmente, sin embargo conduce cambios. El  $O_2$  se transporta principalmente unido a la Hb (97%) y el resto lo hace disuelto en el agua. Se define como  $p_{50}$  a la presión parcial de  $O_2$ .

### LOS FACTORES QUE DESPLAZAN LA CURVA A LA DERECHA

1. **Acidosis**: Cuando la sangre se vuelve ligeramente ácida ( $pH$  7,2) la curva se desplaza hacia la derecha en aproximadamente un 15%. 1. **Aumento de 2,3-difosfoglicerato (DPG)**: El DPG es un polianión producido en la cadena metabólica de la glucólisis. El DPG regula la afinidad de unión de la Hb al  $O_2$  con relación a la  $pO_2$  en los pulmones. 1. **Efecto Bohr**: Ocurre en los capilares tisulares cuando el aumento de la concentración de  $CO_2$  origina la liberación de protones. 1. **Otros**: Aumento de temperatura (fiebre) y sulfohemoglobina.

### LOS FACTORES QUE DESPLAZAN LA CURVA HACIA LA IZQUIERDA

-**Alcalosis**: Cuando la sangre se alcaliniza ( $pH$  7,6) la curva se desplaza a la izquierda, en un porcentaje similar al de la acidosis. -**Hb fetal**: La Hb fetal se une al DPG con menos afinidad que la hemoglobina del adulto y por tanto la HbF más oxígeno. -**Efecto Haldane**: Ocurre en los capilares pulmonares cuando la elevada concentración de  $O_2$  hace que se reduzca la afinidad de la Hb por el  $CO_2$ . Esto desplaza la curva a la izquierda aumentando  $O_2$  hasta 500 veces. -**Otros**: Monóxido de carbono (carboxihemoglobina), metahemoglobina. Cianosis coloración de la piel y mucosa

### TRANSPORTE DE DIOXIDO DE CARBONO

El  $CO_2$  transportado en la sangre de 3 maneras: Disuelto en el plasma, en forma de bicarbonato y combinado con proteínas como compuesto carbonílicos. El  $CO_2$  disuelto es igual que el oxígeno obedece la Ley de Henry, pero el  $CO_2$  es unas 20 veces más soluble que el  $O_2$ . El bicarbonato se forma en la sangre mediante la secuencia siguiente:  $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ . Los compuestos carbonílicos se forman al combinarse en  $CO_2$  con los grupos amino terminales de las proteínas sanguíneas. Se observa que la **Curva de disociación del COE** es mucho más línea que la curva de disociación. La curva de disociación de  $CO_2$  tiene mayor pendiente que el del  $O_2$ .

# APARATO RESPIRATORIO

## 2.5 VOLUMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

- LAS CAPACIDADES PULMONARES
- VOLUMENES PULMONARES
- CAPACIDADES PULMONARES
- VALORES CONSTANTES
- EJEMPLO

Se refiere a los distintos volúmenes de aire característicos en la respiración humana. Un pulmón humano puede almacenar alrededor de 6 litros de aire en su interior, pero una cantidad significativa menor es la que se inhala y exhala durante la respiración.

-Volumen corriente o tidal (VC o VT): Volumen de aire inspirado en cada respiración normal; es de unos 500ml. -Volumen de reserva inspiratorio (VRI); volumen adicional máximo de aire que se puede inspirar por encima del volumen corriente normal; es igual a unos 3,000 ml. -Volumen de reserva respiratorio (VRE); cantidad adicional máxima de aire que se puede espirar mediante espiración forzada corriente normal 1,100 ml. -Volumen residual (VR); volumen de aire que queda en los pulmones tras la espiración forzada, supone en promedio 1,200

Al describir los procesos del ciclo pulmonar, a veces es deseable considerar juntos 2 o mas volúmenes pulmonares, estas combinaciones de volúmenes son llamadas capacidades pulmonares. -Capacidad Inspiratoria (CI); Es la cantidad de aire que una persona puede respirar comenzado en el nivel de una espiración normal y distendiendo al máximo sus pulmones 3,500mL  $CI = VC + VRI$ . -Capacidad Residual Funcional (CRF); Es la cantidad de aire que pertenece en el sistema respiratorio. Es la mínima que hay dentro del pulmón. 2,300 mL  $CRF = VRE + VR$ . -Capacidad vital (CV); Es la cantidad de aire que es posible expulsar a los pulmones después de haber inspirado completamente. 4.6 litros. 4,600 mL  $CV = VRI + VRE$ . -Cantidad Pulmonar Total (CPT): Es el volumen de aire que hay en el aparato respiratorio, después de una inhalación máxima voluntario. Tiene 6 litros de aire. 5,800 mL  $CPT = CV + VR$ .

-Volumen circulante: 500 ml. -Volumen de reserva inspiratorio: 3000 ml (con esfuerzo inspiratorio). -Volumen de reserva espiratorio: 1000 ml (con esfuerzo inspiratorio). -Volumen residual: 1200 ml. -Capacidad vital: volumen de reserva inspiratorio (3000ml)+volumen de reserva espiratoria (1000)+volumen circulante (500ml)=4500ml. -Capacidad inspiratoria: volumen circulante (500ml)+volumen de reserva inspiratoria(3000 ml)=3500ml. -Capacidad espiratoria: volumen residual (1200ml)+volumen de reserva espiratoria (1000ml)=2200ml. -Capacidad pulmonar total: capacidad vital (4500ml)+volumen residual (1200ml)=5700ml.

Una persona en reposo realiza 12 respiraciones por minuto; si en cada entrada y salida de aire moviliza 500 ml, en un minuto movilizara 6000 ml, esto es volumen por minuto respiratorio.

## 2.6 TRANSPORTE DE OXIGENO Y DIOXIDO DE CARBONO

- OXIGENO
- FISICAMENTE DISUELTO
- QUIMICAMENTE COMBINADO CON HEMOGLOBINA
- LA FUNCION
- TRANSPORTE DE OXIGENO POR LA SANGRE

Es transportado tanto físicamente disuelto en la sangre como químicamente combinado con hemoglobina en los eritrocitos; en circunstancias normales mucho mas oxigeno es transportado combinado con hemoglobina que físicamente disuelto en la sangre, ya que, sin hemoglobina, el sistema cardiovascular no podría proporcionar suficiente oxigeno para satisfacer las demandas de los tejidos.

A una temperatura de 37°C, 1 ml de plasma contiene 0.00003 ml de O<sub>2</sub>/mmHgP<sub>O2</sub>). La sangre entera contiene una cantidad similar de oxigeno disuelto por mililitros porque el oxigeno se disuelve en el liquido de los eritrocitos casi en la misma cantidad, por ende, la sangre arterial normal con una P<sub>O2</sub> aproximadamente 100 mmHg solo contiene alrededor de 0.003 ml de O<sub>2</sub>/ ml de sangre, o 0.3 ml de O<sub>2</sub>/100 ml de sangre. El oxigeno físicamente disuelto en la sangre no puede satisfacer la demanda metabólica para el oxigeno incluso en reposo.

La estructura de la hemoglobina. La hemoglobina es una molécula compleja con una estructura tetramérica que consta de 4 cadenas Protoporfirina (hem); cada grupo hem tiene un átomo de hierro ferroso (Fe<sup>2+</sup>) en su centro y puede unirse a una molécula de oxigeno (o de monóxido de carbono) de modo que la molécula de hemoglobina tetramérica puede combinarse químicamente con 4 moléculas de oxigeno (u 8 átomos de oxigeno). Las variaciones de las secuencias de aminoácidos de las 4 subunidades globina pueden tener consecuencias fisiológicas.

La función del aparato respiratorio es mover 2 gases; el Oxigeno y el Dióxido de carbono. Como puede moverse abajo. El Oxigeno inhalado pasa de los alveolos a la sangre en el interior de los capilares, y el Dióxido de carbono pasa de la sangre en el interior de los capilares de aire de los alveolos. Una vez que el Oxigeno ha difundido desde los alveolos hacia la sangre pulmonar, es transportado hacia los capilares de los tejidos periféricos combinado casi totalmente con la hemoglobina de esta manera la sangre transporta de 30 a 100 veces mas oxigeno de lo que podría transportar en forma de Oxigeno disuelto en el... La sangre transporta el Dióxido de carbono del cuerpo a los pulmones.

El Oxigeno es transportado tanto físicamente disuelto en la sangre como químicamente combinado con la hemoglobina en los eritrocitos; en circunstancias normales mucho mas Oxigeno es transportado combinado con hemoglobina que físicamente disuelto en la sangre ya que, sin hemoglobina. Por ejemplo, el aporte de Oxigeno a todas las células musculares del órgano depende no solo de los pulmones sino de la capacidad de la sangre para transportar el Oxigeno y de la capacidad de la circulación para llevar sangre al musculo. Los 3 procesos esenciales para la transferencia del Oxigeno desde el aire del exterior a la sangre que fluye por los pulmones son: ventilación, difusión y perfusión.

# APARATO RESPIRATORIO

## 2.7 DESARROLLO DEL APARATO RESPIRATORIO

### DESARROLLO EMBRIONARIO DEL APARATO RESPIRATORIO

Como se forman los pulmones desde la primera célula. En el desarrollo prenatal humano se puede establecer en 3 periodos fundamentales: de BASTULA, EMBRIONARIO Y FETAL. –PERIODO DE BLASTULA: Va desde la fecundación hasta el día decimoséptimo de la vida intrauterina. La unión del ovulo con los espermatozoides se lleva a cabo en la trompa, orientándose en el huevo fecundado o cigoto. Al acabar de la semana, la MORMULA se produce la nidación en sus paredes. –PERIODO EMBRIONARIO: Se extiende desde el día de decimoséptimo hasta la 8ª semana de vida intrauterina. Durante el mismo se lleva a cabo los procesos de diferenciación morfológica, es decir, la formación desde los órganos (organogénesis). –EL PERIODO FETAL: El periodo fetal abarca desde el final del periodo embrionario hasta el momento del nacimiento.

### COMO SE FORMA EL APARATO RESPIRATORIO

La formación del aparato respiratorio se inicia en la tercera semana de vida intrauterina, que corresponde en la quinta semana de embarazo, cuando el embrión solo mide unos 3-4 mm de longitud. Se forma a partir del tubo digestivo. Primero aparece una pequeña evaginación que se denomina hendidura laringotraqueal. En el intestino anterior se ha separado en 2 porciones: una anterior, que corresponde al esbozo respiratorio y otra dorsal o posterior, da lugar en el esófago. Es el momento del desarrollo. –En primer lugar, y ocupando una porción más superior, el ESBOZO LARINGEO. –El cuerpo del SACO LARINGEO que corresponde al esbozo traqueal y ocupa una porción media. –Ocupando la porción más inferior, la parte correspondiente al fondo del saco y que va a dar lugar a los pulmones. Es la bolsa pulmonar o divertículo pulmonar. A continuación se realiza una división a nivel del fondo del saco pulmonar que es el esbozo de las bolsas pulmonares. De forma bilobulada, se transforma en las yemas pulmonares.

### PROCESO

Este proceso tiene lugar cuando el embrión cumple alrededor de las 4 semanas de desarrollo. LA LARINGE constituye la primera porción del aparato respiratorio y la más antigua del desarrollo respiratorio. Es la única formación que no se separa del tubo digestivo, manteniendo su comunicación por medio de un orificio laríngeo. –Esta primitiva abertura laríngea, de grandes dimensiones, se cierra progresivamente por el nacimiento de los cartílagos y músculos. En la primera parte superior la epiglotis cierra las vías respiratorias pulmonares para que pasen los alimentos al esófago. La epiglotis puede aparecer ya cuando el embrión no mide más de 21 mm de tamaño. –A lo largo de la quinta semana, va a comenzar a esbozarse la diferencia entre lo que es el tubo aéreo único y central, que constituye la tráquea y las 2 evaginaciones laterales, que si bien son el esbozo independiente de cada uno de los pulmones, acaban constituyendo los BRONQUIOS primarios o adultos. –En esta fase tan precoz observamos ya un crecimiento de las arterias pulmonares, imprescindible para que el pulmón pueda realizar su función fuera del útero. –Para el día 34 de gestación, ya se ha formado una red de capilares alrededor de cada futuro bronquio principal. En este momento ya que hay evidencia de células sanguíneas circulantes.

### DESARROLLO DE LOS BRONQUIOS

La asimetría bronquial. En la quinta semana de gestación las 2 yemas pulmonares van a comenzar a dividirse en otras que dan origen a los bronquios lobulares o secundarios. Desde este momento se observa la asimetría en el desarrollo de los bronquios lobulares por cada pulmón: de los extremos ciegos de los bronquios primarios nacen 3 ramas en el lado derecho y 2 en el izquierdo, dejando “huecos” para la formación del corazón. LA ASIMETRIA BRONQUIAL Al final de la 5ª semana, cuando el embrión mide unos 11-14 mm comie.