

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación sin permiso escrito de la editorial.

Edita e imprime: PILLATONER SL

Autor: Lucía López Martínez

C/ Gascó Oliag, 6 bajo – 46010 – Valencia

Teléfono: 96 133 97 19

E-mail: [pillatoner@yahoo.es](mailto:pillatoner@yahoo.es)

Fecha edición: Diciembre 2018

## **Prólogo**

*Pillatoner SL*, es una empresa dedicada a la edición y venta de apuntes para universitarios. Somos una empresa joven que tiene por objetivo lograr dotar al estudiante universitario de un material de apoyo adicional a los ya existentes (manuales, asistencia a clase, material de reprografía, etc.)

Es por ello que recopilamos los apuntes de aquellos alumnos que asisten regularmente a clase, que completan sus apuntes con manuales, así como con conocimientos previos. Ofrecemos al estudiante, un resumen de lo más imprescindible de cada asignatura, con el fin de que sirva de material adicional (adicional porque sin conocimientos previos, difícilmente valdrá de algo esta compilación de apuntes), a los métodos ya existentes.

Esperemos que con esta colección, la vida universitaria se haga al estudiante más corta y fructífera. Suerte y a estudiar, que es el único método conocido (exceptuando las chuletas), de aprobar la carrera.

## Temario

- Tema 1.** Introducción a la fisiología del aparato respiratorio (Página 9)
- Morfología del aparato respiratorio
  - Funciones del aparato respiratorio
- Tema 2.** Ventilación pulmonar (Página 15)
- Ventilación: variaciones de presión y volumen
  - Volúmenes
  - Capacidades
  - Espirometría
  - Volumen del espacio muerto
  - Intensidad ventilación alveolar
- Tema 3.** Intercambio de gases (Página 19)
- Intensidad de difusión
  - Composición del aire atmosférico vs aire alveolar
  - Área y distancia
  - Capacidad de difusión del O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>
- Tema 4.** Transporte de oxígeno (Página 23)
- Transporte de gas por la sangre
  - Relación entre el oxígeno y la hemoglobina
  - Ejercicio físico
- Tema 5.** Transporte de CO<sub>2</sub> (Página 27)
- Mecanismo de transporte
  - Relación entre los eritrocitos y el transporte de CO<sub>2</sub>
  - Cociente respiratorio
- Tema 6.** La regulación de la respiración (Página 30)
- Estructuras implicadas
  - Tipos de regulación en la función respiratoria

- Tema 7.** Regulación del equilibrio ácido-base (Página 37)
- Regulación de la concentración de hidrogeniones
  - Sistemas reguladores del PH
  - Concepto de alcalosis y acidosis
- Tema 8.** Introducción a la fisiología del aparato digestivo (Página 44)
- Funciones generales
  - Características de la pared gastrointestinal
  - Actividad eléctrica y mecánica del músculo liso
  - Control nervioso del aparato digestivo
  - Control endocrino y paracrino del aparato digestivo
- Tema 9.** Procesos motores y secretores (Página 56)
- Funciones de la boca
  - La masticación
  - Secrecion salivar
  - Regflejo de deglución
  - Procesos secretores del esófago
- Tema 10.** Motilidad y secreción gástrica (Página 62)
- Introducción
  - Secreción gástrica
  - Procesos motores
- Tema 11.** Fisiología del hígado (Página 73)
- Anatomía e histología del hígado
  - Funciones
- Tema 12.** Secreción pancreática y biliar (Página 82)
- Secreción biliar
  - Secreción pancreática

**Tema 13.** Procesos motores y secretores en el intestino delgado

(Página 94)

- Características anatomo-funcionales
- Regeneración de la mucosa intestinal
- Secreción del intestino delgado
- Funciones digestivas
- Motilidad intestinal

**Tema 14.** Procesos motores y secretores en el intestino grueso

(Página 103)

- Partes y funciones generales
- Procesos motores
- Secreciones del intestino grueso
- Defecación
- Otros reflejos autónomos

**Tema 15-16.** Digestión y absorción

(Página 123)

- Conceptos de digestión y absorción
- Digestión y absorción de hidratos de carbono
- Digestión y absorción de proteínas
- Digestión y absorción de grasas y vitaminas liposolubles
- Digestión y absorción de ácidos nucleicos
- Absorción de vitaminas hidrosolubles
- Absorción de electrolitos
- Absorción intestinal de agua

**Tema 17.** Introducción al sistema endocrino

(Página 140)

- Conceptos básicos
- Principales glándulas endocrinas
- Estructura química de las hormonas
- Transporte
- Mecanismos de acción hormonal
- Catabolismo y eliminación

- Regulación de la secreción hormonal

**Tema 18.19.** Eje hipotálamo-hipófisis (Página 154)

- Características anatomofuncionales del eje hipotálamo-hipófisis
- Neurohipófisis
- Adenohipófisis

**Tema 20.** Páncreas endocrino (Página 169)

- Introducción
- Insulina
- Glucagón
- Somatostatina

**Tema 21.** Fisiología de la médula suprarrenal (Página 188)

- Introducción
- Síntesis de adrenalina y noradrenalina
- Regulación síntesis y liberación de catecolaminas
- Catabolismo de las catecolaminas
- Receptores y mecanismo de acción
- Efectos biológicos

**Tema 22.** Corteza suprarrenal (Página 201)

- Introducción
- Síntesis de esteroides suprarrenales
- Transporte, metabolismo y excreción
- Efectos del cortisol
- Andrógenos suprarrenales
- Mineralcorticoides

**Tema 23.** Fisiología de la glándula tiroides (Página 219)

- Introducción
- Biosíntesis
- Catabolismo de las hormonas HT

- Transporte en sangre
- Efectos de la T<sub>3</sub>
- Mecanismo de acción
- Regulación de la función tiroidea

**Tema 24.** Metabolismo fosfocálcico (Página 233)

- Distribución de calcio y de fosfato en el organismo
- Fisiología del hueso
- Hormonas que regulan la homeostasis fosfocálcica
- Regulación global de la calcemia y la fosfatemia

**Tema 25.** Fisiología del testículo (Página 245)

- Aspectos anatomofuncionales
- Andrógenos
- Espermatogénesis

**Tema 26. 27.** Fisiología del ovario (Página 259)

- Aparato reproductor femenino
- Hormonas sexuales femeninas
- Ciclo ovárico
- Etapas del folículo uterino
- Menarquia y menopausia

**Tema 28.** Fecundación. Implantación. Nutrición embrionaria (Página 281)

- El coito. Reflejos sexuales
- Fecundación del óvulo
- Formación del blastocito e implantación
- La placenta

**Tema 29.** Gestación, parto y lactancia (Página 295)

- Cambios endocrinos y consecuencias
- Parto y puerperio
- Lactancia

**Tema 30.** Fisiología fetal, neonatal y crecimiento

(Página 314)

- Crecimiento fetal
- Sistema cardiocirculatorio
- Aparato respiratorio
- Hematología fetal y neonatal
- Glándulas suprarrenales y riñones fetales
- Tracto gastrointestinal y nutrición neonatal
- Piel y regulación de la temperatura
- Control del crecimiento



## TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA FISIOLOGÍA DEL APARATO

### **Morfología del aparato respiratorio**

En la cavidad torácica encontramos los pulmones. Al mirarlos, lo primero que nos sorprende es que el izquierdo es bastante más pequeño que el derecho y esto tiene sentido porque el izquierdo coincide anatómicamente con la masa del corazón. En una persona adulta eso implica que el derecho viene a pesar unos 600g y el izquierdo unos 500g. Esta diferencia también se nota en que el pulmón derecho está dividido por dos fisuras, mientras que el izquierdo sólo por una, lo que establece una diferencia entre segmentos pulmonares derechos (superior, medio e inferior) e izquierdos (superior e inferior). Esta división en segmentos, en la clínica, se utiliza para localizar patologías y, en fisiología, para localizar regiones funcionales.

La segunda cuestión anatomo-funcional importante es que ambos pulmones son mayoritariamente aire, lo que significa que la arquitectura histológica en cuanto a masa tisular se refiere es muy minoritaria con respecto a la composición aérea. Por lo tanto, la arquitectura pulmonar es frágil. Recordemos lo de las radiografías, donde las cavidades pulmonares se ven de un color negro mayoritariamente, lo que equivale a aire y, esto significa, que la mayor parte de los pulmones es aire en un 70% aproximadamente.

Ambos pulmones están rodeados por una membrana llamada pleura. En condiciones fisiológicas ésta se divide en dos membranas: externa/ parietal e interna/visceral (está en contacto con la superficie del parénquima pulmonar). La interna está en contacto directo (no hay separación visible) con la superficie pulmonar y las dos pleuras están en contacto entre ellas, todo esto en condiciones fisiológicas.

Otra peculiaridad anatómica es la existencia de un sistema tubular de conducción del aire. El aire que inspiramos (tanto por las fosas nasales como por la boca) es canalizado a la faringe y la laringe. En la laringe hay un punto de conexión con la tráquea, llegando a un punto en el que la tráquea se divide en 2 tubos: los bronquios principales. Éste punto de división se denomina carina y se localiza trazando un corte sagital a nivel de las vértebras T4-T5. Una vez la tráquea se ha dividido en 2 bronquios, dentro del parénquima los tubos comienzan a dividirse en

otros cada vez más finos formando lo que se conoce como árbol bronquial, éste viene a representar unas 22-23 divisiones, cada una resultando en un tubo cada vez más fino. El final del árbol bronquial son los bronquiolos terminales, que es la sección tubular más fina.

### Clasificación de Boyden

**Cuadro I.** Segmentación pulmonar clasificación de Boyden

LÓBULO	DERECHO BRONQUIO	SEGMENTO	IZQUIERDO BRONQUIO	SEGMENTO
SUPERIOR	B1 APICAL	S1	B1+2 APICOPOSTERIOR	S1+2
	B2 POSTERIOR	S2		
	B3 ANTERIOR	S3	B3 ANTERIOR	S3
MEDIO	B4 LATERAL	S4	B4 LINGULAR SUPERIOR	S4
	B5 MEDIAL	S5	B5 LINGULAR INFERIOR	S5
INFERIOR	B6 SUPERIOR	S6	B6 SUPERIOR	S6
	B7 MEDIAL	S7	B7+8 ANTEROMEDIAL	S7+8
	B8 ANTERIOR	S8		
	B9 LATERAL	S9	B9 LATERAL	S9
	B10 POSTERIOR	S10	B10 POSTERIOR	S10

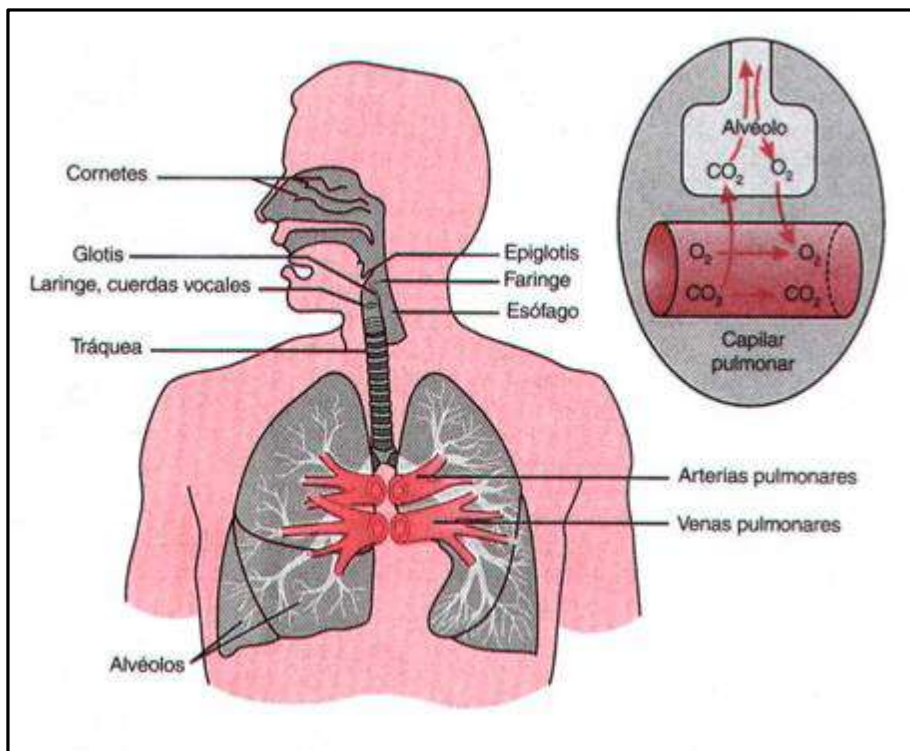
Cuando llegamos al final del árbol pulmonar, esos bronquiolos pulmonares se abren en unas expansiones en forma de ampollas o globos, llamados sacos alveolares. Cada uno de ellos contiene ampollas más pequeñas que, a su vez, se llaman alveolos. El alveolo es la unidad funcional respiratoria puesto que es el único sitio donde se realiza el intercambio de gases.

En cuanto a la estructura de un alveolo, más concretamente centrándonos en su histología, podemos apreciar que está compuesto por una pared monocelular que corresponde a células de estere epitelial, encargadas de conectar el saco alveolar con el final del sistema tubular. Por lo tanto, el aire que inspiramos va por todo el sistema tubular y se introduce en los alveolos. También cabe destacar que alrededor de éstos, cuyo interior es aéreo, encontramos capilares rodeándolo todo, permitiendo así que los dos gases principales de nuestra fisiología (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>) se intercambien, oxigenando la sangre que es pobre en oxígeno. Este intercambio de



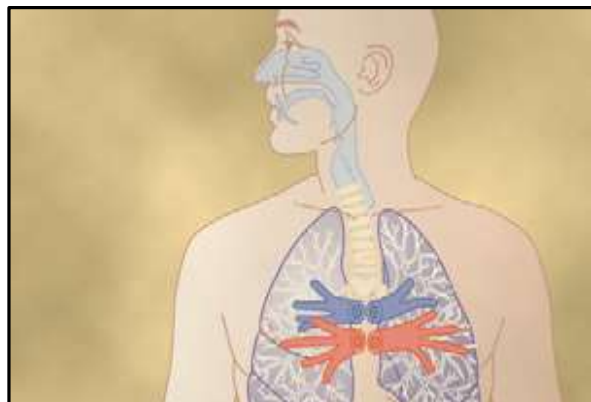
gases es la función respiratoria esencial de nuestros pulmones y, muy importante, ocurre sólo en los alveolos.

Teniendo todo esto en cuenta, la función de intercambio de gases depende de una correcta circulación pulmonar y, ésta, es un poco particular puesto que en los pulmones coinciden las dos circulaciones (la mayor y la menor). La circulación mayor es aquella cuyo número de vasos es más grande y encargada de la nutrición y oxigenación de los tejidos, mientras que la menor está circunscrita únicamente a los pulmones y que está encargada de la reoxigenación de la sangre, por lo tanto, del intercambio de gases. En el caso particular de los pulmones, los capilares que rodean a los alveolos coinciden tanto los de circulación mayor como menor.



El pulmón tiene dos circulaciones:

- Una circulación de bajo flujo y alta presión aporta la sangre arterial sistémica a la tráquea, el árbol bronquial incluida los bronquiolos terminales, los



tejidos de sostén del pulmón y las capas exteriores (adventicias) de las arterias y venas pulmonares. Las arterias bronquiales, que son ramas de la aorta torácica, irrigan la mayoría de esta sangre arterial sistémica a una presión sólo ligeramente inferior a la presión aórtica.

- Una circulación de alto flujo y baja presión que suministra la sangre venosa de todas las partes del organismo a los capilares alveolares en los que se añade el oxígeno y se extrae el dióxido de carbono. La arteria pulmonar, que recibe sangre del ventrículo derecho, y sus ramas arteriales transportan sangre a los capilares alveolares para el intercambio gaseoso y a las venas pulmonares y después devuelven la sangre a la aurícula izquierda para su bombeo por el ventrículo izquierdo a través de la circulación sistémica.

Otra función anatómico-funcional que debemos tener clara debido a su trascendencia clínica es la diferenciación entre vías aéreas superiores y vías aéreas inferiores: Todo lo que está por encima de la laringe es vía aérea superior y todo lo que está por debajo de ella inferior. Por lo que, la laringe es la frontera funcional.

### **Funciones del aparato respiratorio**

#### **Funciones respiratorias**

La función respiratoria es la que tiene que ver exclusivamente con el intercambio de gases. Es decir, el paso del aire a la sangre y viceversa. Esto significa que una correcta función respiratoria está directamente relacionada con la función de los alveolos y, a su vez, con una correcta circulación sanguínea.

#### **Funciones no respiratorias**

Cuando hablamos de funciones no respiratorias nos referimos a aquellas que corresponden a los pulmones pero que no son exclusivamente el intercambio de gases. Dentro de éstas tenemos:

- Filtro del aire.

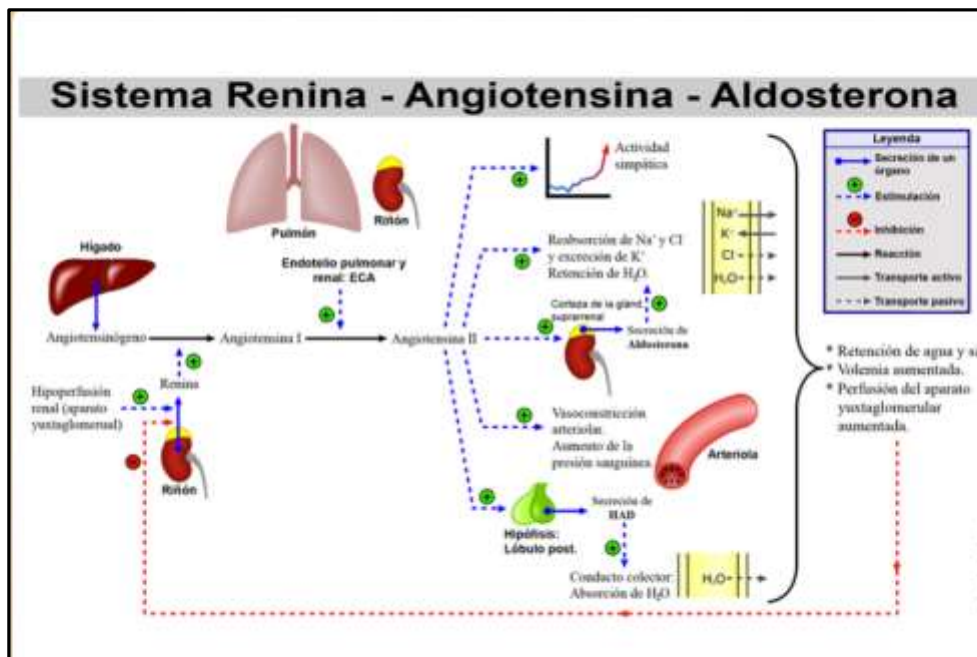
Esto se explica gracias a la estructura histológica del aparato respiratorio, puesto que en ésta encontramos que la pared interna de este aparato tubular de conducción, en determinadas zonas, está formada por una capa de células epiteliales que, en el caso de los bronquios y los bronquiolos concretamente, son ciliadas. Estos

cilios, además, están impregnados de una sustancia mucosa que producen las glándulas mucosas de la pared del sistema tubular. Estas estructuras sirven para que se peguen las partículas en suspensión del aire que inspiramos de forma que, fisiológicamente, esta acción de filtro facilita que el aire que llegue al alveolo esté lo más limpio posible.

Además, dentro de esta función se incluye el hecho de que, en los alveolos, por dentro y, a veces, por fuera, dos o tres macrófago tisulares por alveolo. Éstos están allí con la función específica de “comerse” aquellas partículas que, a pesar de la acción cilio-mucosa, lleguen al aire alveolar.

- Las células epiteliales producen antiproteasas. Éstas son moléculas que inhiben a unas enzimas con actividad capaz de degradar proteínas, esto se lleva a cabo puesto que en el ambiente tisular de los alveolos pueden aparecer, por ejemplo, bacterias que infectan nuestro sistema respiratorio a base de producir y liberar proteasas que degradan las proteínas normales, facilitando la invasión bacteriana. De este modo, las antiproteasas degradan las proteasas y protegen nuestro aparato respiratorio.
- El papel de los pulmones en el sistema renina-angiotensina.

Recordando el curso anterior, el sistema renina-angiotensina es un sistema hormonal que regula la presión sanguínea, el volumen extracelular corporal y el balance de sodio y potasio. La renina es secretada por las células de aparato yuxtaglomerular del riñón. Este enzima cataliza la conversión del angiotensinógeno, una glicoproteína secretada en el hígado, en angiotensina I que, a su vez, por acción de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), se convierte en angiotensina II. Uno de los efectos de la angiotensina II es la liberación de aldosterona por la corteza de la glándula suprarrenal. El papel de los pulmones, concretamente, es que, cuando la angiotensina I pasa por los pulmones se convierte en angiotensina II, por la acción de la ECA.



- Importancia de los pulmones en el metabolismo lipídico. Las células epiteliales alveolares producen una sustancia rica en lípidos que se deposita formando una especie de película en la superficie interna del alveolo. Esta sustancia se denomina surfactante pulmonar y es tan importante que, si no existiese, los alveolos colapsarían. (esto lo vimos en fisio general)
- Las prostaglandinas en el aparato conductor aéreo estimulan o no la broncoconstricción. Por lo tanto, hay prostaglandinas broncoconstrictoras y broncodilatadoras.
  - BD: prostaglandina E
  - BC: prostaglandinas A, B, D, F

Una alteración en la razón BC/BD está detrás de la fisiopatología del asma, puesto que éste es un problema que cursa con una fuerte broncoconstricción que impide la correcta respiración. Detrás de un ataque de asma puede haber un exceso de producción de prostaglandinas o un defecto de una de ellas.

Para refrescar: Las prostaglandinas son un conjunto de sustancias de carácter lipídico derivadas de los ácidos grasos de 20 carbonos (eicosanoides), que contienen un anillo ciclopentano y constituyen una familia de mediadores celulares, con efectos diversos, a menudo contrapuestos. Las prostaglandinas afectan y actúan sobre diferentes sistemas del organismo, incluyendo el sistema nervioso, el tejido liso, la

sangre y el sistema reproductor; juegan un papel importante en regular diversas funciones como la presión sanguínea, la coagulación de la sangre, la respuesta inflamatoria alérgica y la actividad del aparato digestivo.

- Eliminación de fármacos mediante el aire que espiramos. El ejemplo clásico es el alcohol (etanol), pues cuando ingerimos vía oral el etanol, pocos minutos después éste aparece en el aire que espiramos (nuestro aliento huele a alcohol). Esto sucede porque el alcohol ingerido es absorbido en el intestino, pasa a sangre, la sangre llega a los alveolos y desde la sangre parialveolar va a parar al aire alveolar. Esto ocurre con los fármacos volátiles.
- Regulación del equilibrio ácido-base. (A esto le vamos a dedicar todo un tema más adelante).