

CAPÍTULO IV.

DE LA RESPIRACION.

SUMARIO. — 405. Respiracion. — 404. Sus actos. — 405. Necesidad de respirar. — 406. Asfixia. — 407. Esencia de la respiracion. — 408. Division del estudio de la respiracion.

403. RESPIRACION es la funcion en cuya virtud el aire entra y sale de los pulmones, y la sangre negra toma el color rojo.

404. La entrada del aire se llama *inspiracion*, la salida *expiracion*, y la transformacion de la sangre *hematosis* ó *sanguificacion*.

405. Manifiéstase la necesidad de respirar por una sensacion imperiosa, cuyo asiento fijan algunos en el bulbo raquídeo.

406. La suspension de la respiracion constituye la *asfixia*, la cual, si se prolonga, da por inmediato resultado la muerte.

407. Creian los fisiologistas antiguos que la respiracion tenia por objeto refrescar la sangre, cuyo foco de calor estaba en el corazon; y hasta la época de Lavoisier no se comprendió que en su esencia consistia en una verdadera combustion.

408. El estudio de la respiracion comprende: 1.º El aparato respiratorio; 2.º La *inspiracion*; 3.º La *hematosis*; 4.º La *expiracion*, y 5.º Los actos dependientes de la respiracion.

I.

APARATO RESPIRATORIO.

SUMARIO. — 409. Órganos del aparato respiratorio. — 410. Tráquea-arteria — 411. Bronquios. — 412. Pulmones. — 413. Timo.

409. EL APARATO RESPIRATORIO se compone de la *tráquea-arteria*, los *bronquios* y los *pulmones*.

410. La *tráquea-arteria* (fig. 55, *b*) es un tubo de ocho ó diez líneas de diámetro, y de anillos fibro-cartilaginosos (continuacion de la laringe) incompletos ó abiertos por detras, que baja hasta la segunda ó tercera vértebra dorsal.

411. Los *bronquios* (*a, f*) son dos ramificaciones casi en ángulo recto de la tráquea-arteria, sostenidas por anillos fibro-cartilaginosos.

412. Los *pulmones*, *bases* ó *livianos* (fig. 45, *b, i*) son dos masas blandas y flexibles, de color leonado ó agrisado, con pequeñas manchas azuladas ó parduscas, de peso específico inferior al del agua, y algo cónicas, con la base vuelta hácia abajo y dispuestas á derecha é izquierda del tórax, el cual

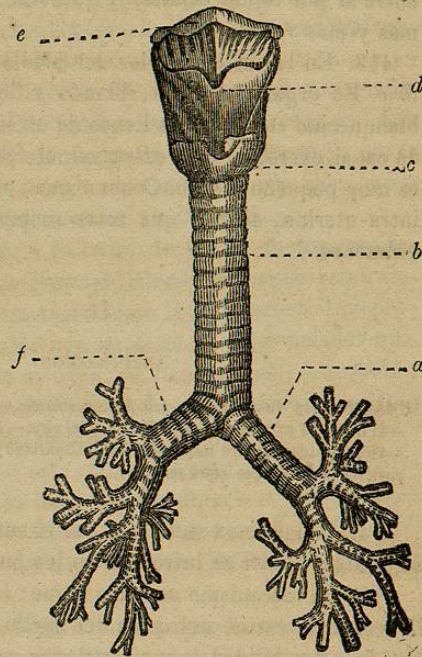


FIG. 55.—Laringe, tráquea-arteria y bronquios vistos por delante.

llenen por completo. El pulmon derecho es algo mayor que el izquierdo. Cúbrelos las *pleuras*, serosas que al propio tiempo tapizan la cavidad torácica, dejando entre sí dos espacios, uno triangular junto á las vértebras, y otro en X detras del esternon. El primero se llama *mediastino anterior*, y el segundo *mediastino posterior*. En éste se hallan alojados el esófago, la parte inferior de la tráquea-arteria, el origen de los bronquios, etc. Los bronquios penetran en su pulmon respectivo

á la altura de la cuarta vértebra dorsal, y en seguida van dividiéndose en ramas cada vez más ténues. Además de estas ramificaciones, contribuyen á formar el parenquima de los pulmones multitud de lóbulos sumamente pequeños unidos entre sí por tejido celular, y que van agrupándose en otros más y más voluminosos.

413. En la parte superior del mediastino anterior está el *timo*. Es órgano oblongo, blando y de tejido amarillento ó blanquecino con celdillas llenas de un líquido lechoso. Carece de canal excretor. Sólo existe en el feto, pues en el adulto es muy pequeño ó nulo. Como órgano principalmente de vida intra-uterina, se cree que acaso reemplace la accion de los pulmones.

II.

INSPIRACION.

SUMARIO.—414. Inspiración.—415. Su mecanismo.—416. Especies de respiracion.—417. De los pulmones.—418. Entrada del aire.—419. Murmullos respiratorios.—420. Cantidad de aire inspirado.—421. Capacidad de los pulmo. es.—422. Composicion del aire que entra en ellos.

414. INSPIRACION es el acto por el cual la cavidad torácica se dilata y el aire se introduce en los pulmones.

415. Su mecanismo es como sigue: las costillas, mediante la accion de varios músculos del cuello y del pecho, y á favor de la flexibilidad de sus cartilagos, se levantan algo y describen al propio tiempo un ligero movimiento de rotacion. Por el primer movimiento aumenta el diámetro ántero-posterior del pecho, y por el segundo el transversal. El esternon sigue á las costillas en su movimiento. Y á la vez el diafragma se contrae y pierde la mayor parte de su convexidad, con lo cual se alarga el diámetro vertical del pecho.

416. De lo dicho resulta que la inspiracion depende de la depression del diafragma por una parte, y de la elevacion de las costillas por otra. El primer movimiento constituye la llamada *respiracion abdominal*, y el segundo la *respiracion*

pectoral. En los hombres la primera es casi la única que se observa, pero en las mujeres toma ya la segunda mayor participacion en la dilatacion del tórax.

417. El pulmon no toma parte alguna activa en la inspiracion. Limitase simplemente á dilatarse de un modo pasivo cuando se agranda la cavidad torácica, y á seguir al diafragma en su movimiento de descenso.

418. Merced á la dilatacion de los pulmones, mengua la tension del aire interior, la presion atmosférica vence y el aire exterior se precipita en el interior de aquéllos pasando por la nariz, las fosas nasales, á menudo tambien por la boca, y por la faringe, laringe, tráquea-arteria y bronquios.

419. El roce del aire á lo largo de los conductos respiratorios produce un ruido especial llamado *murmullo respiratorio* ó *vesicular*, que dura tanto como la inspiracion. Independientemente de este ruido hay otros ménos pronunciados que, por los sitios en donde se oyen, se llaman *soplos bronquial* y *traqueal*. Las fosas nasales y la nariz son tambien el asiento de otra especie de ruido respiratorio.

420. La cantidad de aire que, por término medio, penetra en los pulmones en cada inspiracion ordinaria se evalua, poco más ó menos, en medio litro ó quinientos centímetros cúbicos. A esta cantidad de aire inspirado se da el nombre de *capacidad inspiratoria*.

A este resultado se llega expirando por la boca no más, y recibiendo el aire en un tubo encorvado, el cual entra en una vasija graduada, llena de agua é invertida en la cuba hidropneumática. Dividiendo luégo el volúmen recogido por el número de aspiraciones, se obtiene el correspondiente á cada una de ellas.

Tambien se procede recogiendo el vapor de agua que sale de los pulmones; y partiendo del principio de que el aire expirado va siempre saturado de él, se calcula el volúmen de aire á que corresponde á la temperatura que tenia á su salida.

A los aparatos ideados para estos experimentos se les conoce con el nombre de *espirómetros*.

421. En las inspiraciones profundas entran de tres á cuatro litros de aire, y á ese volúmen, variable como el anterior, se da el nombre de *capacidad vital* de los pulmones.

422. El aire que entra en los pulmones al inspirar es el natural, compuesto, en cien partes, de 20'93 de oxígeno y 79'07 de nitrógeno. Contiene, además, una mínima cantidad de ácido carbónico, que oscila entra 0'0004 y 0'0006, y otra cantidad muy variable de vapor de agua, pues depende de la temperatura y del grado de saturación.

III.

HEMATOSIS Ó SANGUIFICACION.

SUMARIO.—423. Cambio de gases en el pulmon.—424. Condiciones de esta endosmosis.—425. Cambio de color en la sangre.—426. Color propio de la sangre.—427. Diferencia entre la sangre venosa y la arterial.—428. Accion del oxígeno introducido en la sangre.—429. Hematosis.—430. Punto en donde se realiza.

423. Llegado que ha el aire al interior de los pulmones, se establece, al través de la mucosa de éstos, un trabajo de endosmosis, en virtud del cual el oxígeno del aire penetra en la sangre, á la vez que es exhalado el ácido carbónico que ésta encierra. Este cambio de gases constituye el carácter propio ó sobresaliente de las funciones de los pulmones, y se verifica sin interrupcion alguna en todos los períodos de la respiracion, atento á que dichas vísceras jamás quedan vacías de aire.

424. En los experimentos directos de endosmosis con el oxígeno y el ácido carbónico solos, no son iguales las dos corrientes, presentándose más enérgica la del segundo gas hácia el primero. En el pulmon, empero, las condiciones son distintas, y dan por resultado que la corriente del oxígeno hácia la sangre supere algo á la del ácido carbónico hácia el exterior.

425. Efecto inmediato, y casi instantáneo, del contacto del oxígeno con la sangre es el cambio del color de ésta de rojo obscuro á rojo rutilante. Para demostrarlo aplicó Bichat á la

tráquea de un perro una cánula con llave, á fin de suspender á voluntad la respiracion, y al propio tiempo abria una arteria para observar el color de la sangre: era éste rojo encendido cuando la llave estaba abierta y libre la circulacion, y rojo obscuro si estaba cerrada, é interceptado por lo mismo el paso del aire á los pulmones. Además, batiendo sangre obscura con oxígeno, vuélvese rutilante, así como se oscurece la sangre encendida revolviéndola en ácido carbónico.

426. Opinase que el color propio de la sangre es el rojo obscuro, sin que dependa de combinacion alguna del ácido carbónico con la hematina, así como, por el contrario, el rojo rutilante procede, á no dudarlo, de una combinacion poco estable del oxígeno con dicho principio colorante. Que el rojo rutilante se debe al oxígeno, se prueba extrayendo este gas de la sangre arterial por medio del vacío en la máquina pneumática, con lo cual se vuelve muy obscura; y que el color obscuro no se debe al ácido carbónico, se demuestra sin más que observar que, sometida al vacío en la máquina pneumática, no se altera el color de la sangre venosa á pesar de desprenderse el ácido.

427. Hechas las análisis de las dos especies de sangre, venosa y arterial, resultan mínimas diferencias, lo cual da lugar á suponer que su transformacion se realiza con mucha lentitud. Hase encontrado igual en ambas la cantidad de albúmina, pero en la venosa más fibrina y principios extractivos, y ménos glóbulos y ménos oxígeno y ácido carbónico disueltos que en la arterial. Con todo, la sangre venosa, analizada en el acto de salir de determinados órganos (hígado, bazo, etc.), presenta diferencias notables respecto de la misma sangre estudiada en su curso en general. La sangre arterial es homogénea en todos los vasos.

428. Después que el oxígeno ha penetrado en la sangre, síguela en su curso disuelto en ella, ó en inestable combinacion, merced á la afinidad que con él tienen los glóbulos, por cuanto la que por él experimenta la fibrina es escasa, y ménos aún la del suero. A lo largo del sistema vascular, que-

ma el hidrógeno de la sangre para formar agua, y el carbono constituyendo ácido carbónico, y contribuye, á la vez, á todas las reacciones y transformaciones que se operan en la economía para la conversion de la sangre vênosa en arterial, y la realizacion de los fenómenos de nutricion.

El agua resultante se mezcla con la que existe ya en la sangre, y el ácido carbónico se disuelve en el suero, disolucion que favorecen las sales alcalinas.

429. HEMATÓISIS ó SANGUIFICACION es el conjunto de reacciones que dan por resultado el paso de la sangre venosa á arterial.

430. En un principio se sostuvo que la hematosi se realizaba en el pulmon, pero hoy se sabe que se verifica á lo largo del torrente circulatorio. Con efecto, colocando ranas en una atmósfera que no sea de aire (ázoe, hidrógeno, etc.), sigue la emision de ácido carbónico, lo cual no debiera suceder si este ácido naciese de la accion del oxígeno sobre la sangre de los pulmones. Las análisis acusan, además, la presencia del ácido carbónico en todo el sistema vascular sanguíneo.

IV.

EXPIRACION.

SUMARIO.—431. Expiracion.—432. Su mecanismo.—433. Accion de los pulmones.—434. Su elasticidad.—435. Contractilidad de los bronquios.—436. Ruidos respiratorios.—437. Ritmo respiratorio.—438. Composicion del aire expirado.—439. Volúmen del aire expirado.—440. Los pulmones nunca quedan vacios de aire.—441. Cantidades diarias de oxígeno absorbido, y de ácido carbónico y de agua exhaladas.—442. Respiracion cutánea.

431. EXPIRACION es el acto que tiene por objeto contraer la cavidad torácica y expulsar el aire introducido en los pulmones.—Dura algo más que la inspiracion.

432. Para las expiraciones ordinarias basta que el diafragma vuelva á adquirir su convexidad primera, y que los músculos *inspiradores* cesen en su contraccion, con lo cual las costillas y el esternon recobran sus posiciones normales. Si las expiraciones son profundas, entran tambien en ejercicio

los músculos *expiradores*. Como sea, mengua la capacidad de los pulmones, y el aire es expelido al exterior, á cuyo resultado coopera la reaccion de las vísceras abdominales, que las inspiraciones comprimen.

433. Así como en la inspiracion permanecen pasivos los pulmones, en la expiracion, al contrario, obran activamente en virtud de su elasticidad y de la accion de las fibras contráctiles de las ramificaciones de los bronquios.

434. Se demuestra la elasticidad de los pulmones, sin más que insuflarles aire que les dilate, y observar luégo la contraccion que experimentan á medida que aquél se escapa.

435. La contractilidad de los bronquios se demuestra extrayendo el pulmon á un perro, y sujetando á su bronquio un tubo graduado (*fig. 56*): pulmon y tubo se llenan de agua, y luégo por medio de una corriente galvánica, con uno de los reóforos aplicado al primero, y el otro á la base del tubo, que es de metal en su mitad inferior, se nota el ascenso del líquido, debido á las contracciones de las fibras de los bronquios.

436. Tambien en la expiracion se oyen los ruidos respiratorios, pero ménos intensos que en la inspiracion.

437. El hombre sano y adulto suele ejecutar en un minuto diez y ocho movimientos completos de respiracion, entre cada uno de los cuales se nota un tiempo ó intervalo muy córto de reposo. El ejercicio, el sueño, la edad, la temperatura, etcétera, modifican más ó ménos notablemente este ritmo.

438. El aire expirado difiere notablemente del inspirado por su composicion. De algunos análisis resulta que el oxígeno queda reducido, por término medio, á 16'03 por 100, lo cual supone una absorcion por los pulmones de 4'90; y que el ácido carbónico se eleva; tambien por término medio, á 4'266 por 100. El aire expirado sale saturado igualmente de

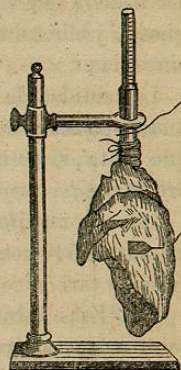


FIG. 56.—Aparato para demostrar la contractilidad de los bronquios.

vapor á la temperatura de 35° á 37°, que es la del cuerpo humano. En cuanto al ázoe, ó sale igual cantidad que la inspirada, ó á veces una ligerísima cantidad en más, procedente de la elaboracion de los alimentos azoados.

Hay, por fin, en el aire expirado, una dosis cortísima de materia orgánica de olor desagradable. A ella se juntan á veces los principios volátiles de las substancias ingeridas, como, por ejemplo, los del ajo y del espíritu de vino.

439. El volúmen de aire expirado es algo menor que el inspirado, por efecto de que no todo el oxígeno absorbido sale reducido á ácido carbónico, sino que parte se emplea en otras reacciones en el seno de los tejidos.

440. Terminada la expiracion no quedan por eso vacíos de aire los pulmones, ni aún por muy honda que aquélla sea. De manera que el aire inspirado se mezcla dentro con el que quedó, y el expirado es tambien una mezcla de aire viciado y sin viciar.

La cantidad de aire que queda en los pulmones después de una inspiracion ordinaria se llama *reserva respiratoria*; y la que resta, si la inspiracion ha sido profunda, toma el nombre de *residuo respiratorio*.

441. La respiracion de los adultos consume cada dia, segun un autor, 540 centímetros cúbicos de oxígeno, y exhala 443 de ácido carbónico, y de 400 á 500 gramos de agua en vapor.

442. Esas absorciones y exhalaciones, aunque veintiocho veces ménos activas que en el pulmon, se verifican tambien por la piel, y de ahí el admitirse una *respiracion cutánea*. Demuéstrase ésta analizando el aire de la campana de una cuba hidro-pneumática, en la cual se ha tenido metida la mano durante largo rato. Dicho aire se presenta más pobre en oxígeno y más rico en ácido carbónico que el aire atmosférico.

V.

ACTOS DEPENDIENTES DE LA RESPIRACION.

SUMARIO.—443. Actos dependientes de la respiracion, y su division.—444. Actos dependientes de la inspiracion.—445. Id. de la expiracion.—446. Id. de la inspiracion y expiracion.

443. Se producen con frecuencia en el individuo ciertos actos ejecutados por los agentes mecánicos de la respiracion, que entran en ejercicio bajo la influencia de excitantes en su mayor parte desconocidos. Division metódica, pero no rigurosamente exacta, es la en tres grupos, segun los actos se verifiquen durante la inspiracion, durante la expiracion, ó á la vez que la inspiracion y la expiracion.

444. Son actos que se verifican durante la inspiracion, el *esfuerzo*, el *bostezo*, el *suspiro* y el *hipo*.

El *esfuerzo* consiste en una contraccion muscular, llevada á su máximum de energia, que se inicia por una inspiracion profunda.

El *bostezo* estriba en una inspiracion honda y lenta, que se hace con la boca abierta, seguida de una expiracion prolongada, y acompañada de un sonido especial, y á veces de extensiones y contracciones de los brazos y del tronco.

El *suspiro* se reduce á una mera inspiracion honda y lenta, seguida de una expiracion más rápida.

El *hipo* es una contraccion espasmódica y brusca del diafragma, que determina una inspiracion no ménos rápida de aire que, al pasar por la laringe, produce un sonido característico.

445. Dependen de la expiracion, el *estornudo*, la *accion de sonarse*, la *tos*, la *expectoracion*, la *expuicion* y el *ronquido*.

Precede al *estornudo* cierto cosquilleo en la pituitaria, al cual sucede una inspiracion honda, seguida acto continuo de una contraccion brusca y espasmódica de los músculos expiradores y abdominales, que despiden con fuerza el aire que, pasando por las fosas nasales, arrastra mucus y produce un ruido particular.

La *accion de sonarse* principia por una inspiracion, y me-

dianete contracciones sucesivas y voluntarias, se obliga á pasar con fuerza el aire por las fosas nasales á fin de limpiarlas de mucosidades.

La *tos* se declara por una sensacion en las vias respiratorias, y acto continuo los músculos espiradores determinan corrientes rápidas de aire que, al chocar contra la laringe ó la tráquea, producen sonidos especiales.

La *expectoracion*, ó eliminacion de las mucosidades del aparato respiratorio, se verifica en el acto de la tos, empujadas por la columna de aire que está detrás de ellas.

La *expuccion*, ó acto de escupir, se reduce á reunir la saliva ó mucosidad de la boca, en los labios ó en la punta de la lengua, expulsándolas luégo merced á una corriente de aire.

El *ronquido* se produce mediante las oscilaciones vibratorias del velo del paladar en el acto de la espiracion.

446. Se ejecutan á la vez que la inspiracion y la espiracion, la *risa*, la *anhelacion*, el *lloro*, el *gemido* y los *sollozos*.

La *risa* consiste en una espiracion convulsiva y sonora, acompañada de mutesis facial. Los sonidos producidos son altos y graves en *a* ó en *o* en el hombre, y aflautados y agudos en *i* ó en *e* en la mujer. Un exceso de risa puede causar la muerte; y, con efecto, riendo murió el filósofo Crisipo.—Si la risa no es sonora ó ruidosa, y si apénas se pronuncia la mutesis, toma el nombre de *sonrisa*.

La *anhelacion* estriba en una sucesion rápida de inspiraciones y espiraciones muy cortas. Depende de una circulacion acelerada por efecto de la carrera, salto, baile, etc.

El *lloro* consiste en el derramamiento de lágrimas, simultáneo las más de las veces con ciertas acciones del pecho, compuestas de una inspiracion en dos ó tres tiempos, y de una espiracion lenta, sonora y entrecortada.

El *gemido* se compone de una inspiracion grande y brusca, y de una espiracion corta que produce un sonido lastimero.

Los *sollozos* constituyen un fenómeno análogo al anterior, pero en más alto grado y repetido diferentes veces consecutivas.

CAPÍTULO V.

DE LA SECRECION.

SUMARIO.—447. Secrecion.—448. Aparato secretorio.—449. Criptas.—450. Folículos.—451. Glándulas.—452. Mecanismo de las secreciones.—453. Naturaleza de la accion de los órganos secretores.—454. Division de las secreciones.—455. Secreciones enojendadas á las criptas y á los folículos.—456. Secreciones glandulares.—457. Riñones.—458. Orina.—459. Glándulas seminales.—460. Id. mamarías.—461. Bazo.—462. Cuerpo tiroides.—463. Cápsulas suprarrenales.—464. Transpiracion ó exhalacion cutánea.

447. SECRECION es el acto fisiológico que separa de la sangre los materiales convenientes para transformarlos en nuevos productos.

448. El aparato secretorio, ó encargado de la secrecion, consta de *criptas*, *folículos* y *glándulas*.

449. Las *criptas* son ligeras depresiones ó simples fosetas, á menudo cerradas formando celdillas, situadas en la superficie de muchas membranas.

450. Los *folículos* son tubos ténues separados ó agrupados entre sí.

451. Las *glándulas* son órganos compuestos de una túnica exterior, de parenquima variable en cada una, y de celdas ó de canales excretores, que de radículas muy finas pasan á troncos sucesivamente más gruesos.

452. Actos complejos son las secreciones, pues resultan de la triple intervencion de la sangre, de las celdas ó tubos secretores, y del sistema nervioso.

Con efecto, la sangre, merced á su tension y á la endosmosis, rezuma al través de las paredes de los capilares el plasma, ó sea una disolucion fibrino-albuminosa y salina que debe metamorfosearse.

De esta metamorfosis ó elaboracion están encargados los tubos secretores; pero cómo se efectue, punto es todavía