

sangre, bastará esto solo para que presente todos los síntomas de la muerte: se pondrá pálido y frío, perderá su sensibilidad, dejará de estar sometido al imperio de la voluntad, se pondrá rígido y acabará acaso por gangrenarse.

Pero si, aun despues de haberse declarado la rigidez de la muerte, se le quitan las ligaduras, y se deja penetrar la sangre en el miembro, pronto cesará su rigidez, se elevará su temperatura, recobrará su sensibilidad, volverán sus músculos á hallarse bajo el dominio de la voluntad, y, en una palabra, se restablecerá por completo el estado normal.

Si, en vez de dejar circular de nuevo la sangre del animal, se toma esa sangre y, quitándole ántes su fibrina, batiéndola al efecto, pero dejándole sus glóbulos, se la introduce artificialmente por los vasos, el resultado será exactamente igual al producido por la sangre completa; al paso que el suero, que es equivalente á sangre batida sin sus glóbulos, nó produce semejante efecto.

101. Transfusion de Sangre.—No es necesario emplear para obtener este resultado la sangre del mismo animal con el cual se hace el experimento. Un hombre ó un perro muertos al parecer por consecuencia de una extraordinaria pérdida de sangre, pueden recobrar su vigor con solo inyectarles en las venas sangre de otro hombre ó perro, operacion conocida con el nombre de *transfusion*.

Ni es tampoco de absoluta necesidad para el buen éxito de esta última operacion que la sangre empleada para hacerla sea de un animal de la misma especie. La del caballo hará revivir á un asno, y, por regla general, puede usarse sin malos resultados la de un animal cualquiera, para operar á otros de especies allegadas; miéntras que esa misma sangre introducida en el cuerpo de un animal enteramente diferente, le hará mas ó ménos daño, pudiendo hasta causar su inmediata muerte.

102. La Linfa,—que llena los vasos linfáticos es, como la sangre, un flúido alcalino, compuesto de un plasma y glóbulos, y se coagula por la separacion de fibrina del plas-

ma. Difiere de la sangre en que todos sus glóbulos son incoloros, y en que tiene poquísimos elementos sólidos—nada mas que un cinco por ciento, sobre poco mas ó ménos. Puede, en rigor, considerarse la linfa como sangre sin sus glóbulos rojos y diluida con agua, de suerte que es ménos densa que el suero de aquella, el cual contiene como ocho por ciento de materias sólidas.

El sistema linfático vierte probablemente en la sangre todos los dias una cantidad de flúido igual á la de la misma sangre. Este flúido es en gran parte sangre que se sale de madre, es decir, plasma que pasa por exudacion de los capilares á los tejidos y que no es arrastrada de nuevo por la corriente venosa; lo restante es el quilo absorbido del canal alimenticio.

CAPÍTULO V.

DE LA RESPIRACION.

SECCION I.—*Sangre Arterial y Venosa.*

103. Gran Complejidad de la Sangre.—La sangre, cuyas propiedades y naturaleza general han sido descritas en el anterior capítulo, es el producto, sumamente complejo, no de un solo órgano ó elemento del cuerpo, sino de todos ellos. Debe, sin duda, muchos de sus caracteres distintivos á sus propios elementos, los glóbulos; pero tambien la afecta profundamente la circunstancia de que todas las demas partes del cuerpo toman algo de la sangre y le llevan algo en cambio. Puede compararse la sangre con un rio, la naturaleza de cuyo contenido se determina en gran parte por la de las aguas de su nacimiento y la de los animales que nadan en él; pero en el cual ejercen tambien una notable influencia el terreno por donde corre, las yerbas acuáticas que crecen

en sus márgenes, los afluyentes que proceden de distantes regiones, los canales de riego que de él parten, y las cloacas que en él desaguan.

104. La Sangre se hace venosa en los Capilares.—Uno de los mas notables é importantes cambios que se efectúan en la sangre es el que resulta en casi todas las partes del cuerpo á consecuencia de su simple paso por capilares, esto es, por vasos cuyas paredes son tan delgadas, que permiten el libre cambio entre la sangre y los flúidos que penetran por los adyacentes tejidos.

Así, si se extrae sangre de una arteria que alimente un miembro, se verá que tiene un color escarlata muy vivo; miéntras que si se extrae al mismo tiempo otro poco de sangre de la vena del mismo miembro, resultará de un color purpurino, tan oscura, que comunmente se la llama “sangre negra.” Y como existe este contraste en el contenido de las arterias y venas en general (ménos la arteria y las venas pulmonares), llámase de ordinario *arterial* la sangre escarlata, y *venosa* la negra.

Casi todas las partes del cuerpo conservan esta facultad de convertir la sangre arterial en venosa miéntras dura la vida, de manera que si se amputa un miembro y se le inyecta sangre escarlata en las arterias, esa sangre saldrá negra de las venas en tanto que el miembro dé señales de vida; pero apénas desaparezcan estas, dejará de efectuarse el cambio.

105. Diferencia entre la Sangre Arterial y la Venosa.—Sometiendo á un exámen químico la sangre arterial y la venosa, se descubre que son muy pequeñas y variables las diferencias existentes entre una y otra. Por lo general, la sangre arterial contiene mas agua y mas sustancias crasas; pero los contenidos gaseosos de las dos clases de sangre difieren mucho en la proporcion en que se halla el ácido carbónico respecto del oxígeno, pues la sangre venosa contiene ménos cantidad de este último y mayor del carbónico que la arterial.

Y puede demostrarse por medio de experimentos, que esta diferencia en el contenido gaseoso de las dos clases de sangre es la única esencial que entre ellas existe, porque si se bate un poco de sangre arterial mezclada con ácido carbónico hasta que la sangre se sature perfectamente con el gas, se verá que pierde oxígeno, gana ácido carbónico y adquiere el color y las proporciones de la sangre venosa; al paso que si se hace lo mismo con sangre venosa mezclada con oxígeno, esa sangre ganará oxígeno, perderá ácido carbónico y tomará el color y las propiedades de la sangre arterial. Y el mismo resultado se obtiene, aunque mas lentamente, si en ámbos casos se recibe la sangre en una vejiga y se la coloca luego en el ácido carbónico ó en el gas oxígeno, pues esa delgada membrana dejará que se efectúe libremente el cambio, sin oponer obstáculo alguno al paso de los dos mencionados gases.

106. Difusion de Gases.—Las operaciones fisico-químicas que se efectúan para el cambio del ácido carbónico por oxígeno cuando se convierte la sangre venosa en arterial, ó viceversa, no han sido nunca conocidas á fondo, y son probablemente algo complejas.

Sabido es (*a*) que los gases mecánicamente conservados por un flúido en una proporecion dada, tienden á difundirse en cualquiera atmósfera en que se les exponga, hasta que ocupan esa atmósfera en proporciones correspondientes; y (*b*) que separados por un tabique seco y poroso, ó simplemente en contacto, se difunden los unos en los otros con una rapidez que está en razon inversa de las raíces cuadradas de sus densidades.

Pues bien, el conocimiento de estos principios fisicos nos lleva á descubrir cómo pueden los gases contenidos en la sangre efectuar un cambio con los del aire, ora esté la sangre expuesta al contacto de este, ora encerrada en una membrana; pero la aplicacion de estos principios no nos da sino esta idea general, siendo así que, en primer lugar, los gases de la sangre no se hallan en ella de una manera pura-

mente mecánica; y, en segundo lugar, que cuando se efectúa la arterialización al través de las paredes de una vejiga, ó cualquiera otra delgada membrana animal, se complica mas todavía el asunto por la circunstancia de que la humedad disuelve mucho mas fácilmente el ácido carbónico que el oxígeno, y de aquí que la vejiga húmeda ejerza una acción muy diferente sobre el ácido carbónico que sobre el oxígeno. Así, una vejiga húmeda, parcialmente llena de oxígeno y suspendida en ácido carbónico, se dilata rápidamente por que este gas penetra en ella mas rápidamente de lo que sale el oxígeno.

107. Causa del Cambio de Color en la Sangre.—La causa del cambio de color que se verifica en la sangre, es decir, de que se oscurezca cuando se la expone al ácido carbónico y se aclare bajo la influencia del oxígeno, no es perfectamente conocida. Hay, sin embargo, motivos para creer que el gas oxígeno achata un tanto los glóbulos rojos, mientras que el ácido carbónico los dilata, y no es improbable que en el primer caso reflejen con mas fuerza la luz, dándole así un color mas pronunciado á la sangre, y que en el último transmitan mas luz, haciendo parecer mas opaca y oscura la sangre.

108. Condiciones de sus Cambios Químicos.—Sea, sin embargo, cual fuere la explicación, es un hecho, en primer lugar, que la sangre arterial, separada solamente por una delgada membrana del ácido carbónico, ó de cualquier fluido que contenga mas ácido carbónico que ella, se vuelve venosa; y, en segundo lugar, que la sangre venosa, separada solo por una delgada membrana del oxígeno, ó de un fluido que contenga mayor proporción de oxígeno que ella, se vuelve arterial.

Estos hechos explican la conversión de la sangre escarlata en oscura al pasar por los capilares del cuerpo, porque estos están bañados por los jugos de los tejidos, que contienen un exceso de ácido carbónico, producto de su consumo y su combustión. Si queremos, por otra parte, explicar

porqué la sangre negra de las venas se convierte en sangre escarlata de las arterias, encontramos, primero, que la sangre permanece oscura en la aurícula derecha, el ventrículo derecho y la arteria pulmonar; y, 2º, que es escarlata, no solo en la aorta, sino tambien en el ventrículo izquierdo, la aurícula izquierda y las venas pulmonares.

Es, pues, evidente que el cambio de venosa á arterial se verifica en los capilares pulmonares, pues estos son los únicos canales de comunicación entre las arterias pulmonares y las venas pulmonares.

SECCION II.—*Los Pulmones y su Oficio.*

109. Naturaleza Esencial de la Respiración.—Pero ¿cuales son las condiciones físicas á que se halla expuesta la sangre en los capilares pulmonares?

Estos vasos son muy anchos, tienen las paredes delgadas y muy pegados, de modo que forman una red de mallas muy pequeñas, contenida en la sustancia de una membrana extremadamente delgada. Esta membrana está en contacto con el aire, de manera que la sangre de cada capilar del pulmón está separada del aire nada mas que por una película formada por su propia pared y la membrana del pulmón. De aquí que fácilmente se verifique un cambio entre la sangre y el aire, ganando este último un poco de humedad y ácido carbónico, y perdiendo oxígeno.

Este es el hecho esencial en lo que concierne á la respiración, y fácilmente puede demostrarse que tiene efecto por medio del experimento descrito en el capítulo segundo, en el cual se probó que el aire espirado difiere del inspirado en contener mas calor, mas agua, mas ácido carbónico y menos oxígeno. Puede tambien demostrársele ligándole el gaznate á un animal vivo de modo que no entre ni salga aire de los pulmones, y examinando luego el contenido del corazón y de los grandes vasos. En ámbos lados del corazón y en las venas y la aorta pulmonares se encontrará sangre venosa lo mismo que en la vena cava y en la arteria pulmonar.

Pero aunque el desprendimiento, por parte de la sangre, de ácido carbónico y un vapor acuoso caliente, y la absorcion de oxígeno, es la esencia de la operacion respiratoria—por cuyo motivo una membrana con sangre en un lado y aire en el otro es lo único absolutamente necesario para

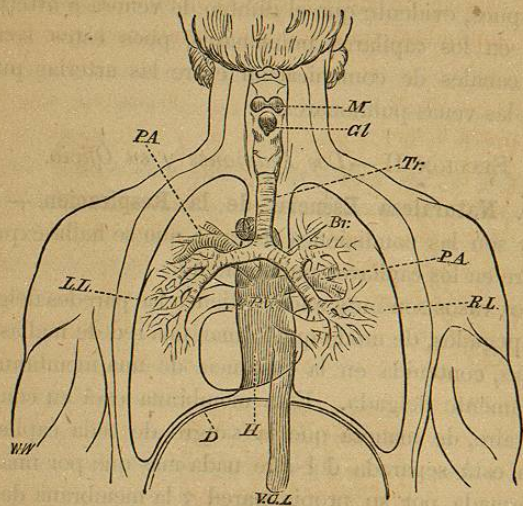


FIG. 29.

PARTE POSTERIOR DEL CUELLO Y EL TÓRAX DE UN SÉR HUMANO, AL CUAL SE SUPONE QUE SE LE HAN EXTRAÍDO LA COLUMNA VERTEBRAL Y TODA LA PARED POSTERIOR DEL PECHO.

M. la boca; Gl. la glotis; Tr. tráquea; L.L. pulmón izquierdo; R.L. pulmón derecho; Br. bronquio; P.A. arteria pulmonar; P.V. venas pulmonares; Ao. aorta; D. diafragma; H. corazón; V.C.I. vena cava inferior.

efectuar la purificacion de la sangre—con todo, el ácido carbónico se acumula tan rápidamente, y es tan incesante la necesidad de oxígeno en todas las partes del cuerpo humano, que seria imposible despedir el primero y absorber el segundo con la rapidez debida, sin el auxilio de muchos y complicados mecanismos, cuya disposicion y modo de funcionar conviene estudiar atentamente.

110. Mecanismo de la Respiracion.—La parte posterior de la boca, ó sea, la *faringe*, se comunica por medio de dos

conductos con el aire exterior. Forman uno de estos conductos las cavidades nasales, que no tienen ningun aparato muscular que pueda cerrarlos: el otro es la boca, que puede abrirse ó cerrarse segun uno quiera. Inmediatamente detras de la lengua y en el frente de la parte inferior de la faringe, hay una abertura—la *glotis*—que puede cerrarse con una especie de válvula que la cubre—la *epiglotis*—y tambien juntándose unos cordones tendinosos. que forman

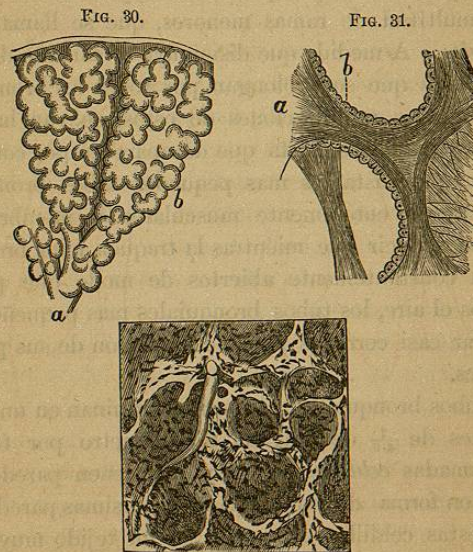


FIG. 32.

Fig. 30.—Dos celdillas aereas (b) con el extremo del tubo bronquial (a) que abre en ellas.

Fig. 31.—Seccion transversal de las paredes (a) de varias celdillas aereas con su epitelio (b).

Fig. 32.—Los capilares de las celdillas aereas.

los bordes de sus labios, y que se conocen con el nombre de *cuerdas vocales*. La glotis se abre en un canal de paredes cartilaginosas—la *laringe*—y partiendo de esta hácia abajo, por delante de la garganta, donde con facilidad se la puede tocar, está situada la *tráquea*. Si se la toca por encima

de la piel, se verá que es consistente y fuerte, como que tiene reforzadas las paredes por una serie de anillos cartilagosos, incompletos por detras, donde se unen sus extremos por medio de una membrana muscular, precisamente en el punto en que la traquea está en contacto con el esófago. Pasa aquella al tórax, y se divide entónces en dos ramas, llamadas *bronquios*, una de las cuales se dirige á la izquierda y la otra á la derecha. Cada uno de los bronquios penetra en el pulmon de su respectivo lado, y se divide despues en una multitud de ramas menores, que se llaman *tubos bronquiales*. A medida que disminuye el tamaño de estos, los cartílagos que se prolongan por todos los bronquios y por las grandes ramificaciones de estos, se van haciendo mas y mas pequeños hasta que desaparecen por completo, de suerte que hasta los mas pequeños tubos bronquiales tienen paredes enteramente musculares y membranosas. Quiere, pues, decir que miéntras la traquea y los bronquios se hallan constantemente abiertos de modo que penetre hasta ellos el aire, los tubos bronquiales mas pequeños pueden quedar casi cerrados por la contraccion de sus paredes musculares.

Los tubos bronquiales mas sutiles terminan en unas prolongaciones de $\frac{1}{40}$ de pulgada de diámetro por término medio, llamadas *celdillas aéreas* y que tienen paredes que terminan en forma de saco. Las delgadísimas paredes que separan estas celdillas descansan en un tejido muy fino y sumamente elástico, y contienen los anchos y apiñados capilares en que vierte su sangre la arteria pulmonar. La sangre contenida en estos capilares está, pues, expuesta por ámbos lados al aire—quedando únicamente separada de las adyacentes celdillas aéreas por la muy ténue película que forma la pared del capilar y por el forro del saco aéreo.

111. La Renovacion del Aire.—Dedúcese de aquí que no puede haber condiciones mas favorables para el fácil cambio entre los gases de la sangre y los del aire contenido en las celdillas aéreas, que las que dominan en el arreglo y

distribucion de los capilares pulmonares; y hasta aquí la estructura del pulmon nos permite comprender cómo puede hallarse expuesta al aire, en verdaderos hilos que recorren una gran superficie, la considerable cantidad de sangre que hace la circulacion pulmonar; pero esta misma circunstancia haria sencillísima y muy completa la operacion de extraer del aire pulmonar el oxígeno y saturarlo con ácido carbónico, si no fuera porque cierta cantidad de este aire se está renovando incesantemente, gracias á una combinacion especial.

112. Inspiracion y Espiracion.—Si se observa á un hombre adulto que esté respirando tranquilamente, sentado, se verá que el acto respiratorio se repite trece ó catorce veces por minuto. Cada acto consta de ciertas partes que se suceden en un órden rítmico regular. Primero se atrae hácia adentro el aire, es decir, se le *inspira*, é inmediatamente despues se le arroja al exterior, ó se le *espira*, y despues de estos dos movimientos de inspiracion y espiracion hay una breve pausa. Así, pues, como en el ritmo del corazon tenemos sístole auricular, sístole ventricular, pausa, sucedense en el pecho la inspiracion, la espiracion y la pausa. Un hombre adulto, bien desarrollado, absorbe en cada inspiracion unas treinta pulgadas cúbicas de aire, y arroja fuera á cada espiracion una cantidad igual ó un tanto menor (teniendo en cuenta el aumento de temperatura del aire espirado).

113. Diferencias entre el Aire Inspirado y el Espirado.—Difiere el espirado del inspirado en los siguientes conceptos:

(a) Sea cual fuere la temperatura del aire exterior, el espirado es casi tan caliente como la sangre, ó sea entre 90° y 100°.

(b) Sea cual fuere la sequedad del aire exterior, el espirado está enteramente ó casi del todo saturado de vapor acuoso.

(c) Aunque el aire atmosférico contiene casi 2,100 partes

de oxígeno, 7,900 de nitrógeno y solas tres partes de ácido carbónico en 10,000 partes, el aire espirado contiene como 470 partes de ácido carbónico, no mas de 1,500 á 1,600 de oxígeno, miéntras que la cantidad de ázoe sufre poco ó ningun cambio. Puede calcularse que el aire que ha sido respirado ha ganado cinco por ciento de ácido carbónico y perdido cinco por ciento de oxígeno.

El aire espirado contiene, ademas, una cantidad mayor ó menor de materia animal sumamente descomponible.

(d) La análisis del aire espirado revela, en primer lugar, que la cantidad de oxígeno que desaparece es siempre un tanto mayor que la de ácido carbónico adquirida; y, en segundo lugar, que la de ázoe es variable, siendo en el aire espirado á veces un poco mayor, á veces un poco menor, y otras la misma que en el inspirado.

114. Trabajo que ejecutan los Pulmones.—De trescientos cincuenta á cuatrocientos piés cúbicos de aire pasan así en el curso de veinticuatro horas por los pulmones de un adulto, que haga poco ó ningun ejercicio, y se cargan de ácido carbónico y pierden oxígeno, en una proporción de cerca de cinco por ciento, lo que equivale á unos diez y ocho piés cúbicos del gas adquirido y del perdido. Así, pues, si se encierra un hombre en un cuarto que tenga la forma de un cubo de siete piés de lado, todo el aire contenido en ese cuarto habrá pasado por sus pulmones al cabo de veinticuatro horas, y la cuarta parte de su oxígeno se encontrará reemplazada por ácido carbónico.

Un pedazo de carbon vegetal puro del peso de ocho onzas representará con bastante exactitud la cantidad de carbono eliminada en las veinticuatro horas.

La de agua arrojada por los pulmones en el mismo tiempo varía muchísimo, pero puede estimársela, por término medio, en un poco mas de media pinta, ó sea, cerca de nueve onzas. Puede, sin embargo, ser menor en algunos casos, como tambien dos ó tres veces mayor en otros.

SECCION III.—*El Mecanismo Respiratorio.*

115. Mecanismo de los Movimientos Respiratorios.—La elasticidad de los pulmones y la movilidad de los costados y el fondo de la cavidad torácica en que aquellos están colocados, constituyen las condiciones mecánicas que hacen posibles los movimientos respiratorios indispensables para extraer la gran masa de materias excedentes é introducir la gran cantidad de oxígeno indicada ya.

Puede considerarse el tórax como una caja cónica completamente cerrada, con el extremo angosto vuelto hácia arriba: la columna vertebral forma el respaldo de la caja, las costillas representan los costados, el esternon el frente, el diafragma el fondo, y la raíz del cuello la tapa (Fig. 29).

Los dos pulmones ocupan casi todo el espacio que deja libre en el interior de esta caja el corazón. Cada uno de ellos está envuelto en una membrana serosa—la *pleura*. Miéntras las paredes del tórax permanecen enteras, la cavidad de cada pleura desaparece prácticamente, pues la capa de la misma que cubre el pulmon se junta con la que aforra la pared del pecho; pero si se le hace una pequeña incision á la pleura, al punto se encoge el pulmon hasta quedar comparativamente muy pequeño, dejando visible una gran cavidad entre las dos capas de la pleura. Si se coloca entonces un conducto en el bronquio, y se introduce aire por él, fácilmente se dilatará el pulmon hasta quedar de su tamaño natural; pero en el momento en que se suspenda la operacion, volverá á encogerse, escapándose el aire con alguna fuerza. El tejido elástico que tanto abunda en las paredes de las celdillas aéreas está, efectivamente, dispuesto de tal modo, que se estira considerablemente cuando están llenos los pulmones; y cuando desaparece la causa de esta dilatacion, entra en accion esa elasticidad y expele otra vez la mayor parte del aire.

La presión atmosférica conserva dilatados los pulmones

de los cadáveres mientras se conservan enteras las paredes del pecho, porque, aunque el tejido elástico está siempre tirando, por decirlo así, la capa de la pleura que cubre el pulmon, y tratando de separarla de la que aforra el pecho, no puede hacerlo sin dejar un vacío entre ambas capas. Para efectuarlo, necesario es que el tejido elástico tire con una fuerza mayor que la del aire externo, ó de quince libras por pulgada cuadrada, esfuerzo muy superior á su fuerza, que no excede de un cuarto de libra por pulgada cuadrada. Pero en cuanto se abre un agujero en la pleura, se iguala la presión atmosférica del interior del pulmon con la del exterior, y el tejido elástico, libertado de su contrario, ejerce todo su poder sobre el pulmon.

116. Paredes de los Tubos Bronquiales—Cilios.—Vivos ó muertos, siempre son elásticos los pulmones. En vida, el aire que contienen puede ser, además, afectado por la contractilidad de las paredes musculares de los tubos bronquiales. Si se echa agua en el pulmon de un animal recién

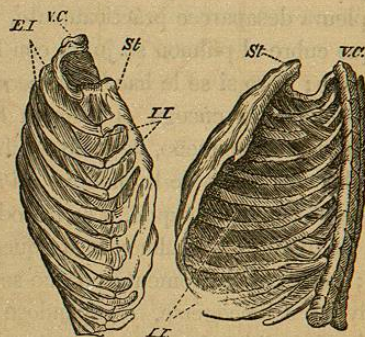


Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 33.—(E.I.) Músculos intercostales externos.
Fig. 34.—(I.I.) Músculos intercostales internos. Se supone que el pecho está dividido verticalmente por la mitad del esternon (St.) y del espinazo (V.C.).

muerto, y se hacen pasar luego una serie de choques eléctricos por los tubos bronquiales, contráense éstos y arrojan fuera el agua. Finalmente, hay durante la vida otra fuente

de movimiento en los tubos bronquiales: constitúyenla los cilios, filamentos muy diminutos adheridos al epitelio de los tubos, y que vibran sin cesar para adelante y para atrás y funcionan de tal modo que barren hacia afuera, ó hacia la traquea, las materias líquidas y sólidas.

117. Movimientos de las Paredes del Pecho.—(b) Las costillas están pegadas al espinazo de modo que pueden moverse libremente sobre él; pero abandonadas á sí mismas naturalmente se inclinan en línea oblicua hacia abajo y hacia afuera.* Dos juegos de músculos, llamados *intercostales*, pasan por entre los sucesivos pares de costillas de cada lado. El juego exterior, ó sean, los *intercostales externos*, corre de la costilla superior de un lado á la inferior del costado opuesto, inclinándose hacia afuera, y el otro juego, es decir, los *intercostales internos*, cruzan á los primeros, pasando de la costilla superior á la inferior, pero inclinándose hacia atrás.

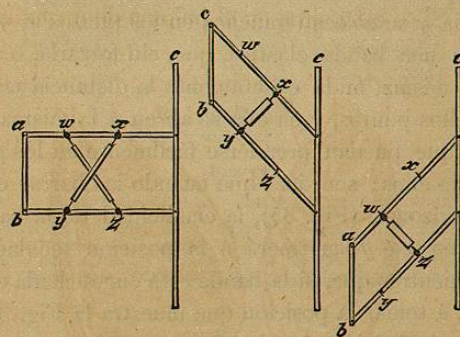


Fig. 35.

Fig. 36.

Fig. 37.

Fig. 35.—Modelos que ilustran la acción de los músculos intercostales externos ó internos.

Fig. 36.—Elevacion inspiratoria.

Fig. 37.—Depresion espiratoria.

La acción de estos músculos es algo confusa á primera vista, pero se la comprende fácilmente teniendo presente el principio de que *cuando un músculo se contrae, tiende á*

* De intento paso por alto los cartílagos de las costillas para no complicar innecesariamente la materia.

acortar todo lo posible la distancia entre sus dos extremos. Figurémonos que *a* y *b*, Fig. 35 son dos barras paralelas, que se mueven por sus extremos sobre la barra recta *c*, que puede considerarse en la parte posterior del aparato: la línea dirigida de *x* á *y* se inclina hácia abajo y hácia afuera, y otra de *w* á *z* se dirige hácia abajo y hácia atras. Ahora bien, es claro que hay una posicion de las barras, nada mas que una, en que los puntos *x* é *y* se hallan á la menor distancia posible, y solo una en que sucede lo mismo con los puntos *w* y *z*, á saber: para *x* é *y*, la posicion de la Fig. 36, y para *w* y *z* la de la Fig. 37. Estas posiciones son tales respectivamente, que los puntos *x*, *y* y *w*, *z* se hallan á los extremos de una línea recta perpendicular á ámbas barras.

Por tanto, para colocar *x* é *y* en esta posicion, las barras paralelas (Fig. 35) deben moverse hácia arriba; y para hacer lo mismo con *w*, *z* deben moverse en sentido opuesto.

Si se hace de madera el sencillo aparato que se acaba de describir, y se colocan ganchos en los puntos *x*, *y*, *w*, *z* y se dispone una banda elástica, que, sin forzarla, ó abandonada á sí misma, mida exactamente la distancia mas corta entre aquellos puntos, y en ella se abren á la misma distancia ojales que puedan prenderse fácilmente en los ganchos ó sacarse de ellos; sucederá que cuando las barras estén en posicion horizontal (Fig. 35), la elasticidad de la banda enganchada en *x* é *y* las traerá á la posicion señalada en la Fig. 36; mientras que, si la banda está enganchada en *w* y *z*, las forzaré á tomar la posicion que muestra la Fig. 37.

La elasticidad de esta banda que se ha supuesto para la experiencia es el ejemplo mas preciso de la facultad de contraerse de los músculos intercostales externos é internos y el mecanismo propuesto simula perfectamente la accion de los primeros levantando y los segundos deprimiendo los huesos de las costillas.

118. El Diafragma—es una gran separacion colocada entre el tórax y el abdómen, siempre cóncava del lado de este, y convexa hácia aquel. De su parte media, que es

tendinosa, parten fibras musculares hácia abajo y hácia afuera hasta las costillas, y ademas dos masas, notablemente fuertes, llamadas *pilares del diafragma*, que terminan en la columna espinal. Cuando estas fibras musculares se contraen, se comprende bien que tienden á allanar el diafragma ó á disminuir su curvatura, y por consecuencia á aumentar la capacidad del tórax á expensas de la del abdómen, haciendo bajar el fondo de la cavidad torácica, Fig. 38.

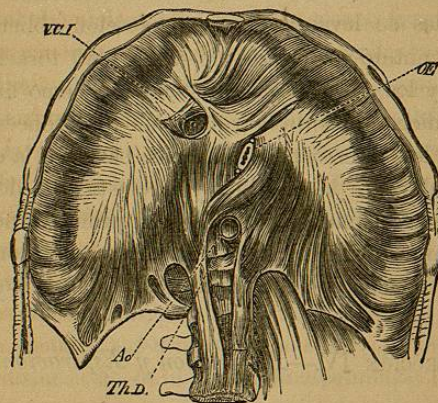


FIG. 38.

EL DIAFRAGMA VISTO POR SU PARTE INFERIOR Ó ABDOMINAL.

V.C.I. vena cava inferior; E. esófago; A.O. aorta; Th.D. canal torácico, cortado por el punto en que pasa á través del diafragma, distinguiéndose fácilmente su intermedio ancho, blanco y tendinoso de las fibras musculares radiadas que bajan hasta las costillas y van á confundirse con los pilares enfrente de las vértebras.

119. Accion de estas diferentes Partes comparadas.—

Consideremos ahora cual sería el resultado de la accion de estas diferentes partes del aparato respiratorio que acabamos de describir, en el supuesto de que el diafragma por sí solo comenzará á contraerse á intervalos regulares.

Cuando se contrae, aumenta la extension vertical de la cavidad torácica, y tiende á separar el forro ó cubierta de su fondo del que cubre la base de los pulmones; pero el aire al precipitarse en la tráquea, aumenta proporcionalmente la