

(Continuación).

La *máquina neumática de mercurio* con la que se obtiene un grado de enrarecimiento más considerable, si bien distante todavía del vacío absoluto, se funda en el principio del barómetro. Un tubo de vidrio, casi de un metro de altura, se halla unido por su parte inferior á un tubo de caucho I (fig. 48) que á su vez se encaja en la extremidad inferior de un vaso de vidrio B de paredes resistentes, cuyo interior está en comunicación con el aire. La parte superior del tubo de vidrio presenta un abultamiento A que aumenta la capacidad de la cámara barométrica.

En su extremidad alta se encuentra una llave D que tiene varios usos: pone en comunicación el vaso A con el exterior para dar salida al aire del aparato; establece la comunicación con el vaso donde se ha de hacer el vacío por medio del tubo D E; puede franquear la



Fig. 48.—Máquina neumática de mercurio.

el vacío por medio del tubo D E; puede franquear la

comunicación con el depósito H que comunica con un barómetro truncado M y con la llave G; finalmente, puede dar entrada al mercurio que se necesita en todo el aparato á beneficio del embudo. R. Todo el tubo A B se halla lleno de mercurio y se maneja por medio de una rueda C, que levanta ó baja el vaso B por intermedio de una cadena de hierro.

Cuando se ha elevado el vaso B., el mercurio llena el tubo y el depósito A, en cuyo caso, y disponiendo convenientemente la llave D, rechaza el gas de la cámara barométrica A; por el contrario, cuando desciende el vaso B baja al mercurio del vaso A, determinando un vacío perfecto, si se ha cuidado de mover la llave D para interceptar toda comunicación con el exterior. Este es el caso en que se pone en comunicación el vaso A con el recipiente para extraer el gas que contiene. Con este mecanismo de un émbolo líquido de mercurio se evita el *espacio perjudicial* á que dan lugar los émbolos macizos.

Esta especie de máquina neumática se usa mucho en las investigaciones fisiológicas, sobre todo, para extraer los gases disueltos en la sangre. La cubeta á cuyo fondo aboca el tubo abierto R, sirve para recojer los gases extraídos por la máquina para el análisis químico.

199, Aparatos fundados en el principio de la máquina neumática.—Bombas.—Se da el nombre de bombas á los aparatos que tienen por objeto aspirar por medio del vacío un líquido cualquiera, tomando en este caso la denominación de *bombas aspirantes*.—Si el líquido en ellas contenido debe ser rechazado por el mismo aparato, llevan el nombre de *bombas impelentes*: y si el instrumento desempeña ambos usos, se le denomina con las palabras *aspirante-impelente*.

Las bombas se dividen, según esto, en *simples* y *compuestas*: las simples, cuyo modelo es la geringa ordinaria, consta esencialmente de dos partes: un cilindro hueco, llamado cuerpo de bomba, en el que entra á roce suave otro cilindro macizo denominado émbolo.—Generalmente se adapta al cilindro hueco un tubo más estrecho llamado *cánula*.

Si consideramos el émbolo en el fondo del cuerpo de bomba y sumergimos la cánula en algún líquido, en el momento de ascender el émbolo se formará en la par-

te inferior del cuerpo de bomba un vacío que será ocupado inmediatamente por el líquido que penetra al través de la cánula. Este líquido puede ser rechazado ejerciendo presión sobre el émbolo; pero su salida la hará por la misma cánula que le dió entrada.—No sucede así con las bombas compuestas que vamos á describir.

En éstas hay una especie de láminas ó conos movedizos que entran en otros conos huecos, y á las que se designan con el nombre de *válvulas*.—Estas pequeñas piezas están destinadas á impedir la salida del líquido en un sentido y favorecerla en otro.—Si en una bomba simple, como la geringa, suponemos dos de estas válvulas, una colocada en el fondo del cuerpo de bomba, y otra en una abertura que se practique en el espesor del émbolo, sucederá: que si hacemos funcionar éste, no habrá inconveniente para que el líquido penetre en el interior del cuerpo de bomba, en el supuesto de que la válvula colocada en él se abra de fuera á dentro. Pero si bajamos el émbolo, el líquido que se halla oprimido por él no podrá regresar á la cánula por impedírsele la válvula que la cierra herméticamente, en cuyo caso buscará otro punto de salida, siendo éste al través del émbolo mismo, venciendo la resistencia de la otra válvula que la hemos supuesto colocada en su espesor y movable de dentro á fuera. Esta disposición, al mismo tiempo que favorece la salida del líquido cuando el émbolo baja, impide la entrada de aire cuando aquel sube.—He aquí la manera de funcionar de una bomba compuesta: falta sólo la añadidura de un tubo de salida al líquido rechazado, para tener lo que hemos denominado bomba *aspirante impelente*.

Pasemos á hacer algunas consideraciones acerca de las partes constitutivas de una bomba compuesta.

Las condiciones que debe tener el *cuerpo de bomba* son: que el fondo sea plano para que pueda adaptarse bien el émbolo, y que sea un cilindro perfecto para que aquel deslice con suavidad y sin trabajo.

En cuanto al *émbolo* se necesita que esté formado de una sustancia que pudiendo conservar indefinidamente su forma, no pueda hincharse exesivamente para que no se ajuste demasiado al cuerpo de bomba.—En el día se construyen los émbolos de un metal cualquiera cubierto por una capa de vaqueta impregnada de aceite. Pero para que desempeñen bien éstos su función, se ne-

cesita que estén formados de una cubierta que partiendo del medio del émbolo se dirija hacia abajo, y de otra que comenzando en el mismo sitio envuelva la otra mitad del émbolo hacia la parte de arriba.—Esta disposición hace que la cubierta de vaqueta se aplique contra el cuerpo de bomba, con tanta mayor fuerza, cuanta mayor sea la presión ejercida en el líquido.—Es inútil indicar que para que un émbolo desempeñe bien su función no debe permitir el paso del aire al interior del cuerpo de bomba, porque entónces no haría el vacío perfectamente.

Respecto de las válvulas, diremos únicamente, que deben estar construídas de una sustancia inalterable á los líquidos, y que en lo posible sean de poco peso, y que al mismo tiempo, cierren herméticamente la abertura en la que estén colocadas.

Por último, la cánula debe ser en proporción al tamaño de la bomba y al oficio que esta debe desempeñar. Para elevar el agua en los pozos, se solía construir antiguamente cánulas muy largas, pero nunca más alla de diez metros, porque en tal caso la presión atmosférica que es la que obliga á elevarse el agua, no es suficiente para equilibrar una columna líquida de tanta extensión. En el día las bombas destinadas á este fin, se suelen colocar en el fondo del pozo, desde el que sube el líquido por un tubo metálico que contiene en su interior flojamente una barra de hierro destinada á mover el émbolo, gracias á una palanca colocada fuera del pozo.—De este modo puede elevarse el agua á cualquiera altura, porque una vez escapada del cuerpo de bomba, puede subir en proporción á la fuerza que recibe de la palanca, siendo en este caso el poder ascensional independiente de la presión atmosférica.

200. Bombas médicas.—Estas tienen por objeto inyectar en el interior de las cavidades del organismo humano cualesquiera líquidos, ó bien aspirar ó extraer los que en él se hallen contenidos por causa de enfermedad.—En algunas ocasiones se extraen líquidos patológicos, y en seguida se inyectan sustancias medicamentosas, sea para que éstas queden definitivamente en el organismo, ó bien para vaciarlas en seguida de producir el oficio de simple *lavado*.

Las geringas son los aparatos más sencillos y los más

usuales entre los que venimos describiendo. Hay de varias clases: las antiguas consistían en un cilindro metálico hueco, en el que entra un émbolo macizo. Esta especie de geringas constan de una sola cánula; pero hay otras, llamadas *clysobombas*, que tienen dos cánulas unidas en ángulo recto, una de las cuales tiene una llave para establecer ó interrumpir la comunicación con el cuerpo de bomba.—El objeto de esta segunda cánula es aspirar el líquido del recipiente que lo contiene, para ser en seguida inyectado por la otra cánula en la cavidad que se desea.

Las geringas que actualmente se hallan en uso son de caucho vulcanizado, y consisten en un tubo de esta sustancia que lleva al medio una ampolla ó dilatación para hacer el vacío.—El aparato tiene dos válvulas colocadas, ya sea á los dos extremos de la ampolla, ó bien, lo que es mejor, á las extremidades del tubo de caucho.—La válvula que se halla en la extremidad del tubo que se sumerge en el líquido, se abre de fuera adentro, mientras que la que está contigua á la cánula, se abre de dentro á fuera: cuando se comprime la ampolla del medio, el aire en ella contenido sale al exterior por la cánula; pero en el momento de dilatarse aquella, forma un vacío que es ocupado inmediatamente por el líquido que penetra por la extremidad sumergida.

Geringuilla de Anel.—Esta es una pequeña geringa metálica ordinaria, pero construída con sumo esmero. Tiene por objeto hacer inyecciones en el interior de los conductos lagrimales, por cuya razón la cánula es delgadísima, para que pueda entrar por los puntos lagrimales.—El cuerpo de estas geringuillas es de plata y la cánula de oro.—Tiene tres anillos: uno en el vástago del émbolo, en el que se introduce el dedo pulgar; los otros dos se hallan soldados con el cuerpo de bomba, y sirven para introducir los dedos índice y medio; por manera que el manejo se hace con una sola mano, como los que hemos llamado *clysobombas*.

Geringuilla de Pravaz, llamada también de *inyecciones hipodérmicas*.—Esta geringuilla que la vemos representada en la figura 49, es todavía más pequeña que la de Anel.—Su cuerpo de bomba es de vidrio, y el vástago del émbolo está dividido en espacios equidistantes, cada uno de los cuales, representa una gota de líquido que se

debe inyectar. Las geringuillas que se construyen hoy día tienen la capacidad de un gramo, y las divisiones del tallo metálico llegan á 20, las cuales se indican por medio de una pequeña tuerca que recorre el mismo tallo, pudiendo servir éste de punto fijo para inyectar mayor ó menor número de gotas.—En la parte inferior de la figura se deja ver separadamente la cánula propia de la geringuilla: es un tubo muy delgado de acero, á veces dorado, que termina en punta afilada para poderse punzar con ella la piel.—En la parte superior de la lámina se ve otra pequeña cánula propia de la geringuilla de Anel; pero que se la ha construido adaptable á la geringuilla de Pravaz.

Inyector de presión continua del Dr. Robin.—Este aparato que basta verlo representado en la figura 50 para comprender su manejo, consta como la máquina neumática de mercurio de dos vasos A y B, uno de los cuales A se eleva ó baja á beneficio de la manivela F.—El recipiente B se halla fijo y comunica por su parte inferior con el vaso A por medio de un tubo de caucho de paredes resistentes; por la extremidad superior, por D, con la atmósfera, y por C con un frasco bitubulado que contiene el líquido que se debe inyectar.—Si estando lleno el vaso A y tubo adyacente de mercurio, se lo eleva sobre el vaso B, el mercurio oprime el aire contenido en el B, y por tanto el que se halla en el frasco E: de esta manera el líquido que sirve para la inyección sale por la cánula G con mayor ó menor fuerza, según la altura á que se ha subido el recipiente A.

Inyectores elásticos.—A veces basta una sola ampolla de caucho vulcanizado armada de una cánula, para hacer el oficio de geringa. Después de introducida la cánula en el líquido, se comprime la ampolla con la mano para expeler el aire: si entonces se afloja la ampolla, asciende el líquido en el interior de la cánula llenando la bomba de caucho.—Cuando se desea una corriente continua, se hace uso de dos ampollas armadas



Fig. 49 Geringuilla para inyecciones hipodérmicas.

de sus respectivas válvulas, sirviendo en este caso la una de alimentadora, y la otra de *propulsora*.

Transfusores.—Desde la antigüedad se conoció el procedimiento de *transfusión* de la sangre, que consiste en pasar, mediante ciertas precauciones, la sangre de

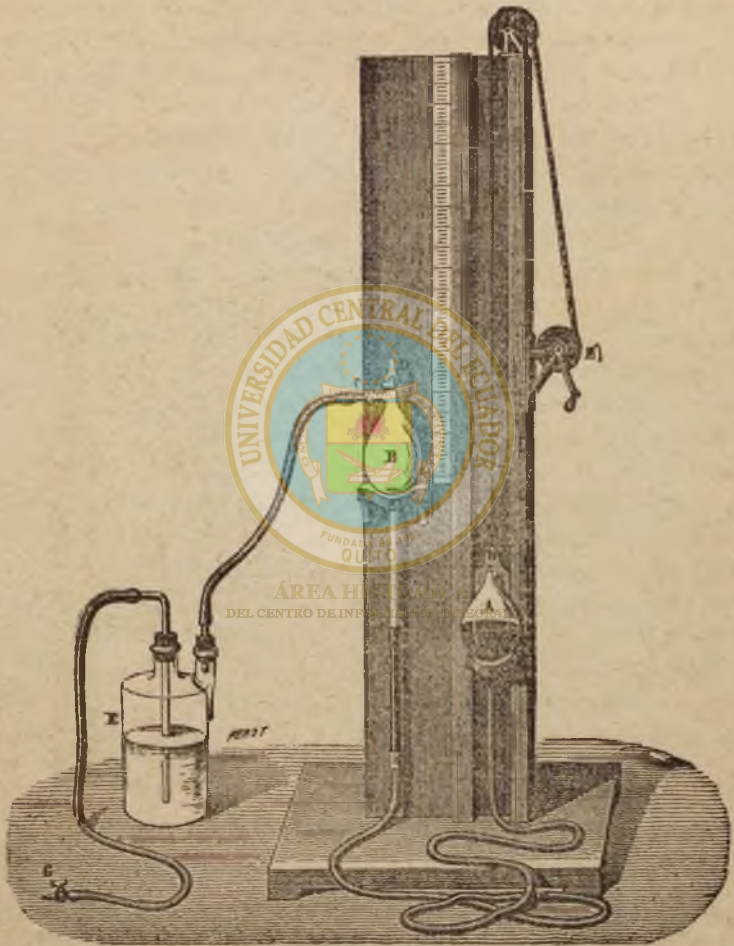


Fig. 50. Inyector de presión continua del Dr. Robin.

un individuo robusto á otro débil ó que hubiese perdido notable cantidad de aquel líquido y corriese riesgo inminente. Para que la operación sea provechosa se ne-

cesita evitar tres accidentes, cada uno de los cuales puede ser mortal.—Estos accidentes son: la coagulación de la sangre ó su enfriamiento, y la entrada del aire en las venas del individuo que necesita la transfusión.—Para lograr este intento, se han inventado multitud de aparatos, desde el tubo simple de comunicación, hasta otros muy complicados.—Describiré tan sólo el más usual por su sencillez, el de M. Collin, que ha sido recomendado por los cirujanos de más nota: lo vemos pintado en la figura 51. Como se ve, el aparato consta de dos partes principales: un pabellón ó embudo que recibe la sangre del brazo sangrado, y una bomba impelente con émbolo macizo y una sólo abertura de salida. Entre el pabellón y la bomba hay una especie de tubo ó vestíbulo cilíndrico

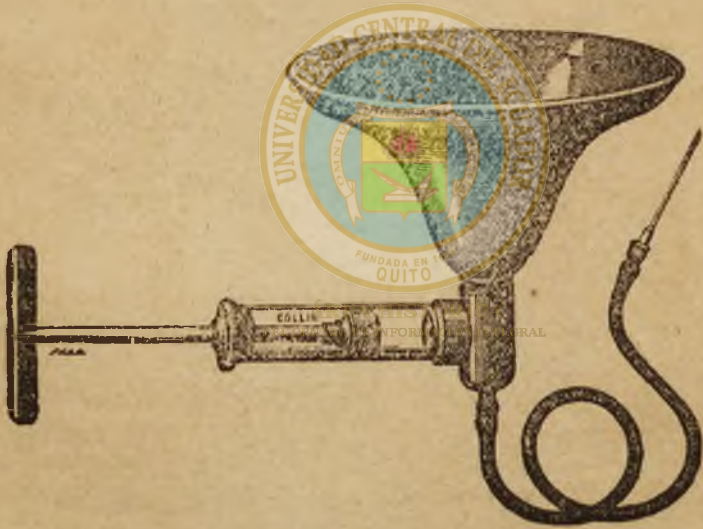


Fig. 51. Transfusor de Collin.

que comunica por un lado con el pabellón, por otro con el cuerpo de bomba colocado horizontalmente, y por último, con un tubo elástico que termina en una cánula que se introduce en la vena del transfucionado.—En el interior de la cámara ó vestíbulo hay una esfera de aluminio que se halla libre, y que por su ligereza puede sobrenadar en la sangre ó cerrar herméticamente la avertura de comunicación con el tubo elástico cuando ésta no existe.

Supuesto estos pormenores veamos como funciona el aparato.

Cayendo la sangre en el pabellón penetra en el interior de la cámara, la llena por completo y pasa también á ocupar el cuerpo de bomba.

En este estado, la esfera de aluminio flota sobre la superficie de la sangre, dejando el paso libre á ésta por el interior del tubo elástico cuando se ha bajado el émbolo. Si se ha agotado la cantidad de sangre que ocupa la cámara, desciende la estera y obstruye la abertura inferior, permitiendo así nuevo acceso de sangre al interior del cuerpo de bomba, y nuevo ascenso de la esferilla de aluminio, operación que se repite á cada golpe de émbolo.

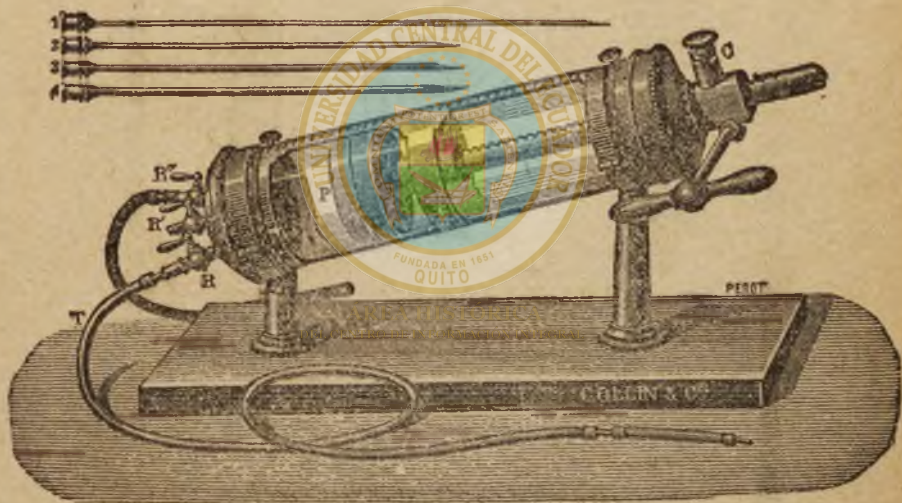


Fig. 52. Aspirador de Dieulafoy.

Bombas médicas aspirantes impelentes.—Conocemos dos bombas de esta clase que llevan el nombre de sus inventores.—La primera, que se denomina también *aspirador de Dieulafoy*, se halla representada en la figura 52. Consta esencialmente de un cilindro de cristal con armaduras metálicas, en el interior del que entra un émbolo P movido por una manivela y un piñón. En C hay un botón que puede subir ó bajar á expensas de un resorte

metálico destinado á impedir el descenso del émbolo cuando se ha hecho el vacío, lo cual se consigue por la disposición de los dientes que se ven en el tallo que sostiene el émbolo, los que permiten que éste avance hacia la derecha mas no á la izquierda.—En los últimos instrumentos construídos por Collín hay en C una es-

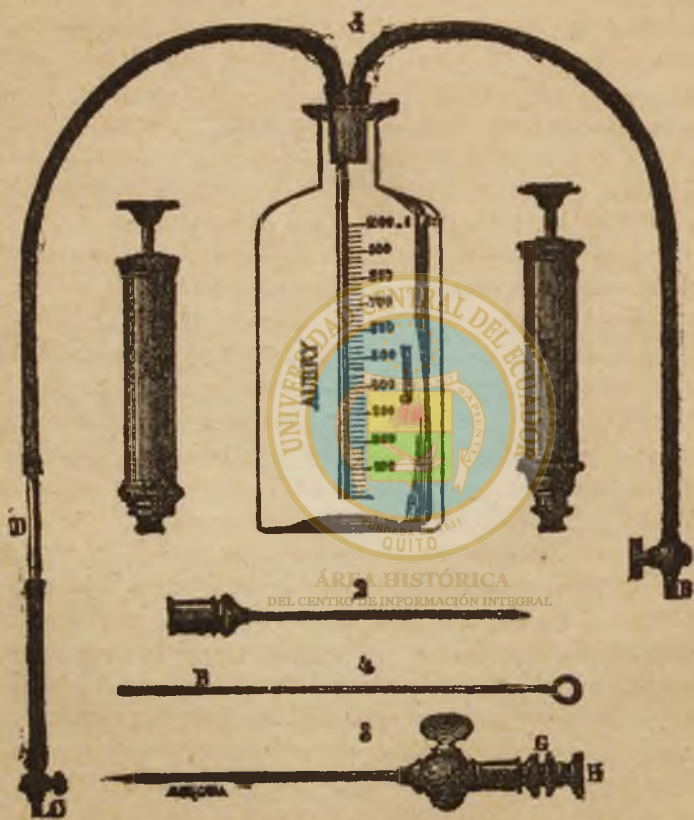


Fig. 53. Aspirador de Potain,

pecie de llave, que colocada horizontalmente deja libre paso al eje del émbolo; mientras que en la posición vertical, permite la salida, mas no la entrada de éste, por impedirselo el botón elástico C.—Este mecanismo tiene por objeto poder vaciar el aparato cuando se desee por cualquiera de las llaves R R' R", ó también inyectar

algún líquido medicinal en el interior de la cavidad patológica. Lo demás del aparato es fácil comprender con sólo ver la figura.

Para manejarlo se coloca un tubo T en una de las llaves indicadas (R R' R''): á la otra extremidad se adapta uno de los trocares 1, 2, 3, 4, según se quiera. Se cierran todas las llaves y se sube el émbolo P, con lo cual se determina un vacío que es ocupado inmediatamente, en el caso de haberse penetrado con el trocar en una cavidad que contiene algún líquido, y si se ha tenido cuidado en este instante de abrir la llave R. Generalmente se acostumbra destinar la llave R' para vaciar el aparato del líquido patológico después de haberse llenado el cuerpo de bomba; y la R'' para aspirar por medio de su tubo cualquier líquido medicinal que se quiera inyectar en la cavidad anormal.

Aspirador de Potain.—Este instrumento, fig. 53, difiere del anterior en que el cuerpo de bomba metálico se halla remplazado por un frasco de vidrio, en el que se hace el vacío á beneficio de una pequeña bomba. Hay la ventaja con este instrumento, que es más portátil y más barato que el Dieulafoy, y que el líquido que sale de la cavidad operada no ensucia el cuerpo de bomba. Su manejo es fácil, como puede verse prácticamente en el Hospital.

Ventosera.—Se da el nombre de *ventosera* á una pequeña campana de vidrio ú otra sustancia, que tiene por fin hacer un vacío mayor ó menor sobre la superficie de la piel, con el objeto de provocar mayor aflujo de sangre á la parte. Si la ventosera se aplica á una región del cuerpo sin otro requisito, la operación lleva el nombre de *ventosa seca*; pero si el lugar donde se le aplica ha sido previamente sajado con una navaja de barba, un bisturí ó un escarificador, la operación toma el nombre de *ventosa escarificada*.

Hay varias especies de ventoseras: unas están formadas enteramente de vidrio, y éstas se aplican quemando en su interior un poco de papel ó algodón cardado, ó simplemente, calentándola á la llama de una lámpara de alcohol. Por la acción del calor se dilata el aire del interior de la ventosera, para contraerse en seguida por el enfriamiento, y ocasionar un vacío parcial que es ocupado por las partes blandas de la región donde se ha aplicado.

Hoy se construyen ventoseras formadas de una ampolla ó dilatación de caucho ajustada sobre una copa ó campana de vidrio aplastada, fig. 54. Esta clase de ventoseras no necesitan de la intervención del calor; basta comprimir la ampolla de caucho para rechazar cierta cantidad de aire; si en este estado se aplica sobre la piel, y se afloja la ampolla que se tenía comprimida, la ventosera se adhiere fuertemente á la piel y desempeña el mismo oficio que la anterior.



Fig. 54. Ventosera de caucho.

Junod ha imaginado otra clase de ventoseras cuyo efecto es mucho mayor que el de las precedentes. Encierra una pierna ó brazo en el interior de una caja ó manguera de caucho, y provoca el vacío á expensas de una bomba aspirante-impelente, lo cual hace que acuda á la parte del miembro aprisionado una cantidad considerable de sangre. Estas ventoseras son de poco uso por los daños que pueden ocasionar en la circulación cerebral; porque cuando se manejan sin discernimiento pueden ocasionar hasta un síncope,

201. Absorción de los gases por los líquidos y disolución gaseosa.—Los gases poseen la facultad de penetrar y disolverse en ciertos líquidos con quienes están en contacto, y esta penetración se verifica como si el gas estuviese sometido á una presión exterior; quiero decir, que el volumen de un gas que ha penetrado en un líquido, disminuye considerablemente según sea la naturaleza del gas y del disolvente.

Hay líquidos que tienen grande afinidad con ciertos gases, de lo que proviene que es grande también su solubilidad. Es tal la solubilidad del gas clorhídrico en el agua, que cuando se destapa bajo este líquido una campana llena de gas, se precipita el agua con tanta fuerza, que es capaz de romper la campana, sino se ha tenido la precaución de elejir una de paredes bien resistentes; y aun así, se debe envolverla con un lienzo grueso para evitar una explosión peligrosa.

El grado de solubilidad de los gases está relacionado con su poder de liquidarse. Cuanto más facilmente se

liquida un gas tanto más fácilmente se disuelve en los líquidos; así el gas clorhídrico, el amoniaco, el sulfuroso, el carbónico etc. que se liquidan á bajas presiones, son también los más solubles; mientras que los gases que fueron reputados como permanentes, tales como el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, óxido de carbono etc. que necesitan enormes presiones para liquidarse, resisten también considerablemente cuando se trata de disolverlos. No obstante, depende también de la naturaleza del disolvente y de la temperatura á que se efectúa. A cada grado de calor corresponde diverso coeficiente de solubilidad. La experiencia enseña que: *para un mismo gas, un mismo líquido y una misma temperatura, el volumen de gas absorbido ó disuelto en un volumen dado de líquido es constante, cualquiera que sea la presión bajo la que se haya efectuado la solubilidad*; entendiéndose que el volumen absorbido sea medido á la misma presión.

Cuando se pone una mezcla gaseosa en presencia de un líquido, éste disuelve de cada uno una cantidad proporcional á su grado de solubilidad. Sucede lo mismo que cuando varios sólidos se ponen en contacto de un líquido; todos ellos se disuelven en proporciones determinadas.

De esto resulta que la mezcla ya disuelta, difiere, á veces, de la mezcla existente antes de la disolución.

202. Cambio de los gases en el pulmón. Hemátosis.—En Fisiología se sabe que al atravesar la sangre venenosa por el pulmón, se desprende de una parte del ácido carbónico para absorber un volumen casi igual de oxígeno que lo toma del aire atmosférico: la sangre entonces se *arterializa*, cambiando su color obscuro en rojo escarlata.—A este cambio recíproco de los gases se dá el nombre de *hemátosis*.

Este fenómeno no es tan sencillo como parece: no se trata de una simple difusión ni de una ósmosis gaseosa, sino que intervienen otras circunstancias que complican su resultado. Es preciso tener en cuenta que el ácido carbónico se halla disuelto en la sangre, y no en estado de libertad como pudiera suponerse.—Por otra parte hay que atender también á que el oxígeno se halla mezclado con otros gases que no penetran en el interior del organismo, ó si han penetrado, no aprovechan de

ellos. Se debe también tomar en cuenta la afinidad que tienen los glóbulos de la sangre con el óxígeno.

203. Pneodimánica Pneómetros- Anapnógrafos.—Se pueden considerar los pulmones en su manera de obrar fisiológica á una bomba aspirante-impelente en la que el movimiento de succión ó aspiración es activo, mientras que el movimiento opuesto es pasivo.—La dilatación de la caja torácica, es debida, en efecto, á la contracción de los músculos intercostales y del diafragma (66 c.); mientras que el movimiento de la espiración es debido al relajamiento lento y sucesivo de estas mismas potencias musculares.

El volumen de aire que en el estado fisiológico penetra en cada inspiración, y el que sale á cada espiración, representa en cada individuo su *capacidad respiratoria ordinaria*, que para la generalidad de personas se puede calcular por término medio en $\frac{1}{2}$ litro.

Después de espelido el aire por una espiración ordinaria, se puede todavía por un esfuerzo de los músculos espiradores, arrojar una nueva cantidad de aire, que es lo que constituye la *reserva respiratoria* (Hutchinson); pero entonces queda todavía cierta cantidad de gas en los pulmones, llamada *residuo*, por grande que haya sido el esfuerzo espiratorio.

Si después de un movimiento de espiración forzada, se hace una inspiración profunda, penetra en el interior de los alveolos pulmonares una cantidad mayor de aire que la necesaria para llenar la capacidad respiratoria ordinaria y la reserva; se tiene así un tercer volumen de gas que Milne-Edwards llama *capacidad complementaria*.—La suma de estos tres volúmenes representa la *capacidad vital* de Hutchinson, ó capacidad inspiratoria extrema de Milne-Edwards.—Añadiendo el residuo á la capacidad vital, se obtiene la *capacidad absoluta* de los pulmones.

Se han construido varios aparatos para medir la capacidad pulmonar con el nombre de pneómetros ó espirómetros, que los describiremos muy sucintamente.

El de Hutchinson es semejante á un gasómetro de gas de alumbrado.—El aire espirado entra en la campana por un tubo elástico.—Consta de una pequeña campana que se sumerge en una cuba de agua: de su vértice pende un contrapeso que sirve para contrarestarla, lo cual fa-

cilita su movimiento de ascenso ó descenso.—El individuo sometido á la prueba respira en un tubo elástico que penetra bajo el recipiente.—Según la altura á que ha llegado la campana se deduce la capacidad respiratoria.

El espirómetro de Boudin consiste en un saco de caucho de paredes muy flexibles que recibe también el aire espirado.

Estos dos instrumentos no carecen de defectos, los que se pueden notar sin otra explicación.

Guillet concibió una idea más feliz pero tampoco muy precisa.—Su instrumento que lo llamó *pneusímetro de hélice*, consiste en un pequeño tubo que contiene en su interior un molinete semejante á un anenómetro meteorológico.—Por el número de vueltas que el molinete da en un tiempo dado, deduce la cantidad de aire que ha salido de los pulmones, y por tanto, su capacidad respiratoria.

En mi concepto la manera más fácil y segura de obtener la medida de la capacidad pulmonar, sería sumergiéndole al individuo sometido á la prueba en un baño de agua, en el que el nivel del líquido indicaría la cantidad de aire que ha penetrado en los pulmones.—Para hacer esto con precisión se pudiera construir un recipiente especial en el que, teniéndolo sumergido al individuo en prueba, no le permitiése ningún movimiento de elevación ni descenso en el cuello, dejándole por otra parte libertad plena para la respiración.—La medida exacta del volumen de agua desalojada pudiera hacerse en un tubo de vidrio graduado que comuniqué con el aparato, el que daría con bastante exactitud no sólo la capacidad pulmonar ordinaria, sino también la complementaria y la absoluta.

(Continuará).
