

FISICA APLICADA A LA MEDICINA, CIRUGIA, HIGIENE Y FARMACIA.

(Continuación).

Si por el contrario, hay exceso de presión exterior, como cuando se lo encierra á un individuo en un recinto en el que hay gas comprimido, se dejan sentir los mismos estragos anteriores, pero entonces, por exceso de presión exterior y falta de equilibrio interior; de lo que se deduce que, sea por falta ó exceso de presión, los fenómenos que sufre el hombre se revelan casi por iguales manifestaciones ó síntomas. Por poco que se traspasen los límites de la presión exterior, se hace ya incompatible con la vida; basta muchas veces la presión de dos á tres atmósferas para que el individuo termine con la muerte, así como cuando es gradual y bien manejada, produce á veces bienestar y cura algunas enfermedades.

Pasemos ahora al estudio de la acción que ejerce la atmósfera en el organismo humano en las condiciones ordinarias de presión.

En las condiciones ordinarias de presión la atmósfera es indispensable para el buen juego de los órganos tanto interiores como exteriores. Las articulaciones no tendrían fácil manejo si la atmósfera con su peso no ayudase á soportar el peso de los miembros. Como en el interior de las superficies articulares no existe gas alguno, sino que están barnizadas del líquido sinovial que facilita la unión de las superficies articulares favoreciendo al mismo tiempo su deslizamiento, la presión atmosférica desempeña en ellas oficio muy importante. Cuando por algún incidente ha penetrado el aire exterior en el interior de la cavidad articular, es rechazado el miembro y se hace pesado é incapaz para el movimiento.

Las cavidades que mantienen vacíos virtuales favorecen el movimiento de los órganos en ellas contenidos. De esta manera los pulmones se dilatan en virtud de la presión atmosférica, porque dilatándose el pecho por la acción de los músculos y no siendo posible la formación de vacío entre la pleura parietal y la pulmonal, se ve obligado el pulmón á seguir el movimiento de la caja torácica dilatándose, fenómeno que constituye la respiración.

La circulación sanguínea reconoce también como causa cuadyuvante la presión de la atmósfera. En efecto, al dilatarse las aurículas en el momento de la diástole se forma en ellas un vacío que es ocupado inmediatamente por la sangre que contienen las venas y en las que se ejerce la presión de la atmósfera.

B].—EFECTOS DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA POR RAZÓN DE SU COMPOSICIÓN.—El efecto fisiológico de la respiración es la penetración de cierta cantidad de oxígeno en el interior de los pulmones, para de allí pasar al torrente circulatorio á beneficio de la ósmosis gaseosa que se verifica entre este gas que viene del exterior y el ácido carbónico existente en la sangre, el cual por ser inútil y aun perjudicial al organismo, debe ser expelido fuera de él. Por consiguiente, el fenómeno fisiológico de la respiración será tanto más natural y mejor desempeñado, cuanta mayor sea la cantidad de oxígeno del aire atmosférico que en un tiempo dado penetre al torrente circulatorio. Según ésto, dos pueden ser los motivos de insuficiencia de la respiración, la rareza del número de respiraciones ó la escasez del elemento vivificador, el oxígeno. No tratamos ahora de manifestar las circunstancias en las que acontece lo primero; es de nuestra incumbencia estudiar únicamente las condiciones en que puede suceder lo segundo.

ÁREA HISTÓRICA

Sabemos ya las proporciones de cada uno de los gases que componen la atmósfera: se recordará que en 100 partes de aire en volumen, las 21 casi son de oxígeno y el resto de nitrógeno. Ahora bien, fácil es comprender que enrareciéndose el aire atmosférico en un espacio determinado, estas proporciones se reducirán considerablemente según el grado de enrarecimiento: el aire que ocupa un volumen dado, un metro cúbico, por ejemplo, á la presión de $0^m.76$ no tendrá la misma cantidad de oxígeno que otro que soporta tan sólo la presión de $0^m.553$ como sucede á nuestra altura en la meseta de Quito. Si ésto es así, un individuo que hace en un minuto 18 respiraciones no introducirá en sus pulmones á esta altura la misma cantidad de oxígeno que otro que estuviese al nivel del mar, en Guayaquil por ejemplo; luego le es preciso al primero aumentar el número de respiraciones para poder abastecerse, por decirlo así, de la cantidad de oxígeno que su organismo necesita para

desempeñar bien sus funciones. He aquí pues, el primer efecto y el más sencillo entre aquellos debidos á la pobreza de oxígeno por rarefacción del aire, á saber: mayor número de respiraciones en un tiempo dado. Este es el efecto inmediato: pero hay otro todavía que deja huellas más profundas en el organismo: quiero hablar de las funestas consecuencias que trae consigo la mala oxidación de la sangre en los habitantes que ocupan las regiones elevadas, marcándose de preferencia en el sexo femenino.

La insuficiencia de la respiración va lentamente destruyendo los glóbulos sanguíneos, ó por lo menos impide que se formen otros nuevos. De esto proviene que ciertas personas comiencen á sufrir ciertas alteraciones funcionales aún en los demás órganos, siendo talvez el estómago el primero que las siente y el que dá el grito de alarma. La falta de hambre (anorexia) la repugnancia á cierta clase de alimentos, son las primeras manifestaciones de la *cloro anemia* (escasez de sangre). En este caso el malestar del estómago viene á ser nueva causa de mala nutrición, y por tanto, favorece por su lado la pobreza de la sangre. Es sí digna de notarse la benéfica influencia que los lugares elevados, tales como Quito, ejercen en la salud de los que padecen de la enfermedad tan común en los lugares bajos, la tisis; pero esto no se puede explicar de otra manera que admitiendo ó la presencia de bacilos, en cuyo caso hay también que admitir que estos seres no se aclimatan muy bien en un lugar de aire enrarecido, ó que la enfermedad proviene de una sobreoxidación de los elementos de la sangre, lo que en mi concepto es menos probable.

195. APLICACIONES A LA HIGIENE.—De lo expuesto anteriormente se deduce que, para conservar la salud hay que evitar con esmero los cambios súbitos en la presión atmosférica; pues tanto daña un exceso de presión, como su disminución rápida. ¿Cuántas veces no se han visto roturas del tímpano por exceso de presión por sólo el disparo de un cañón ó un golpe recio dado en el oído?

Respecto de la insuficiencia del aire respirado, hay que cuidar que esta no se prolongue por mucho tiempo, y si por necesidad hay que permanecer en lugares malos, para mantener el equilibrio interior de las oxidaciones, conviene hacer frecuentes paseos fuera del lugar.

donde se pueda tomar aire en mejores condiciones. Por la misma razón, se debe evitar el acúmulo de individuos en lugares reducidos en donde pueda viciarse el aire atmosférico, porque entonces á la falta de oxígeno se agrega la presencia de otros gases dañosos provenientes de la respiración y demás funciones del organismo.

196. *Pipeta*.—Si se sumerge en un líquido cualquiera uno de los extremos de un tubo, y se hace el vacío aspirando por el otro extremo, el líquido asciende en el interior del tubo en virtud de la presión atmosférica. Si el tubo tiene una dilatación ó ampolla al medio, se podrá introducir mayor cantidad de líquido. En este estado, si se cubre la extremidad superior con el dedo, el líquido permanecerá en el interior del tubo aún cuando se halle libre la extremidad inferior; pero si se separa el dedo que impide la entrada del aire, el líquido desciende como en cualquier tubo abierto. Un instrumento construído de esta manera, lleva el nombre de *pipeta*, y sirve para decantar pequeñas cantidades de líquido de los vasos muy estrechos, ó que el líquido en ellos contenido deba permanecer tranquilo.

197. *Sifón*.—Si tomamos un tubo encorvado y de ramas desiguales, é introducimos la rama más corta en un vaso lleno de líquido y aspiramos por la extremidad de la rama mayor que se halla fuera del vaso, el líquido subirá en el interior del tubo por la presión atmosférica que se ejerce en su superficie; si entonces separamos la boca de la extremidad de la rama mayor, el líquido fluirá por ésta, y la salida será constante, mientras haya diferencia entre el nivel interior del vaso y extremidad exterior del sifón. La salida del líquido tiene lugar por el peso de la columna líquida de la rama mayor que es más pesada que la de la rama menor.

Hay sifones que permiten constante salida del líquido, y otros que la dan intermitente: cualquiera que sea su disposición sirven tan sólo para líquidos no corrosivos, es decir, para aquellos que no pueden dañar la boca en el momento de la succión. Mas si se trata de líquidos, que, como los ácidos, pueden dañar en el momento de hacer la aspiración, se hace uso de sifones de tres ramas, ó lo que es mejor, del que vamos á describir con el nombre de sifón de Sedlaczek.

En un tubo bastante ancho C (fig. 45) penetran á

roce suave al través de un tapón que cierra la extremidad superior, un tubo más pequeño *d* y la rama más corta de un sifón ordinario. La extremidad inferior del tubo grueso C se halla abierta por un pequeño orificio y tiene la forma de embudo.

En el interior de esta extremidad, en *b*, hay una pequeña esferilla ó bolita de vidrio, que hace el oficio de válvula en un momento dado. Para hacer funcionar el pequeño aparato, se sumerge el tubo C en el líquido que se trata de decantar, y se espera hasta que éste lo llene casi por completo: en este momento, se insufla aire soplando por la extremidad *d*, con lo que aumenta la presión interior, y hace que se aplique la esferilla contra las paredes del tubo C, cierre la extremidad inferior, y al mismo tiempo se eleve el líquido por la rama menor del sifón, para descender después por la mayor constantemente, como en el sifón ordinario.

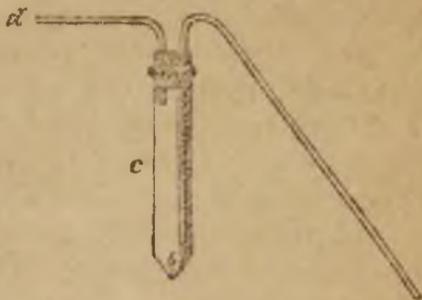


Fig. 45. Sifón de Sedlacek.

En cirugía se emplea el sifón para la irrigación continua de las heridas y de las partes inflamadas: regularmente se hace uso de un tubo de caucho que produce el mismo efecto. A falta de sifón se hace también uso, especialmente en la gente pobre, de un paño mojado que se sumerge en parte en una aljofaina de agua, dejando sus extremidades caídas fuera del borde del recipiente. Por acción de la capilaridad, el paño se mantiene siempre tan húmedo que permite la caída constante de algunas gotas de agua, suficientes para refrigerar la parte afectada.

198. Máquina neumática.—La máquina neumática es un aparato que tiene por objeto hacer el vacío, ó sea, retirar el aire de un receptáculo cualquiera. La más sencilla consta de dos partes esenciales: un cuerpo de bomba A (fig. 46) en el interior del cual se mueve un émbolo P, el cual tiene una abertura en el centro cerrada por una válvula D que permite la salida mas no la entrada del aire. La extremidad inferior del cuerpo de bomba, co-

munica con un recipiente ó campana de vidrio R por medio de un tubo C.

Supongamos que la campana R se encuentra llena de aire á la presión ordinaria, y que el émbolo P se halla en la parte más baja del cuerpo de bomba A: si en este estado se levanta el émbolo por medio de su manubrio, tenderá á formarse un vacío en el fondo del cuerpo de bomba que será ocupado inmediatamente por el aire que partiendo del depósito R se introduce por el tubo de comunicación C. Bajando entonces el émbolo P, el aire encerrado en el cuerpo de bomba no podrá regresar al depósito R por otra válvula que se halla colocada para el caso en el punto B; por consiguiente el aire que ocupa el cuerpo de bomba, encontrándose oprimido por todas partes vencerá la resistencia de la válvula D y saldrá al exterior. Si se repite varias veces la misma operación, se irá vaciando poco á poco el aire contenido en el depósito R; pero nunca llegará á agotarse por completo, por dos razones: la primera, porque dilatándose el aire por su

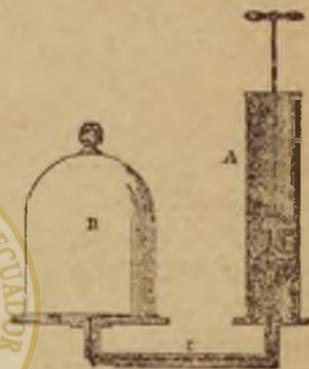


Fig. 46. Prncipio de la máquina neumática.

elasticidad, ocupa siempre el depósito R y sólo una parte pasa al cuerpo de bomba; por manera que dicho fluido llena siempre ambos espacios, por enrarecido que se halle, y por frecuentes que sean los golpes de émbolo; pues su volumen debe repartirse proporcionalmente en las dos capacidades que encuentra, lo que equivale á decir que no es posible vacío absoluto con el aparato que estamos describiendo. La segunda razón consiste en que, después de ejecutados algunos golpes de émbolo, se acumula tan pequeña cantidad de aire en el cuerpo de bomba, que su elasticidad no alcanza á vencer el paso de la válvula D, de lo que proviene que el gas se contrae y dilata alternativamente sin salir al exterior, siendo ésta la circunstancia que, en definitiva, pone límite al vacío.

A pesar de los inconvenientes que acabamos de notar, se han construído últimamente máquinas neumáticas tan perfeccionadas que llegan á enrarecer tanto el aire, que la presión bajo el recipiente apenas llega á

una columna mercurial de $\frac{1}{2}$ milímetro de altura, y, en algunas, aún menos.

La figura 47 representa el modelo de una máquina de esta naturaleza y la 48 todavía más perfeccionada. En la figura 47 en vez de un solo cilindro ó cuerpo de bomba, hay dos que funcionan alternativamente y enrarecen el aire casi de una manera continua. La presencia de dos cuerpos de bomba tienen la ventaja de hacer menos molesto el manejo de la máquina: con un solo cuerpo de bomba hay que vencer la resistencia que opone la presión atmosférica; mientras que cuando hay dos, esta resistencia se equilibra en parte. El movimiento alterna-

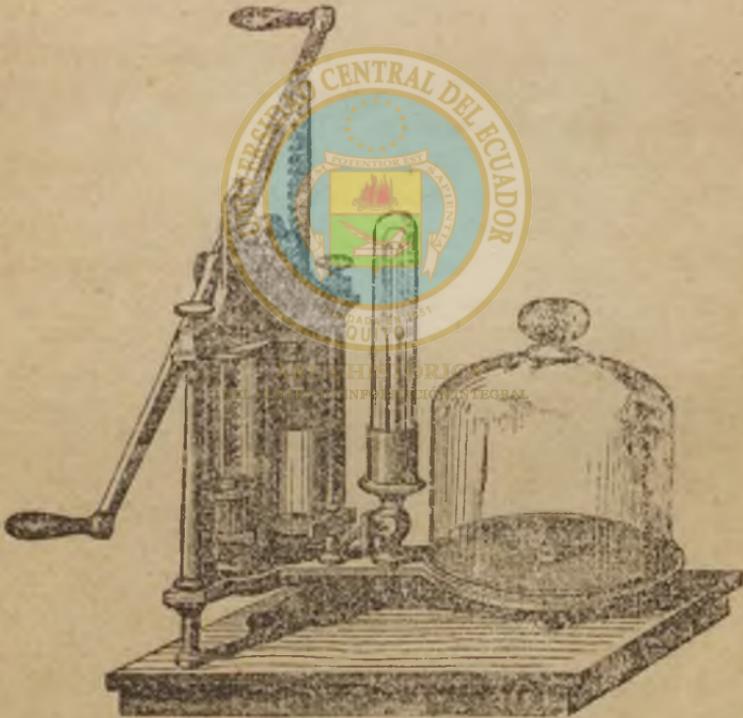


Fig. 47. Máquina neumática con dos cuerpos de bomba. •

tivo de los dos émbolos se obtiene por el juego de una palanca sujeta á una rueda dentada, la cual engrana en dos barras dentadas que arrastran cada uno de los émbolos. La válvula destinada á cerrar la abertura de comunicación con el recipiente, se halla situada en el fon-

do del cuerpo de bomba, y consiste en un pequeño cono metálico unido á un vástago que atravieza el émbolo á frote fuerte, lo que permite que aquel siga los movimientos de éste; pero á fin de que la oclusión tenga lugar desde que el émbolo comienza á descender, el vástago no puede elevarse sino algunos milímetros, porque es detenido en su carrera por un tope que se encuentra en la cubierta del cuerpo de bomba. Entre el recipiente y los cuerpos de bomba, hay una *probeta* en el interior de la que se encuentra un *barómetro truncado* en forma de sífon, el que indica la presión ó el grado de enrarecimiento del aire, pero sólo cuando éste se halla muy avanzado.

El mayor perfeccionamiento que se ha dado á la máquina en cuestión, consiste en la añadidura de una llave de doble efecto, llamada también *llave de Babinet*, la cual se halla al medio de los dos cuerpos de bomba: se halla perforada en varios sentidos con el objeto de poner en comunicación el recipiente con ambos cuerpos de bomba, en cierta posición, ó el recipiente con un solo cuerpo de bomba, y éste con el segundo, cuando se ha dado media vuelta á la llave. Esta última posición que es la más favorable para el mayor enrarecimiento del aire, hace que el un cuerpo de bomba sirva tan sólo para acumular el aire que el otro le va proporcionando, hasta que llega un momento en que la elasticidad del aire es tal que puede vencer fácilmente la resistencia de la válvula que antes permanecía inmóvil, por ser mayor la presión exterior de la atmósfera que la interior del cuerpo de bomba. Entre los dos cuerpos de bomba hay también una válvula, pero ésta es vencida fácilmente, pues no gravita sobre ella el peso de la atmósfera: la pequeña cantidad de aire enrarecido del cilindro *propulsor* pasa fácilmente al *acumulador* porque en éste no encuentra otro obstáculo que el ligero peso de la válvula.

La *máquina á doble efecto de Bianchi* no tiene sino un cilindro, pero dispuesto de tal manera que el émbolo hace el vacío en el ascenso y en el descenso. La ventaja de esta máquina consiste en su fácil manejo, puesto que el movimiento del émbolo se verifica por la rotación de un volante armado de un manubrio.

(Continuará)