

el papel, es imposible que no sufra alguna deformacion. Se ha indicado comprobar los trazos que resultan con la mensuración de los diámetros del espesor y corregir en seguida el trazo resultante. Esto es posible, pero el resultado no es menos defectuoso.

El doctor Fournié pretende salvar la dificultad con la siguiente modificación en el manual operatorio. En lugar de tomar el punto de partida anterior en la base del apéndice xifóides, le toma sobre una línea vertical que pase sobre el pezón, y las dos ramas quedan fijas simétricamente. El diámetro mayor vértebro-mamario corresponde entonces á los dos extremos de la lámina de plomo. Cuando el trazo se toma por ambos lados, hay que tomar un tercero del espacio intermamario. El desprendimiento no es en este caso origen de deformacion, pero el transporte exige mucho cuidado.

Wuillez se ha ocupado especialmente de la mensuración torácica en las enfermedades agudas del aparato respiratorio, y dice de este procedimiento de diagnóstico: «No considero la mensuración como indispensable para establecer un diagnóstico, pero me ha servido más como medio científico y demostrativo que como medio de diagnóstico usual y práctico (1).»

Comprendida de este modo la medición torácica, ofrece un interés indudable.

El cirtómetro da: 1.º el perímetro torácico como una cinta graduada.

2.º Todos los diámetros horizontales del pecho, como el compás de espesor, que no puede representar más que un diámetro á la vez.

3.º Los trazos sobre el papel, presentando la forma de la curva circular del torax en diferentes dias de la enfermedad.

Es un instrumento de manejo delicado, cuyas ventajas no compensan su aplicación, y de todos los datos que suministra, uno solo basta en la práctica, y es la medida del perímetro total que la cinta graduada permite obtener con más facilidad.

Para seguir y comparar las mensuraciones diarias en un mismo enfermo, y deducir conclusiones prácticas, ha imaginado Wuillez representarlas por trazos análogos á los que se marcan las variaciones de la temperatura febril. Las líneas obtenidas de este modo presentan un verdadero interés, pero todavía secundario. Demuestran la ampliación torácica y la formulan, pero no prestan al diagnóstico ningún poderoso refuerzo.

*Conclusion.*—Pretender elevar la mensuración al nivel de la auscultación y de la mensuración sería un exceso, pero conserva su valor real. En resumen:

(1) Wuillez, *loc. cit.* p. 25.

La mensuración por medio de la cinta métrica es de una ejecución delicada; da siempre datos preciosos en cuanto son comparables, pero los errores quedan siempre los mismos y oscilan en límites muy restringidos.

La mensuración de los diámetros del torax puede hacerse con exactitud por medio del compás de Baudelocque.

La mensuración cirtométrica no tiene instrumento fiel y fácil de manejar. El procedimiento por las láminas de plomo, modificado por Fournié, es el mejor. Por lo demás, la simple medida con la cinta métrica parece satisfacer las necesidades de la práctica.

#### § V.—Espirometría.

La espirometría tiene por objeto la medida de la capacidad respiratoria. Es un medio de exploración muy importante, pero muy complicado para extenderse en la práctica diaria.

No podemos entrar desde luego en el estudio de los diferentes espirometros, sin explicar primero qué debe entenderse por capacidad respiratoria. Una respiración se compone de una inspiración y una espiración. La inspiración introduce aire puro en el pulmón, la espiración expulsa el aire viciado por la hematosis; pero el pulmón no se vacía por completo en cada espiración, pues conserva siempre cierta cantidad de aire. El volumen de aire que en las condiciones normales entra en cada inspiración en los pulmones, ó que sale en cada espiración, representa lo que se ha llamado *capacidad respiratoria* y mide el débito normal de la bomba torácica.

Una espiración forzada disminuye la capacidad pulmonar y lanza un volumen de aire que se llama *reserva respiratoria*, dejando aun en el pulmón el *residuo respiratorio*.

¿Una inspiración forzada sucede á una espiración forzada? Penetra en el pulmón, además de la cantidad de aire que representa la cavidad respiratoria normal y la reserva, un tercer volumen que representa la *capacidad complementaria*.

La suma de estos tres volúmenes constituye la *capacidad vital* ó *capacidad respiratoria extrema*, la que, unida al residuo, da la *capacidad pulmonar absoluta*.

La medida de estas diferentes capacidades constituye el objeto de la espirometría.

¿Cuáles son, pues, las aplicaciones clínicas de la espirometría? Se ha pretendido hacerla servir para el diagnóstico de la tisis tuberculosa pulmonar. Hasta hoy las indicaciones suministradas no tienen toda la precisión deseable.

Creemos que pudiera suministrar en las pleuresías indicaciones importantes. La capacidad respiratoria de un pulmon comprimido por un derrame varía necesariamente segun el grado de compresion que sufre, y esta con el volúmen del derrame. ¿No podriamos seguir la marcha de un derrame por la apreciacion cotidiana de la capacidad respiratoria? Nos parece posible. No podemos, sin embargo, apoyar esta opinion en hechos y experimentos precisos.

Schneevoogt ha estudiado con esmero la espirometría clínica. De estos estudios deduce:

1.º La relacion de la capacidad del torax con la estatura es la mas importante bajo el punto de vista práctico.

2.º En los hombres, esta relacion es próximamente la siguiente: un hombre de 1<sup>m</sup>,50 de altura debe tener una capacidad torácica de 2 litros 35, que aumenta 5,2 centilitros por cada centímetro más de la talla indicada. En una mujer de igual estatura, la capacidad solo es de 2 litros, y el aumento por centímetro 3 centilitros.

3.º Una disminucion de 5 centilitros no debe hacer presumir una enfermedad pulmonar.

4.º La espirometría no sustituye, sino que auxilia á los otros medios de exploracion.

5.º Es un recurso útil para diagnosticar las afecciones orgánicas del pulmon en su principio y deberia emplearse por las comisiones de revision, las sociedades de seguros sobre la vida, etc.

6.º Descubre la tuberculizacion en épocas en que no la revela ningun medio exploratorio.

7.º Asegura el diagnóstico de la tisis confirmada, y sirve para medir la extension, marcha y progresos á la mejoría.

8.º La espirometría puede dar resultados en los casos de pleuresía y pulmonía, empiema, edema pulmonar é hidrotorax.

9.º En las laringitis y bronquitis, cuando la disminucion de la capacidad torácica es considerable, demuestra la coincidencia de una lesion del tejido pulmonar.

10. Las afecciones del corazon exentas de complicaciones no modifican la capacidad aérea del torax.

11. Las desviaciones muy pronunciadas del ráquis la disminuyen.

12. Los tumores abdominales disminuyen el volúmen del aire espirado. El embarazo parece que constituye excepcion de esta ley (100 observaciones).

13. La influencia de la debilidad general es insignificante.

14. La espirometría da un gran servicio cuando disipa el temor de una tuberculizacion incipiente.

Hecht (1) deduce, en un trabajo importante y concienzudo sobre este particular, las siguientes conclusiones:

1.ª La espirometría, convenientemente empleada, da á conocer la capacidad respiratoria ó pulmonar vital.

2.ª La capacidad pulmonar vital no varia sensiblemente en las personas que se encuentran en condiciones idénticas de talla, edad y sexo.

3.ª Toda persona que no goza de una capacidad pulmonar vital, relacionada con su estatura, y en la que no se explica esta disminucion por la edad, el sexo ó por una obesidad muy considerable, puede ser considerado como afectado de una enfermedad torácica, ó á lo menos como sumamente dispuesto á contraerla.

4.ª En la tisis pulmonar, la espirometría suministra datos preciosos en una época en que los demás medios de exploracion no indican nada.

5.ª Apreciando en su justo valor la percusion, la auscultacion, etc., creemos que la espirometría adoptada en el diagnóstico de las enfermedades de pecho, proporcionará verdaderos servicios.

¿Es posible admitir que algunas granulaciones tuberculosas microscópicas en el principio de la tisis pulmonar puedan modificar la capacidad pulmonar? Creemos que no.

Segun Bonnet (de Lyon), no se puede menos de reconocer una alteracion grave en las funciones respiratorias y presumir lesiones anatómicas desde que el mayor volúmen de aire que puede lanzar un individuo adulto en una espiracion descende á 2 litros, litro y medio, un litro, y sobre todo á medio litro, como se ve en las tisis muy avanzadas y en las neumonías dobles. Entonces no hay necesidad de instrumentos frágiles, costosos y de manejo difícil para asegurar el diagnóstico; pues basta solo el oido y los dedos. Sin embargo, la espirometría representa un esfuerzo considerable en sentido de la precision de la fisiología patológica, y creemos que merece en este concepto un lugar en el arsenal médico.

Hutchinson (1846) (2) es, por decirlo así, el inventor del espirómetro. Los trabajos sobre este objeto anteriores al suyo son insignificantes.

1.º *Espirómetro de Hutchinson* (figs. 92 y 93). — Está construido segun el modelo de los gasómetros de las fábricas de gas. Consiste

(1) Hecht, *Essai sur le spiromètre*. Tesis de Strasbourg, 1855.

(2) Hutchinson, *On the capacity of the lungs and on the respiratory functions*. (*Med. chir. transactions*. London, 1846, t. XXIX, p. 137). — Véase el análisis hecho por La-ségue en los *Archives générales de médecine*, 1846, y Beaunis, *E'éments de physiologie*. Paris, 1876.

en una campana invertida ó gasómetro, 20, que penetra en un receptáculo de igual altura lleno de agua. Dos montantes, 9 y 10, que

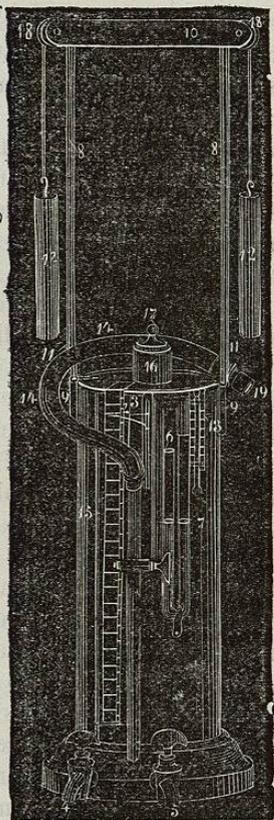


Fig. 92.—Espirómetro de Hutchinson antes del experimento.

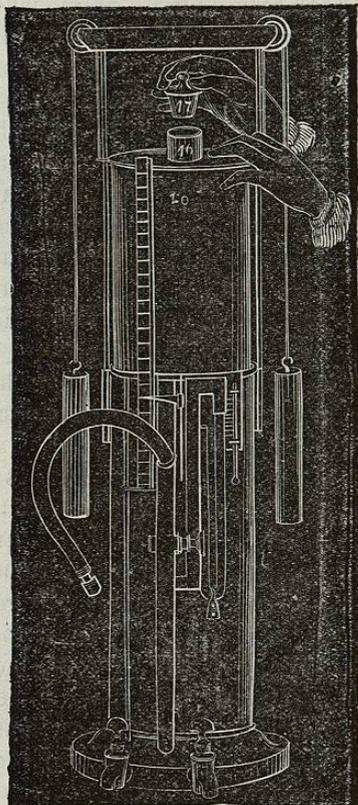


Fig. 93.—Espirómetro de Hutchinson despues del experimento.

La figura 92 representa el aparato al principio del experimento.—La figura 93 representa el mismo aparato al fin del experimento.—3, índice fijo al reservorio inferior, que indica sobre la regla graduada 15, movable con el gasómetro 20, el camino recorrido por este gasómetro cuando se eleva. Este índice indica, por lo tanto, el volumen del gas introducido en el aparato.—7, manómetro de líquido teñido que indica la diferencia de presión entre el aire exterior y el recogido en el aparato.—8, 8, 9, 9, vástagos que sirven de guías á la ascension del gasómetro.—10, travesaño sobre el que está fija una polea á cada extremo.—11, 11, cuerdas que elevan la campana pasando por las poleas 18, 18.—12, 12, contrapesos unidos á las cuerdas.—13, termómetro que da la temperatura interior de la campana.—14, 14, tubo respiratorio.—15, regla graduada fija al gasómetro y movable con él.—16, abertura superior del gasómetro.—17, tapon que cierra la abertura 16.—18, 18, poleas.—19, extremidad del tubo respiratorio.—20, gasómetro ó campana.

sostienen el receptáculo, se elevan á una altura igual á la suya, y llevan cada uno en su extremidad una polea, 18. Por cada una de estas poleas pasa una cuerda, 11, unida por uno de sus extremos al gasómetro, sosteniendo por el otro un contrapeso, 12. El gasómetro se encuentra así equilibrado en todos los momentos del experimento. Una regla graduada, 15, sobre la que se mueve un índice 3 fija al borde superior del reservorio, indica la altura á la que se eleva el gasómetro. Un tubo en U penetra en el receptáculo por su base, y una de sus ramas asciende hasta el fondo del gasómetro; la otra, provista de una alargadera de cautchouc y de un embudo, va á la boca del sujeto del experimento; este es el tubo respiratorio, 14. Una llave ó una válvula permite la entrada del aire en este tubo, y se opone á su salida. Un manómetro de líquido teñido, 6, 7, indica la diferencia de presión que puede existir entre el exterior y el aire contenido en el gasómetro; es un tubo de cristal en U, una de cuyas ramas se abre al exterior y la otra en el gasómetro por encima del nivel del líquido contenido en el receptáculo. Un termómetro, 13, indica la temperatura interior del aparato. En el fondo del gasómetro hay una abertura, 16, cerrada, un tapon ó una llave, 17, que permite variar el instrumento una vez terminado el experimento.

El manejo es sencillo; el individuo hace una inspiración, aplica el embudo á su boca y expira en el tubo, y por consecuencia en el gasómetro que se eleva. Cuando ha terminado la espiración, la válvula del tubo respiratorio encierra el aire espirado. El operador lee entonces en la escala el grado correspondiente al índice. La escala indica centilitros. El operador deberá, en su cálculo, tener presente la presión y la temperatura. Para la presión se elevará ó descenderá un poco con la mano el gasómetro para igualar las columnas líquidas del manómetro. En cuanto á la temperatura, los libros de física dan las tablas que permiten referir los volúmenes de gases á diversas temperaturas, á volúmenes de temperatura fija.

2.º *Espirómetro de Hutchinson modificado por el mismo* (1).—Hutchinson se ha servido también de un espirómetro llamado de cuadrante. Es, en resumen, el que hemos descrito, introducido en una caja de madera en forma de pirámide cuadrangular. La escala está reemplazada por un cuadrante, cuya aguja se mueve por un mecanismo por los movimientos del gasómetro. Un vástago metálico atraviesa la caja de madera y maneja la llave fijada en el fondo del gasómetro. La llave que regula la entrada de aire en el tubo respiratorio, el manómetro y el termómetro están al exterior.

(1) Hecht, *Essai sur le spiromètre*. Tesis de Strasbourg, 1855.

3.º *Espirómetro de Wintrich*.— Es también el de Hutchinson modificado. Los dos montantes están reemplazados por uno solo que soporta una sola cuerda unida al centro del fondo del gasómetro y de un solo contrapeso. La escala está colocada sobre el gasómetro y el índice en el borde superior del receptáculo. En fin, una lámina de cristal fija en la pared del receptáculo permite apreciar el nivel del agua en el interior.

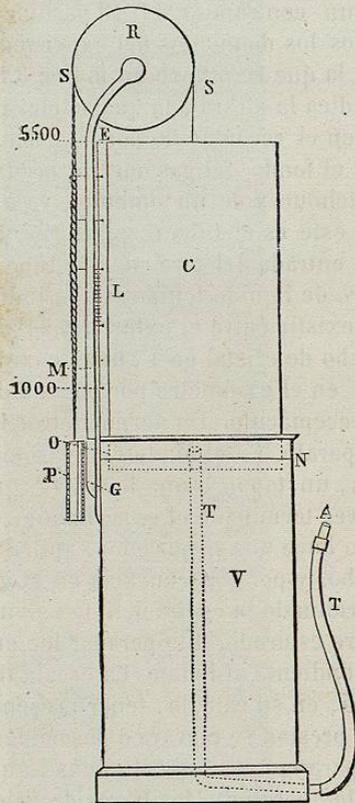


Fig. 94.—Espirómetro de Schnepf.

V, cilindro de latón.—T, T, tubo respiratorio.—A, embudo del tubo respiratorio.—C, campana ó gasómetro.—P, contrapeso.—S, cadena.—R, polea.—L, escala.—M, montante.—G, ranura que sostiene la escala.—N, superficie del líquido contenido en el receptáculo.—E, fondo del gasómetro.—O, parte inferior abierta del gasómetro.

las variaciones que sufre el peso de la campana, según se sumerge

(<sup>1</sup>) Schnepf, *Note sur un nouveau spiromètre d'une simplicité et d'une sensibilité extreme*. (Comptes rendus de l'Académie des sciences. 1856).

4.º *Espirómetro de Schnepf* (<sup>1</sup>).— Está construido como el de Hutchinson, el de Wintrich, etc., según el modelo de los gasómetros de las fábricas de gas, pero presenta muchas modificaciones ventajosas. El autor le describe así (fig. 94): Un cilindro de latón V, de 0<sup>m</sup>,35 de alto y 0<sup>m</sup>,18 de diámetro, cerrado solo por su parte inferior, á la que une un pié igualmente cilíndrico que sirve de recipiente. Un tubo T, de 0<sup>m</sup>,015 de diámetro, se eleva verticalmente en el eje del recipiente, atraviesa el fondo y se dobla en el pié, y sale fuera para continuarse con un tubo de cautchou de variable longitud, pero que termina en una embocadura ligeramente cónica A; este es el tubo respiratorio. Una campana cilíndrica C de latón, de 0<sup>m</sup>,30 de alto por 0<sup>m</sup>,16 de diámetro, invertida sobre el recipiente lleno de agua, sostenida en todas posiciones por un equilibrio estable por medio de un contrapeso P y de una cadena S que pasa por una polea R, y cuyos anillos desiguales en peso compensan

mas ó menos en el recipiente. La escala L, cuyas divisiones de 0 á 3500, corresponden á centímetros cúbicos, está fija sobre el montante M y que se adapta con precisión al recipiente. El manual operatorio se comprende fácilmente.

El tubo respiratorio no tiene ni llave, ni corvaduras; el aire de la campana antes y después de la espiración se encuentra con la misma tensión, bajo la misma presión, y de aquí la inutilidad de un manómetro, el restablecimiento espontáneo del nivel del agua en el recipiente y en la campana, y la posibilidad de tener una escala inmóvil. La disposición de la cadena es muy notable.

Los espirómetros de Hutchinson, de Wintrich y de Schnepf participan del mismo defecto; son pesados, perezosos é inertes, aunque estos defectos están muy atenuados en el instrumento de Schnepf.

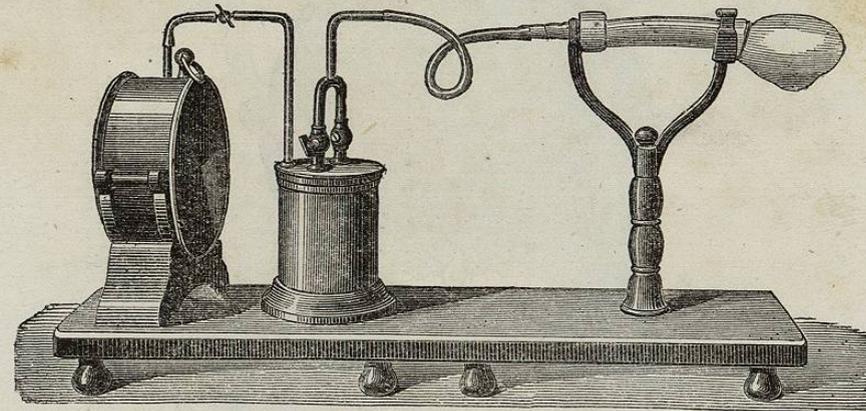


Fig. 95.—Pneómetro de Marechal (de Brest).

Vista general.

5.º *Pneómetro de J. Marechal, de Brest* (<sup>1</sup>) (figs. 95, 96 y 97).—Este instrumento consiste esencialmente en un barómetro metálico (figura 96), formado por un tubo aplastado y encorvado, cerrado en sus dos extremos, cuya incurvación se acentúa ó se disminuye, según el grado de presión que soporta. En medio del barómetro hay un pequeño tubo cilíndrico que comunica por una parte con su cavidad, y por la otra con un recipiente cuya cavidad es doscientas veces superior á la suya.

El autor añade: «Un tubo de cautchou provisto de una emboca-

(<sup>1</sup>) Marechal, *Considérations médicales sur les apprentis canonniers du vaisseau-école le Louis XIV*. (Archives gén. de médecine navale. Junio, 1868, t. IX, p. 453).

dura bastante ancha, que comunica á su vez con el recipiente; pero antes se bifurca, y las llaves pueden hacer pasar á voluntad el aire por una ú otra vía, segun se obre la espiracion ó la inspiracion.

»Válvulas de goma convenientemente dispuestas por debajo de las llaves, tienen por objeto remediar la accion brusca del esfuerzo máximo que actúe sobre el instrumento en uno ú otro sentido. Una

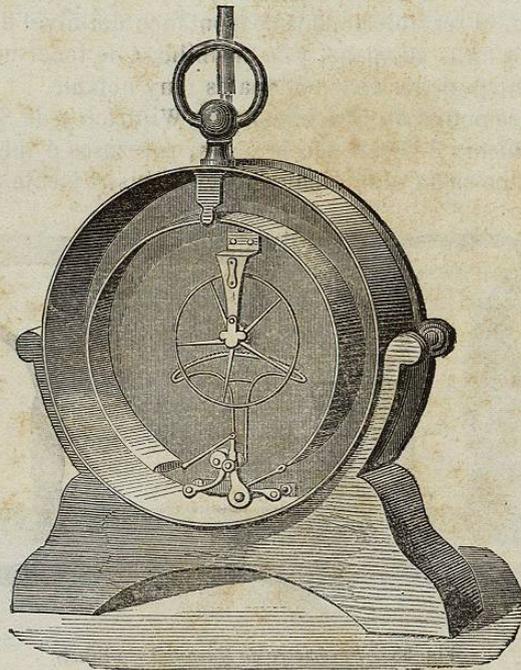


Fig. 96. — *Pneómetro de Marechal* (de Brest).

Disposicion del barómetro metálico. — Disposicion interior de las agujas del cuadrante.

aguja indicadora relacionada con las dos extremidades del tubo barométrico y traduce la corriente, se mueve sobre un cuadrante (figura 96), arrastrando las agujas al máximo. Estas permiten leer, aun despues del retroceso de la aguja principal al cero del instrumento, el número de grados que representa la fuerza inspiratriz ó espiratriz. Cada grado es equivalente al peso de un centímetro cúbico de mercurio.»

Esta descripción, tomada de la hecha por el autor en los *Archives de médecine navale*, no puede satisfacernos por completo, no dando-

nos exacta idea del mecanismo con que funcionan las diversas piezas del aparato.

El pneómetro representa sin duda alguna el valor exacto de las potencias inspiradoras, que parece es lo que se propone el autor;

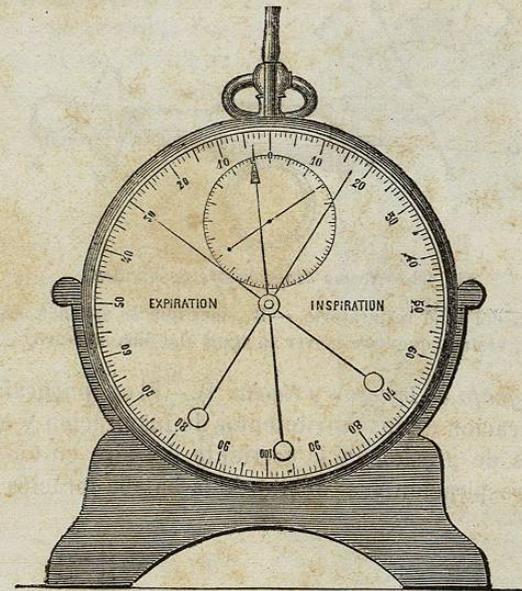


Fig. 97. — *Pneómetro de Marechal* (de Brest).  
Cuadrante.

¿pero puede servir de espirómetro? ¿puede medir lo que hemos admitido con el nombre de capacidad respiratoria? Evidentemente que no.

6.º *Neumo-dinamómetro de Mathieu*. — Este instrumento (fig. 98), como el pneómetro de Marechal, no constituye un espirómetro, no da la cifra de la capacidad respiratoria, sino la medida de la fuerza de los músculos espiradores. Es, en suma, un dinamómetro vesical adaptado á un tubo respiratorio A, B.

Soplando por la embocadura A, con la placa B aplicada á los labios, se hace salir mas ó menos el vástago C fuera del tubo, al que está unido por medio de un resorte y hace girar la aguja sobre el cuadrante.

Existen además un *espirómetro* de Boudin, otro de Mathieu, un *neumatómetro* de Bonnet, de Lyon; un *neusímetro de hélice* de J. Guillet, y un *aparato* de Marey para demostrar los movimientos del

aire inspirado y espirado, que se diferencian mas ó menos de los aparatos descritos, de los que no nos ocupamos por no hacer demasiado larga esta reseña.

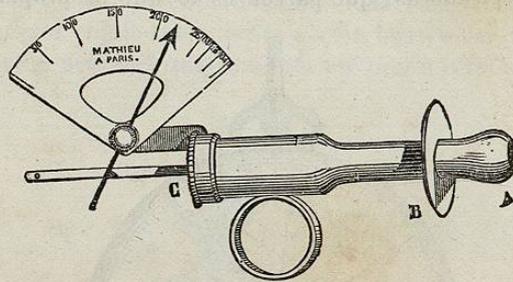


Fig. 98.—Neumo-dinamómetro de Mathieu.

A, embocadura del tubo respiratorio. — B, placa que se aplica á los labios. — C, vástago que hace mover la aguja del dinamómetro.

7.º Anapnógrafo de Bergeon y Kastus (1).—El anapnógrafo presenta á la par la duracion de los movimientos de inspiracion y espiracion, las variedades de presion de la corriente del aire en todos los instantes de la respiracion y el débito de la bomba torácica, es decir,

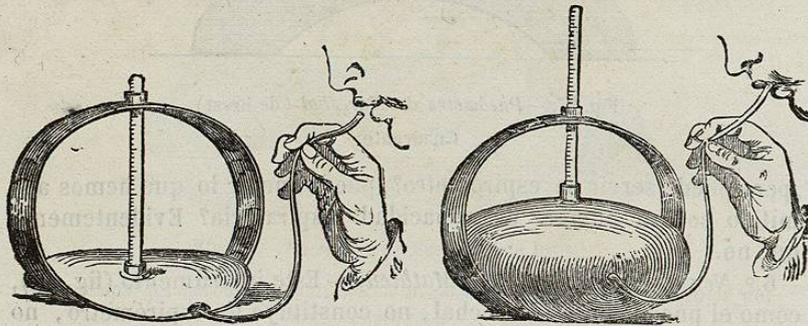


Fig. 99.—Espirómetro de Boudin no hinchado (Modelo Galante).

Fig. 100.—Espirómetro de Boudin hinchado (Modelo Galante).

la cantidad de aire inspirado y espirado. No podemos dar aquí sino la descripción general del aparato y referirnos para mas detalles al mismo trabajo de sus autores.

En el vértice de una columna de laton, de 0<sup>m</sup>,15 á 0<sup>m</sup>,20 de altura, cuya base está formada por un registrador de cilindro, semejante al

(1) Bergeon y Kastus, *Recherches sur la physiologie médicale de la respiration à l'aide d'un nouvel instrument, l'anapnographe*. Paris, 1869.

del cardiógrafo, hay una caja metálica cuadrada, de 0<sup>m</sup>,04 de lado y de 0<sup>m</sup>,02 de grueso. El techo de esta caja presenta en su parte media una arista hueca de cada lado, circunscribiendo una curva parabólica de concavidad inferior. Una válvula vertical V, cuyo borde superior está tallado en nivel, colocada lo mas próxima posible de esta arista, divide la caja en dos departamentos iguales sin comunicacion entre si, cuando la válvula está quieta y vertical. Esta válvula, que es una lámina delgada de aluminio de extremada ligereza, se mueve sobre un eje horizontal, al que está fija cerca de su borde inferior. En quietud el aparato está en equilibrio en la posicion vertical por dos resortes suaves y por una palanca de la que nos ocuparemos.

Por debajo, y á cierta distancia del eje, presenta la válvula dos pequeños ganchos exactamente opuestos. Dos resortes antagonistas vienen por su extremidad á fijarse á los botones de regularizacion, que permiten extenderse, pero siempre igualmente, estos resortes. Uno de ellos está tenso, de modo que no permita nunca á la válvula, aun á impulso de una respiracion muy fuerte, una separacion mayor de 5 grados. El segundo determina, por medio de un boton R, una tension perfecta igual al primero, procurando que la válvula esté siempre exactamente colocada en el plano vertical enfrente de la arista de la parte superior de la caja.

Las extremidades del eje, terminadas en punta, atraviesan á frote muy suave las paredes de la caja, y son recibidos en dos chapas excavadas en pasadores de acero bien templado, y apretados de modo que se obtenga el contacto de las puntas al fondo de su cavidad. De este modo se evita todo movimiento de lateralidad, el frote se disminuye, porque las puntas del eje son las que llegan al fondo de las

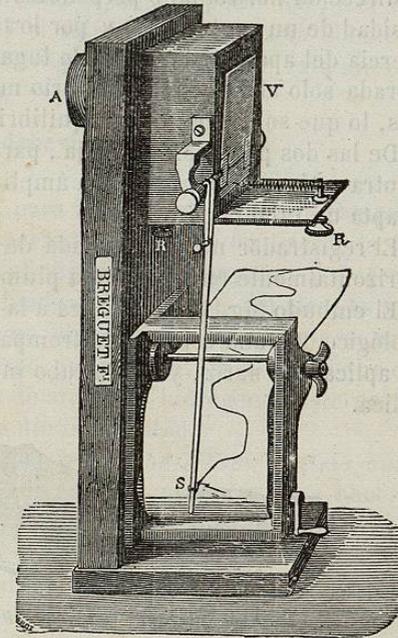


Fig. 101.—Anapnógrafo de Bergeon y Kastus.

A, orificio del tubo respiratorio. — V, válvula. — RR, botones de rayadura de los resortes. — S, extremidad que escribe.