

Para estudiar de una manera conveniente el mecanismo de la circulacion de la sangre en las cavidades del corazon, es preciso tomar un punto de partida : la aurícula derecha, por ejemplo.

La sangre llega á la aurícula derecha conducida por las venas cavas superior é inferior y por las venas coronarias. Penetra en la aurícula mientras se halla en estado de *diástole*, y cuando se llena esta cavidad, sus paredes se contraen y comprimen la sangre que busca una salida. No puede retroceder hácia las venas, porque la contraccion de la aurícula tiende á obturar los orificios de entrada, cerrados incompletamente por la válvula de Eustaquio y por la válvula coronaria, y porque, como la contraccion empieza en el apéndice auricular y se propaga hácia el ventrículo, empuja la sangre en esta misma direccion. Además, la presion ejercida por las nuevas columnas de sangre que vienen de las venas, impide el retroceso de la que se halla en el interior. Como por otra parte, la sangre no encuentra ningun obstáculo que se oponga á su entrada por el orificio auriculo-ventricular, porque la válvula tricúspide se abre de arriba hácia abajo, se introduce libremente en el ventrículo derecho, que se halla relajado, por lo mismo que la aurícula está en contraccion, pues ya hemos dicho que el sístole de la aurícula coincide con el diástole del ventrículo.

Cuando la sangre ha llenado el ventrículo derecho, sus paredes se contraen y el líquido comprimido busca tambien una salida. No puede volver hácia la aurícula, porque la válvula tricúspide lo impide, en virtud de un mecanismo que más adelante estudiaremos y además porque, aun suponiendo que la válvula tricúspide tenga otro objeto y no sirva para tapar el orificio auriculo-ventricular, éste se cierra por sí mismo cuando se contrae el ventrículo, como se demuestra introduciendo un dedo en el citado orificio, por la presion que se experimenta y por

la fuerza que le sujeta en cada sístole ventricular. Como por otra parte, la abertura que comunica con la arteria pulmonar está libre, porque las válvulas sigmoideas se abren de dentro hácia fuera, ó de abajo arriba, la sangre penetra fácilmente en la arteria pulmonar.

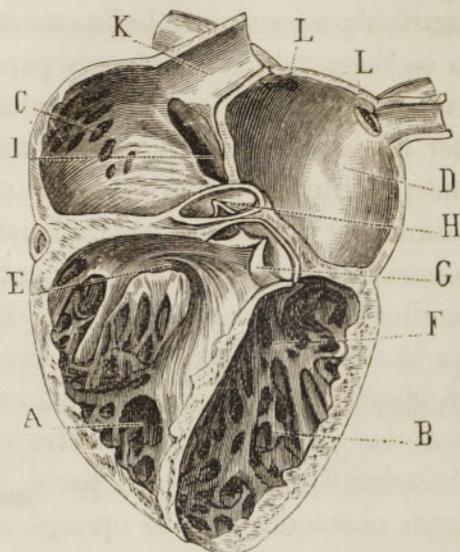


FIG. 57. — Cavidades del corazon. — A ventrículo derecho. B ventrículo izquierdo. C aurícula derecha. D aurícula izquierda. E orificio aurículo-ventricular derecho y válvula tricúspide. F orificio aurículo-ventricular izquierdo y válvula mitral. G origen de la arteria pulmonar y válvulas sigmoideas. H origen de la aorta y válvulas. I orificio de la vena cava inferior. K vena cava superior. L L orificios de las venas pulmonares.

Concluido el sístole del ventrículo derecho, la arteria pulmonar se dilata á impulso de la sangre recibida ; las válvulas sigmoideas se cierran, impidiendo por una parte que la sangre retroceda hácia el corazon, y por otra que salga del mismo ventrículo la que se va acumulando durante su período de diástole, y que ha de estar allí contenida hasta que una nueva contraccion venza la resistencia de las válvulas y la lance, lo mismo que á las oleadas anteriores, á la arteria pulmonar.

Esta sangre, impulsada por las fuerzas de que hablaremos al tratar de su circulacion por las arterias, llega á los

pulmones ; se transforma de venosa que era en arterial, y vuelve por las venas pulmonares á la aurícula izquierda del corazon.

La aurícula izquierda se conduce en este caso como lo había hecho anteriormente la derecha. Se contrae, y su manera especial de contraccion impide el retroceso de la sangre y la obliga á atravesar el orificio aurículo-ventricular, en donde no halla ninguna resistencia — porque la válvula mitral se abre lo mismo que lo había hecho la tricúspide de arriba hácia abajo, — y la sangre se acumula en el ventrículo izquierdo que se halla entonces en su periodo de dilatacion. Al diástole sucede el sístole del ventrículo, cerrándose el orificio aurículo-ventricular de igual manera que en el corazon derecho y las válvulas sigmoideas que se hallan en el orificio de comunicacion con la aorta y que habían permanecido cerradas hasta entonces por la presion que sobre ellas ejercía la sangre contenida en la misma arteria, ceden el paso á la oleada sanguínea comprimida que penetra en la aorta, arrastrando la sangre que encuentra á su paso para que se distribuya al fin en todos los tejidos.

Para seguir mejor el movimiento de la sangre en el corazon, hemos supuesto que funcionan primero la aurícula y el ventrículo derecho, y que sólo entran en accion la aurícula y el ventrículo izquierdo al volver la sangre desde los pulmones. Si se recuerda, sin embargo, que el sístole de las aurículas es simultáneo, y que coincide con el diástole de los ventrículos, se comprenderá que cuando la aurícula derecha comprime la sangre recibida de las venas cavas para lanzarla al ventrículo derecho, la aurícula izquierda comprime al mismo tiempo la contenida en esta cavidad para impulsarla hácia el ventrículo izquierdo ; y que cuando se contrae el ventrículo derecho para lanzar la sangre á las arterias pulmonares, se contrae simultáneamente el izquierdo para arrojar la que él contiene á la

arteria aorta. La circulacion pulmonar y la circulacion general son de consiguiente simultáneas.

Hemos dicho que la disposicion particular de las válvulas aurículo-ventriculares impedía el retroceso de la sangre á las aurículas cuando los ventrículos entraban en contraccion. Así sucede efectivamente en circunstancias normales. Las lengüetas valvulares forman una especie de cono, cuya base corresponde á la aurícula y cuyo vértice mira hácia el ventrículo. La sangre de las aurículas penetra fácilmente por la base del cono, y se abre paso separando sus paredes. La sangre de los ventrículos, al intentar subir hácia las aurículas, comprime las paredes del cono, y apretándolas entre sí, cierra la abertura que dejan las mismas cuando se hallan separadas. Esta teoría, ideada por Parchappe, ha sido perfectamente desarrollada por Marc Sée : segun este autor, la contraccion de los músculos papilares, que se verifica en el mismo momento en que se contraen las paredes de los ventrículos, pone *tensas las cuerdas tendinosas y tira de las válvulas hácia abajo* ; estando estos músculos papilares de tal manera dispuestos en el ventrículo izquierdo, que se *encajan uno dentro de otro y llenan la porcion izquierda* de la cavidad ventricular. En virtud de esta contraccion, *aplican una contra otra las dos valvas de la válvula mitral*, así como *contra la pared del ventrículo*, atrayéndolas fuertemente hácia el lado izquierdo. Por lo que se refiere al ventrículo derecho, los músculos papilares de las válvulas, *aplican las de la tricúspide contra la superficie del tabique*.

A pesar de todo, en algunos casos patológicos, si las válvulas no funcionan como de ordinario, ó si las alteraciones del tejido muscular del corazon impiden la oclusion completa de los orificios aurículo-ventriculares, pueden sobrevenir trastornos circulatorios graves.

Por eso, cuando hay algun obstáculo que se opone al paso de la sangre por los vasos del pulmon, la arteria pul-

monar no puede desembarazarse fácilmente de la sangre que contiene, ni recibir la que le envía el ventrículo derecho, y esta sangre, que encuentra obstruido su camino, retrocede, se abre paso á través de la válvula tricúspide y refluye en parte á la aurícula derecha y á las cavas, contra cuyas paredes choça en cada movimiento sistólico del corazón, dando lugar al fenómeno que se conoce con el nombre de pulso venoso.

Es tanto más fácil que la sangre de las aurículas refluya en algunos casos, como el que acabamos de citar, hacia las venas que desembocan en el corazón, cuanto que la válvula de Eustaquio, que se encuentra en la embocadura de la vena cava inferior, resguarda solamente la mitad ó las dos terceras partes de la circunferencia de este orificio, y cuanto que lo mismo la embocadura de la vena cava superior que las de las venas pulmonares se encuentran desprovistas de válvulas. Verdad es que la contracción sucesiva, peristáltica y vermicular de las aurículas suple en parte esta falta: verdad es también que los hacecillos musculares, dispuestos á manera de esfínteres en la embocadura de las grandes venas, contribuyen con su contracción á que se cierren los orificios venosos; pero si esto basta en circunstancias normales, no es suficiente cuando existen entorpecimientos poderosos que se oponen al curso natural de la sangre.

§ 79.

Latidos del corazón. — El corazón durante sus contracciones choça con la pared torácica correspondiente á la region precordial, y los *latidos* de este órgano se hacen perceptibles en el espacio intercostal que separa la quinta y sexta costilla del lado izquierdo.

Se cree por algunos fisiólogos que estos *latidos* son debidos al sístole auricular, porque lanzada la sangre á los

ventrículos, se inclinan hácia adelante y chocan contra la pared del pecho ; pero las observaciones directas efectuadas en los animales vivos dan á conocer que la inclinacion hacia adelante de la parte libre del corazon coincide con el sístole de los ventrículos.

Como las fibras musculares que ocupan la cara anterior de la porcion ventricular son más largas que las de la cara posterior, se acortan más que estas últimas durante la contraccion de los ventrículos, y la punta del corazon se dirige hacia adelante y hacia arriba. Ademas, la sangre arrojada á las arterias á consecuencia de la contraccion ventricular, reacciona sobre la parte libre del corazon empujándole en sentido contrario, como sucede, por ejemplo, al descargar una escopeta, y la punta de este órgano tropieza con la pared torácica. Ya Harbeo habia tenido ocasion de observar en el vizconde de Montgomery, herido gravemente y curado despues, á pesar de haber quedado el corazon casi al descubierto, que este órgano se levantaba bruscamente y chocaba contra la pared anterior del torax en cada contraccion ventricular. M. Bamberger ha podido notar, introduciendo el dedo en una herida del tórax, que la punta del corazon chocaba contra el dedo del observador cada vez que los ventrículos se contraían, separándose de nuevo en el momento de diástole. En los casos de vicios de conformacion de las paredes torácicas, se han comprobado estas mismas observaciones ; y en la Academia de Medicina de Barcelona examinamos detenidamente hace algunos años á M. Groux, á quien faltaba congénitamente parte del esternon, lo que permitía notar que el choque del corazon contra las paredes del pecho coincidía con el pulso y con el sístole ventricular, observándose al mismo tiempo que durante este sístole experimentaba el corazon un movimiento de torsion alrededor de su eje longitudinal, á consecuencia del cual su punta se dirigía ligeramente del lado izquierdo hácia el derecho. La direccion

oblicua de las fibras musculares que forman los ventrículos, ocasiona sin duda este movimiento en el estado normal.

A pesar de que para conformarnos con el lenguaje usual hemos hablado de *choque* del corazón contra las paredes del pecho, tal vez no tiene lugar este choque, ya que el corazón permanece aplicado á la pared torácica, y que, en el momento del *sístole*, se aplica con más fuerza contra la referida pared, elevando la region precordial y simulando un choque que acaso no existe en realidad. Con esto se comprenderá que son varias las causas que contribuyen al *latido*, pero que, entre todas, la principal consiste en el cambio que el órgano experimenta en el momento del *sístole*; es decir, cuando pasa de la relajacion á la contraccion, ó sea cuando se endurece y comprime con energía la sangre que contiene. Así es que aun el corazón extraído del cuerpo del animal, cogido con la mano, da en sus contracciones una sensacion idéntica á la que se experimenta cuando se aplica esta mano en la region precordial.

Esto mismo confirma el *Cardiógrafo* de Chauveau y Marey, que consiste en un tubo flexible, lleno de aire, cuyas extremidades terminan en dos bolsas igualmente flexibles y llenas de aire tambien, y que permite, en virtud de la elasticidad del gas contenido en su interior, que las variaciones de presion que experimenta una de las extremidades se comuniquen rápidamente á la otra; la cual por medio de una palanca que recibe y amplifica el movimiento, lo transmite á un aparato anotador donde queda dibujado.

De este modo, si se introduce una de las extremidades del tubo en el ventrículo derecho de un caballo, la presion que experimenta se hará perceptible en la extremidad que ha quedado al exterior, y si se emplean diferentes tubos, de manera que uno de ellos se introduzca en el ventrículo derecho, otro en la aurícula del mismo lado

y otro en el espacio intercostal con que tropieza el corazón, podrá apreciarse el orden de sucesion de sus movimientos, su energía, su duracion y la relacion en que se encuentran con el choque precordial.

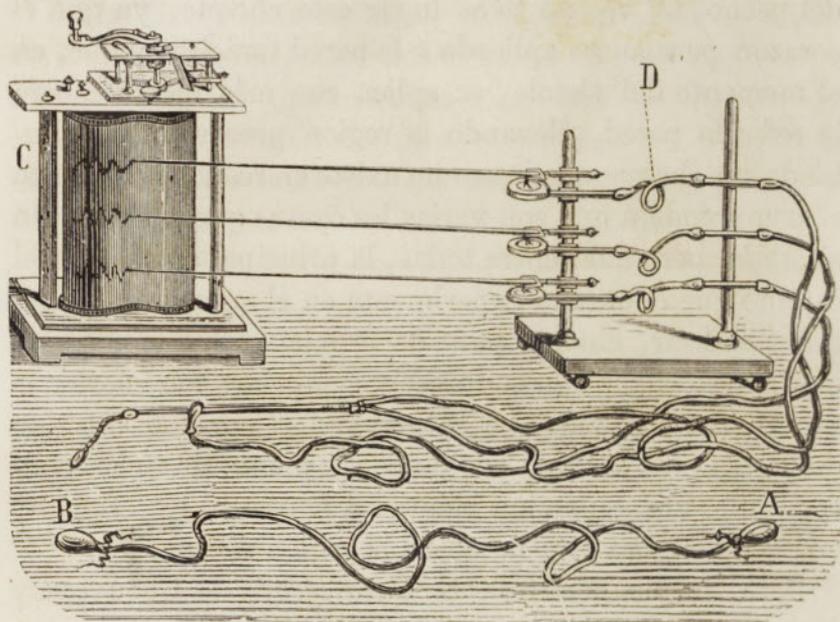


FIG. 58. — A B, bolsas elásticas situadas en las extremidades del tubo flexible. C, aparato anotador en el que imprimen su trazo las palancas del aparato esfigmográfico. D, aparato esfigmográfico que recibe, transmite y amplifica el movimiento producido en cada uno de los tubos ó cardiografos por la presión ejercida sobre las bolsas en que éstos terminan.

El cardiógrafo de Chauveau y Marey no sirve, como se ve, para el estudio del corazón humano. Marey, con el nombre de *cardiógrafo clínico*, ha inventado un aparato muy ingenioso, de uso tan frecuente en las cátedras de fisiología, como en las salas de los hospitales. Consiste este instrumento en una cápsula de madera aplicada al pecho por sus bordes; el aire de esta cápsula está relacionado con un tambor de palanca el cual se comunica con el papel ahumado del cilindro inscriptor; un resorte que sale de la cápsula, deprime, por medio de una placa de marfil, la region del tórax en que se verifique el latido;

las pulsaciones del corazón deprimen el resorte, y se comunican al aire de la cápsula de donde, pasando por un tubo de cautchuc, se dirigen al referido tambor.

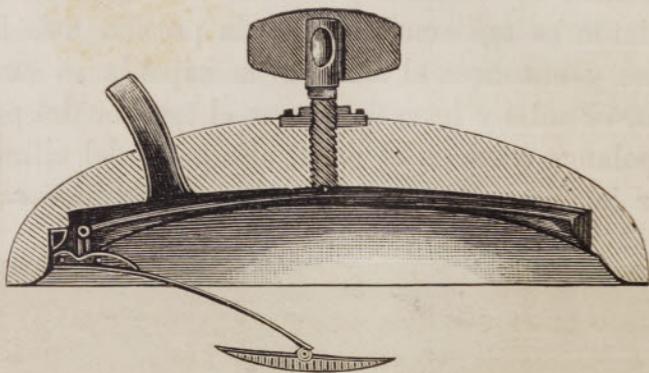


FIG. 59. — Cardiógrafo clínico de Marey.

El *cardioscopio de Marey ó explorador de tambor* es todavía preferible al que acabamos de explicar: se compone este aparato de una campana de madera en cuyo inte-

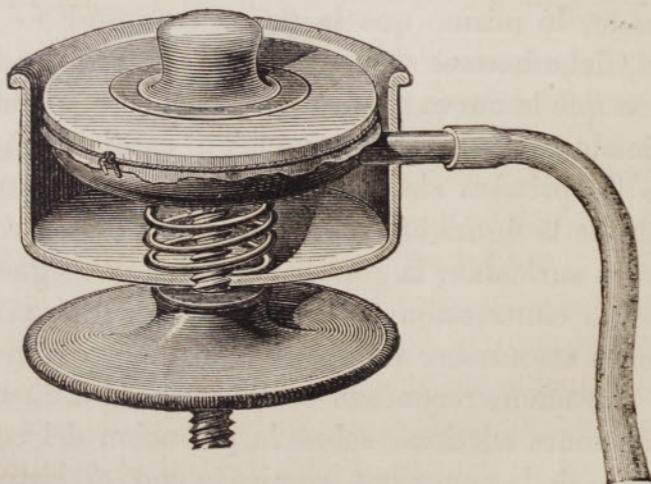


FIG. 60. — Explorador de tambor de Marey.

rior hay una cápsula metálica que comunica con un tubo situado en el fondo de aquella, y al cual atraviesa: la

cápsula está cerrada en su parte inferior por una membrana de cautchuc y en su interior contiene un resorte de laton que empuja la membrana hacia fuera: en la parte exterior de esta membrana y hacia el centro, se encuentra un disco de aluminio y un boton de corcho. El resorte de laton es tan sensible, que la presion más ligera lo deprime y entonces el aire de la cápsula es empujado, sale por el cubo y hace funcionar el tambor del polígrafo, cuya palanca traza en el papel ahumado del cilindro inscriptor la curva correspondiente á los latidos cardiacos.

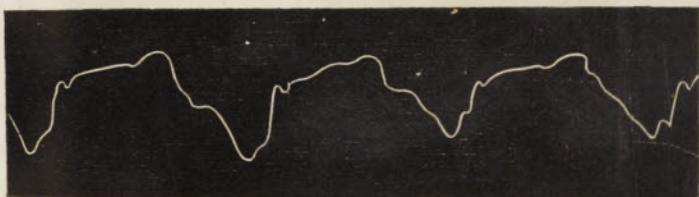


FIG. 61. — Trazado del latido del corazon humano.

Interpretacion del trazado cardiográfico. — No basta *ver* el trazado, sino que es preciso saberlo *leer*. La lectura de un trazado, lo mismo que la de un manuscrito ó de un impreso, debe hacerse de *izquierda á derecha*: cada modificacion que la curva gráfica presenta, corresponde á un determinado *momento* de la revolucion cardiaca. Así, por ejemplo; la primera elevacion que se nota en el extremo izquierdo de la figura 61, está relacionada con la contraccion de las aurículas; la grande elevacion que sigue á esta se debe á la contraccion de los ventrículos; las pequeñas elevaciones en número de dos ó tres que suceden á esta grande elevacion, reconocen como causa la influencia de las oscilaciones aórticas, sobre la pulsacion del corazon; el descenso de la curva que comienza con el sístole, representa la deplecion incipiente de los ventriculos; el descenso brusco que sigue á la última oscilacion, significa la completa salida de la sangre, que desde los ventrículos ha

pasado á las arterias; y la elevacion ocurrida despues de este descenso extremo indica que el ventrículo se va llenando poco á poco. Compréndese facilmente la importancia que este punto adquiere, cuando del terreno fisiológico pasamos al terreno clínico: entonces vemos que los trazados cardiográficos, así como los esfigmográficos, que más tarde estudiaremos, forman un precioso elemento de diagnóstico para las enfermedades del corazon y de la aorta.

§ 80.

Ruidos del corazon. — Aplicando el oido sobre las paredes del pecho, en la parte correspondiente al corazon, se perciben, en el estado normal, dos ruidos diferentes: el primero coincide con el sístole ventricular, es bastante oscuro, profundo, prolongado, tiene su máximun de intensidad entre la cuarta y quinta costilla y es simultáneo con el choque del corazon contra la pared torácica; el segundo coincide con el reposo del corazon, es más claro y superficial, menos prolongado, tiene su máximun de intensidad hácia el tercer espacio intercostal y coincide con la contraccion de los troncos arteriales que salen del corazon. Para distinguir estos ruidos entre sí, llamamos al primero *sístole ventricular* y al segundo *sistólico arterial*, porque, segun todas las probabilidades, el primero es ocasionado por el sístole de los ventrículos y el segundo por el sístole de los troncos arteriales que nacen del corazon.

Si pasamos á un análisis detallado, veremos que el primer ruido del *ventrículo derecho* corresponde á la union del quinto cartilago derecho con el esternon, y el del *ventrículo izquierdo* á la punta del músculo cardiaco: que el segundo ruido corresponde á la derecha del esternon en la extremidad interna del primer cartilago costal, para la

arteria aorta, y á la izquierda del esternon en el segundo espacio intercostal izquierdo, para la *arteria pulmonar*.

Se ha dicho que el ruido *sistólico ventricular* era producido por la contraccion de las aurículas y que resultaba del choque de la sangre contra las paredes de los ventrículos; pero este ruido coincide, como hemos dicho, con el sístole de los ventrículos, y entonces las aurículas se hallan dilatadas. Además, según los experimentos de M. Beau, se percibe también, aunque las aurículas no puedan entrar en contraccion.

En nuestro concepto, el ruido *sistólico ventricular* es producido por diferentes causas á la vez. En el momento del sístole de los ventrículos, la sangre choca contra la pared de estas cavidades, y este choque ha de producir algun ruido. Además, la tension súbita de las válvulas aurículo-ventriculares, determinada por la onda sanguínea que tiende á retroceder hácia las aurículas, el roce de la misma onda sanguínea contra las bridas fibro-musculares que sujetan las válvulas tricúspide y mitral, el frotamiento de la parte inferior del corazon contra la pared del torax, y hasta la misma vibracion ó murmullo oscilatorio, poco perceptible á la verdad, ocasionado por la contraccion de los músculos enérgicos son otras tantas causas que pueden contribuir á la produccion del ruido *sistólico ventricular*. Si este ruido es oscuro y profundo, se debe á la masa compacta de fibras musculares de que están formados los ventrículos, y si tiene su máximum de intensidad entre la cuarta y quinta costilla, es porque precisamente corresponde á esta parte el espacio ventricular en que se produce.

Vintrich ha logrado, por medio de un procedimiento muy ingenioso, *analizar* perfectamente este ruido: descompone el ruido total en dos distintos, uno valvular y otro muscular. Para ello, se sirve de un resonador formado de un cono de zinc y una membrana de cautchuc; el cono es

truncado, y la membrana, colocada encima de él, puede ponerse más ó menos tensa ; segun el grado de esta tension, se percibirá el sonido valvular ó el muscular.

El ruido *sistólico arterial* coincide con el reposo del corazon : de consiguiente, no debe buscarse su origen en las contracciones de este órgano. Pero como el reposo del corazon va acompañado de la contraccion de los grandes troncos arteriales que acaban de recibir la sangre de los ventrículos, y como la contraccion de la aorta y la de la arteria pulmonar ocasiona el retroceso de la sangre, y esta choca contra las válvulas sigmoideas, que cierran entonces el orificio arterial ó de comunicacion con los ventrículos, parece natural atribuir el origen del ruido que nos ocupa al choque de la onda sanguínea contra el plano valvular. Los experimentos de M. Hope confirman esta opinion. Si se fijan las válvulas sigmoideas contra las paredes arteriales, por medio de pequeñas erinas metálicas, el ruido seco y claro que caracteriza al que hemos llamado *sistólico arterial*, desaparece y es sustituido por otro de fuelle ó por un silencio completo, volviendo á aparecer el primero si se colocan de nuevo las cosas en su situacion normal. Inyectando un líquido en la aorta torácica de un cadaver y dirigiendo la corriente hácia el corazon, se cierra brusca-mente el orificio aórtico de esta víscera y se percibe un ruido análogo al de que nos estamos ocupando. Si se corta la punta del corazon de una vaca, de manera que la sangre comprimida por los ventrículos salga por la herida y no por los orificios arteriales, el ruido sistólico ventricular continúa manifestándose, segun se deduce de los ensayos de una comision de médicos de Dublin ; pero el sistólico arterial desaparece, porque ya no pueden entrar en juego para producirlo las válvulas sigmoideas. Este ruido es más perceptible que el anterior, porque se produce más superficialmente y no hay masas musculares que impidan su comunicacion al exterior, y tiene su máximum de intensi-

dad en un punto más elevado que el primero, porque corresponde al de inserción de las válvulas sigmoideas en las arterias aorta y pulmonar.

La siguiente figura ideada por Beaunis, es una de las representaciones esquemáticas más instructivas que conocemos.

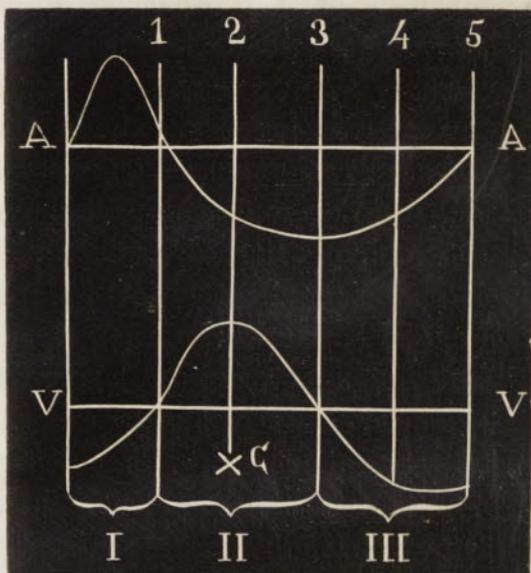


FIGURA 62.

En esta figura, representativa del ritmo, la duración y la sucesión de los movimientos de las cavidades cardíacas, el sístole está representado por la curva superior á la línea de las abscisas y el diástole, por la curva inferior á esta línea: el movimiento de las aurículas está representado por la línea A A; el de los ventrículos por la línea V V; la duración de una revolución cardíaca, corresponde á la longitud de las líneas V V, A A. La inspección de esta figura nos enseña lo siguiente: 1.º el sístole auricular antecede inmediatamente al sístole ventricular; 2.º el principio del sístole ventricular coincide con el principio del diástole auricular: 3.º el sístole auricular, representa tan sólo una quinta parte de la duración total de

una revolucion cardiaca: 4.º el sístole ventricular corresponde á dos quintas partes de esta revolucion: 5.º durante los dos quintos restantes de la revolucion, las aurículas y los ventrículos están en diástole. Toda revolucion cardiaca, atendiendo á los movimientos, se divide en tres tiempos; 1.º sístole auricular: 2.º sístole ventricular: 3.º reposo del corazon: el latido cardiaco, como se ve en la figura, corresponde al segundo tiempo. Sin embargo, bajo el punto de vista clínico, se puede fundar la division de los tiempos, no en los movimientos sino en los ruidos, haciendo coincidir el primer tiempo con el primer ruido.

Los estados patológicos del corazon, á consecuencia de los cuales se altera el juego de las válvulas, ó las adherencias de este órgano con la serosa que lo envuelve, ocasionan ruidos anormales como el de fuelle, el de cuero, etcétera, modificaciones en el timbre, agudeza ó intensidad de los ruidos normales, cuyo estudio corresponde á la patología.

La impulsión comunicada á la sangre por las contracciones ventriculares, da lugar á que el choque de la onda sanguínea se perciba en las paredes arteriales cuando se comprimen ligeramente con el dedo sobre un plano resistente, como el formado por los huesos radio, temporal, etcétera. A la impresion provocada en este caso por las paredes arteriales en el órgano del tacto, se le designa con el nombre de *pulso*.

El mayor ó menor número de veces que los ventrículos se contraen en un tiempo dado, da lugar á que el pulso sea más ó menos frecuente. La frecuencia del pulso puede depender de un estado patológico, así como tambien de circunstancias individuales, extrañas á toda enfermedad, y conviene, por lo mismo, conocerlas.

En el feto y en los primeros tiempos de la vida extrauterina, el corazon late de ciento treinta á ciento cuarenta veces por minuto. El número de pulsaciones disminu-

ye gradualmente desde los dos años á la edad adulta, en cuya época es, con corta diferencia, de setenta y dos. En la vejez aumenta hasta setenta y cinco y en la decrepitud se aproxima á ochenta.

Las contracciones del corazon son más numerosas en la mujer que en el hombre, cualquiera que sea la época de la vida en que se les compare. En igualdad de sexos y de edades, las contracciones del corazon son más frecuentes en los sujetos que tienen menor estatura.

El ejercicio muscular, el estado de vigilia, los climas cálidos, la disminucion de la presion atmosférica, el trabajo de la digestion, el uso de alimentos azoados y de bebidas fermentadas, contribuyen tambien á que se aceleren las contracciones del corazon.

§ 81.

Capacidad del corazon. — Se ha intentado calcular la cantidad de sangre que el ventrículo izquierdo del corazon envía por minuto al sistema aórtico, y aunque las evaluaciones hechas no pueden expresar de una manera exacta la verdad, tienen, sin embargo, su importancia relativa. Admitiendo que el número de contracciones sea, por término medio, de setenta y dos por minuto, admitiendo que la capacidad del ventrículo izquierdo sea de ciento ochenta centímetros cúbicos, y admitiendo que se vacía completamente en cada movimiento de sístole, resultará que la aorta recibe doce mil novecientos sesenta centímetros cúbicos por minuto, ó sean doscientos diez y seis en cada segundo. Pero este cálculo, basado en las suposiciones anteriores, no puede ser completamente exacto, porque es más difícil de lo que á primera vista parece apreciar con exactitud la verdadera capacidad del ventrículo izquierdo; porque tampoco se vacía completamente en cada movimiento de contraccion, y porque

figmóscopo en su camino, y esta sangre vuelve al recipiente por otro tubo; del recipiente pasa segunda vez al corazon y así sucesivamente va repitiéndose esta circulacion artificial. A cada diástole del ventrículo de la aurícula, la sangre entra; á cada sístole sale y con el contacto de la sangre renovada el corazon puede latir por espacio de largas horas. Un tambor de palanca relacionado con el esfigmóscopo, y otro tambor relacionado con el frasco que contiene el corazon, actúan sobre sus palancas inscriptoras, y estas últimas, en el papel ahumado del cilindro, nos dan respectivamente y en sentido inverso, las curvas de los cambios de presion y las de los cambios de volumen.

§ 82.

Fuerza del corazon. — Se ha intentado tambien conocer la fuerza de contraccion del corazon ó la potencia motriz de este órgano.

La fuerza de contraccion del corazon puede apreciarse por la rigidez de sus paredes en el acto del sístole y por la fuerte compresion que se experimenta cuando se introduce el dedo en el interior de los ventrículos.

Si se tiene en cuenta que la fuerza de contraccion de los músculos está casi siempre en relacion con el número de fibras de que se componen, ó lo que es casi igual, con su peso, es natural que el lado izquierdo del corazon tenga una potencia motriz doble próximamente de la que corresponde al lado derecho.

El trabajo mecánico del corazon, considerado en sí mismo, es decir, el peso que la fuerza desplegada por las contracciones de este órgano podría elevar á determinada altura, en un tiempo dado, no puede apreciarse con exactitud. Vierordt cree que es igual á la que se necesita para levantar trescientos gramos á un metro de altura en un segundo. Volkmann, aceptando como base que el corazon

lanza á la aorta, en cada contraccion ventricular, de ciento setenta y cinco á ciento ochenta gramos de sangre; que la velocidad con que camina en este vaso es de tres á cuatro decímetros por segundo, y que su tension media es equivalente á una columna de dos metros y veinticuatro centímetros de sangre, deduce que el ventrículo izquierdo ejecuta un trabajo igual al que se necesitaría para levantar cuatrocientos gramos á un metro de altura. Si estos cálculos son exactos el trabajo ejecutado por el corazon en 24 horas bastaría para levantar á un metro de altura un peso de algunos miles de quintales.

Cualquiera que sea la fuerza desplegada por el corazon, lo que más importa conocer es la tension que esta fuerza determina en la sangre lanzada á las arterias. Esta tension puede apreciarse con facilidad; y segun veremos más adelante, la onda sanguínea impulsada por el ventrículo izquierdo comprime de dentro á fuera las paredes arteriales con una fuerza equivalente al peso de una columna de mercurio de unos quince centímetros de altura. La tension comunicada por el ventrículo derecho es algo menor.

La tension arterial es casi igual en todos los mamíferos, aunque sea diferente su talla y el volumen de su corazon. Esto puede significar, como asegura Volkmann, que el corazon de una gallina comunica á la sangre un impulso igual al que le comunica el corazon de un caballo; pero no significa que la fuerza de contraccion del corazon sea igual en estos dos animales, sino que existe una relacion casi constante entre esta contraccion y el calibre de los orificios aórticos ó la cantidad de líquido que ha de ponerse en movimiento en cada sístole. Por eso, aunque la contraccion ventricular es más enérgica en el caballo, como tiene que desalojar una cantidad de sangre mucho mayor que el corazon de la gallina, la comunica, con corta diferencia, un impulso igual.

Existe una relacion constante entre la energía de que

dispone el corazon y la cantidad de sangre que en su interior contiene.

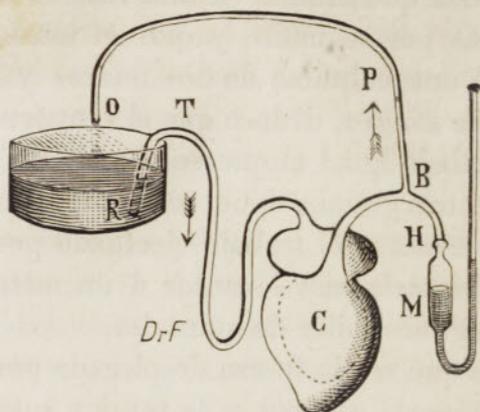


FIG. 64. — Aparato de Marey para apreciar el esfuerzo máximo del corazon.

Para apreciar el esfuerzo máximo del corazon, se vale Marey de un procedimiento muy sencillo. Un recipiente lleno de sangre, vierte su contenido por el mecanismo del sifon, en el corazon *C* de una tortuga, mediante un tubo *T*, relacionado con una vena: otro tubo *B* que sale del corazon, representa las arterias, y bifurcándose va por la rama principal *P* hasta un nivel superior al recipiente *R*, para derramar por el orificio *O* la sangre procedente del músculo cardiaco: la otra rama de bifurcacion *H*, va á un manómetro de mercurio *M*. El minimum de volumen del ventriculo en el sístole, está significado por la línea punteada. A cada sístole, cuando la sangre se derrama por el orificio *O*, el manómetro señala elevaciones de presion. En el caso de que comprimiendo el tubo se impida la salida de la sangre, el manómetro indica una presion cuando menos doble.

Por lo demas, la fuerza de contraccion del corazon puede aumentar ó disminuir en un mismo individuo por diferentes circunstancias. En la edad adulta es mayor que en la infancia ó en la vejez. En los casos de hemor-

ragias ó de que, por cualquiera otra causa, disminuya la cantidad de sangre que hay en circulacion, ó se haga mas pobre de principios excitantes, como sucede á consecuencia de la fatiga ó de las privaciones, etc., disminuye tambien la energía de la contraccion ventricular.

El corazon, lo mismo que los demas músculos de la economía, se contrae bajo la influencia de ciertos estímulos, como las excitaciones mecánicas ó químicas, la electricidad, etc.; pero el agente cuya influencia provoca, en el estado normal, las contracciones de este órgano, es la sangre que ocupa sus cavidades. La intermitencia de los movimientos sistólicos del corazon depende principalmente de la manera regular y periódica con que se verifica el aflujo de la sangre. La voluntad no ejerce accion alguna directa en las contracciones de este órgano, y aunque sujetas á la influencia nerviosa, no depende directamente ni del cerebro, ni de la médula oblongada, ni de la espinal, pareciendo mas bien que el corazon encuentra en sí mismo, probablemente en los ganglios nerviosos alojados en sus paredes, la accion nerviosa en virtud de la cual ejecuta sus movimientos rítmicos y regulares.

CAPÍTULO V.

De la circulacion de la sangre en las arterias.

§ 83.

Contractilidad y elasticidad de las arterias. — Las arterias, cuya estructura y distribucion suponemos conocida, tienen dos propiedades importantes, que conviene examinar detenidamente por la grande influencia que ejercen en la circulacion. Nos referimos á su elasticidad y á su contractilidad.

La elasticidad de las arterias se demuestra en el cadaver comprimiéndolas ó estirándolas. En el primer caso se aplanan, en el segundo se alargan ; pero tanto en el uno como en el otro recobran su forma cilíndrica y su posición primitiva, desde el momento que cesa el esfuerzo empleado para comprimirlas ó alargarlas. En el individuo vivo es fácil convencerse también de la elasticidad de los vasos arteriales. Tomando un muelle de reloj y enroscándolo en forma de anillo sobre un tronco arterial, los bordes libres de este anillo se separan cuando los ventrículos entran en contracción, y vuelven á juntarse cuando el corazón se halla en estado de reposo. La arteria carótida de un perro se dilata de este modo, durante la contracción ventricular, un veintidosavo poco más ó menos de su diámetro ordinario. Las arterias no sólo se dilatan bajo la influencia de la contracción ventricular, sino que se alargan, dando lugar, á veces, á inflexiones y corvaduras que demuestran por sí solas la elasticidad de estos vasos.

La contractilidad propia de las arterias se demuestra por gran número de hechos diferentes. Las inyecciones arteriales se hacen mejor en el cadaver cuando no ésta fresco, que en los animales vivos ó en los que hace poco tiempo que han muerto, porque en estos dos últimos casos no ha desaparecido todavía la contractilidad de estos vasos. La acción del frío, el simple contacto del aire ó la aplicación de sustancias astringentes provocan la contracción de las arterias, que basta para detener la salida de la sangre, al menos mientras dura la acción de los indicados agentes, sin que pueda impedir el que á veces se presentan, algún tiempo después, las hemorragias llamadas consecutivas.

La contractilidad arterial es menos enérgica en los grandes troncos arteriales que en las ramas más pequeñas. En los primeros predomina el tejido elástico en su

túnica media y apenas se observan elementos musculares. Á medida que las arterias se alejan del corazon aproximándose á la periferia, el tejido muscular de su membrana media se hace más abundante, hasta que en las arteriolas constituye por sí solo la porcion intermedia de las paredes. Virchow asegura que los capilares sanguíneos están completamente desprovistos de elementos musculares, y otros fisiólogos, aceptando esta idea, admiten, para explicar las contracciones activas de los indicados vasos, que sus paredes están formadas de un *protoplasma* contráctil. Las fibras musculares asociadas al tejido elástico de las arterias no obedecen en sus contracciones á la voluntad, pero están sujetas, lo mismo que los demas músculos de fibra lisa, á la influencia del sistema nervioso, siendo su contractilidad lenta en la manera de manifestarse y en su desaparicion.

Conocidas las propiedades arteriales que acabamos de examinar, es más fácil darse cuenta de los fenómenos que acompañan á la circulacion arterial.

§ 84.

Movimiento de la sangre en las arterias. — La contraccion de los ventrículos del corazon lanza la sangre á las arterias. Esta sangre empuja la que va delante y distiende al mismo tiempo las paredes arteriales. El sistole cesa y el corazon se encuentra en su período de descanso ; pero como las arterias dilatadas tienden á recuperar su posicion primitiva desde que cesa el esfuerzo ventricular, y como al mismo tiempo tienen contractilidad propia, el diámetro de estos vasos disminuye y la sangre comprimida se ve obligada á marchar hácia la periferia, porque las válvulas sigmoideas impiden el retroceso de la misma hácia el corazon. Mientras tanto, los ventrículos se contraen otra

vez, y las ondas sanguíneas que penetran en el árbol arterial, no sólo comunican nuevo impulso á las que las preceden, sino que, comprimidas tambien cuando se ponen en juego la elasticidad y contractilidad de los vasos, se dirigen hácia la periferia como las anteriores.

Desde que las arterias salen del corazon hasta que se extinguen en el sistema capilar, van, sucesivamente bifurcándose, siendo mayor el calibre de estas bifurcaciones, que el del vaso que las había originado.

El sistema arterial considerado esquemáticamente viene á ser un cono truncado, cuya base se encuentra al nivel del sistema capilar y cuya seccion más reducida, comparable al vértice, se halla en el nacimiento de la arteria aorta. El sistema venoso, representa tambien un cono cuya base corresponde al sistema capilar y cuyo vértice se encuentra en las terminaciones auriculares de las venas cavas. El sistema capilar, es por su parte comparable á un cilindro.

Los calibres respectivos entre el *cilindro* capilar y los *conos* arterial y venoso, son los siguientes : el del cilindro es al del cono arterial, como 800 es á 1 ; y al del cono venoso, como 400 es á 1.

Siendo elásticas las arterias y el empuje del corazon intermitente, resulta, que cada sístole del ventrículo determina dos importantísimos fenómenos : 1.º la progression del líquido sanguíneo ; 2.º un verdadero movimiento ondulatorio. Marey ha demostrado que el gasto de un líquido que sale de una manera intermitente por un tubo elástico, es mucho más considerable que si en iguales condiciones se derramara por un tubo rígido ; de lo cual resulta que el corazon produce un efecto mucho mayor, en lo que se refiere á la actividad de la circulacion, dirigiendo la sangre en el interior de una tubería elástica, del que resultaría si le lanzara sobre tubos rígidos. La elasticidad arterial reemplaza al sístole cardiaco en los momentos de intermitencia que éste tiene, y como esta

fuerza que era intermitente, se convierte en fuerza continua, cambia el movimiento intermitente de la sangre en movimiento continuo, aprovechándose mucho más de esta manera las contracciones del corazón. En tanto es así, en cuanto las arterias cercanas á este órgano presentan el chorro intermitente; chorro que se va haciendo continuo á medida que se van encaminando hácia el sistema capilar. La elasticidad arterial *retiene* cierta porcion de la fuerza que le ha comunicado el ventrículo en el fenómeno sistólico; fuerza que poco á poco *restituye*, empujando la sangre en el intermedio de la contraccion ventricular.

El movimiento de la sangre en las arterias es pues, continuo y uniforme, aunque las contracciones ventriculares son intermitentes.

El Sr. Turró, de Barcelona, ha publicado un folleto en el que sostiene una teoría diferente á cerca de la influencia de la elasticidad y de la contractilidad de las arterias en la circulacion de la sangre, teoría digna de estudio y de meditacion.

Los elementos musculares de la túnica media de las arterias, representan asimismo su papel. Cuando se contraen, estrechan el calibre de los vasos, disminuyen la irrigacion que está á su cargo, producen una *anemia*: cuando se relajan, ensanchan el calibre, aumentan la irrigacion, producen la *hiperemia*. Son, en una palabra, los modificadores de las circulaciones locales; y obedecen constantemente á los nervios vaso-motores.

Estudiada la revolucion cardiaca y conocidas las propiedades de las arterias, comprenderemos sin dificultad la progresion de la sangre en el interior de dichos vasos.

Ya hemos visto que la causa principal del movimiento de la sangre debía buscarse en la contraccion ventricular: que esta contraccion es de naturaleza intermitente; que cada vez que se produce, es arrojada desde el corazón á las arterias, una nueva columna de líquido sanguíneo. Pero

tambien sabemos que las arterias, siendo elásticas, obedecen á esta propiedad de índole física ; que la pared *distendida* durante el sístole ventricular, *recobra su primitiva forma* en el reposo cardíaco ; que al verificarse este fenómeno, la sangre es *comprimida* ; es decir, que en los intervalos de los sístoles ventriculares, la sangre continúa sujeta á una presión, reconocible por el chorro que se escapa de toda arteria abierta, tanto durante el sístole ventricular, como en el período de reposo. En otros términos, existe en las arterias una *tension permanente*, que obrando sobre la sangre, determina la progresion *constante* del líquido sanguíneo. Si no existiera la elasticidad de las arterias, la sangre, en el reposo cardíaco se escaparía *babeando*, por la incision de estos vasos y solamente se obtendría el *chorro*, en el momento de la contraccion ventricular : lo cual equivale á decir, que siendo la *causa* intermitente, el *efecto* sería intermitente tambien.

Solo por una ofuscacion inconcebible, ha podido negarse esta especial accion de las arterias, pues no se trata de un hecho *imaginado*, sino, antes al contrario, perfectamente *demostrado*.

Poiseuille demuestra la distension arterial de la siguiente manera : se vale de una cajita que presenta dos agujeros diametralmente opuestos, en cuya tapa superior existe un tubo graduado ; esta cajita se separa en dos partes, al nivel del eje de los agujeros citados ; se descubre una porcion de carótida de un animal y se introduce una de las dos porciones de la caja debajo de la arteria ; encima de este vaso se coloca la otra porcion, de manera que los dos agujeros abracen dicha arteria en dos puntos diferentes ; se llena de agua la cajita y el tubo y de esta manera, siempre que aumente el calibre de la arteria, el agua comprimida en la caja, deberá ascender en el tubo superior, Ahora bien, por este procedimiento se observa que *en cada sístole ventricular el citado líquido se eleva*.

De todo lo dicho se deduce 1.º que *la contraccion ventricular es la causa eficiente de la circulacion sanguinea* : 2.º que *la elasticidad arterial, es el regulador de esta circulacion*: 3.º que *la contractilidad de las arterias, careciendo de ritmo y de regularidad, no puede considerarse como una causa permanente que influya en la circulacion general, estando su papel puramente reservado, á influir en las circulaciones locales, segun las corrientes que reciban las arterias del aparato especial vaso-motor.*

Compréndese facilmente, despues de lo que acabamos de indicar, que á cada contraccion de los ventrículos, introduciéndose en las arterias una nueva cantidad de sangre, se produzca un considerable aumento de presion. Este aumento estará representado por un choque; este choque dará lugar á una onda, que comenzando en el vértice del *cono*, se propagará sucesivamente hasta su base; esta onda, resultante de los cambios de presion, se percibirá perfectámente en las arterias. Cuando un vaso de este género, descansa sobre un plano óseo, y se comprime con el dedo, produce en este dedo una sensacion especial, conocida en Fisiología y en Patología, con el nombre genérico de *pulso*. La arteria comprimida se dilata en virtud del aumento de presion; entra en diástole, lo que equivale á decir que el pulso coincide con el *diástole arterial* consecutivo al *sístole* del ventrículo.

De esto se deduce que el pulso es la propagacion de un choque, de una oscilacion, de un movimiento; nada tiene que ver con la velocidad de la circulacion: no es una *masa material* que se dirige de un punto á otro, sino un *movimiento* que por entre las moléculas de esta masa se extiende y se propaga. Weber fundándose en que el pulso se presenta en las arterias distantes del corazon despues que en las arterias cercanas, ha podido explicar la formacion de una *ola*, que saliendo del corazon se fracciona poco á poco, para entrar en cada arteria; esta ola, lo mismo

que las producidas en una superficie líquida, cuando en ella se echa un cuerpo extraño, se forma en el punto de contacto ; no *sale* de este punto ; se *propaga*, porque cada parte líquida toma una forma especial : finalmente, se extingue por completo : « *unda non est materia progrediens, sed forma materie progrediens* ». El pulso, pues, no es la onda originada en el ventrículo, sino la onda lejana que esta misma ha producido.

Por eso, los latidos arteriales son menos perceptibles en los puntos más separados del corazón y dejan de percibirse en los vasos muy pequeños. Por eso, aunque el pulso es producido por el sístole ventricular, como la transmisión del movimiento no es instantánea en todo el árbol arterial, las pulsaciones de la arteria se perciben algo más tarde que las del corazón, sobre todo en aquellos ramos más apartados del centro circulatorio.

Para evitar los efectos de la impresión brusca de la sangre en los tejidos más delicados, los vasos no se dirigen siempre en línea recta al punto en que se distribuyen, sino que forman inflexiones y corvaduras, con el objeto de que ese impulso sea menor, ó de que desaparezca del todo al llegar á la red capilar.

Explorando el pulso, podemos apreciar la mayor ó menor rapidez de las contracciones del corazón y su mayor ó menor regularidad ; pero podemos equivocarnos fácilmente en cuanto á la energía ó debilidad de las mismas contracciones. A veces, las arterias se hallan en un estado de contracción espasmódica, y como la onda sanguínea no puede dilatarlas con la facilidad acostumbrada, la intensidad de la contracción ventricular parece más pequeña. Lo contrario sucede cuando su contractilidad se halla, por decirlo así, adormecida. Los vasos se dilatan fácilmente al impulso de la sangre que choca contra su pared interna, y esta facilidad de dilatación puede atribuirse, equivocadamente, á la mayor energía de las contracciones del corazón.

Varios son los procedimientos destinados á la exploracion del pulso. Nos detendremos únicamente en la explicacion de los principales, haciendo caso omiso de un gran número de aparatos que en diferentes monografías se describen.

Exploracion digital : por medio de la *palpacion*, se reconoce comunmente el pulso ; los datos deducidos de este procedimiento exploratorio tienen en clínica una importancia considerable.

Hemautografía : los procedimientos hemautográficos, son quizá los que dan resultados más seguros ; consisten simplemente en incidir un vaso y dirigir el chorro al papel del cilindro rotador, para obtener de esta manera verdaderas *gráficas de sangre*. Examinando sencillamente el caño líquido, podremos tambien conocer la presion arterial, por la altura á que se eleve el chorro ; y la influencia de las contracciones del ventrículo, por la mayor elevacion, que se observa en el momento del sistole. Laudois á beneficio de los procedimientos hemautográficos, ha obtenido resultados muy precisos.

Esfigmo-manometría : el *esfigmómetro de Herisson*, se reduce á un tubo lleno de líquido, cerrado en su parte inferior ensanchada, por una membrana de cautchuc ; se aplica por esta parte sobre una arteria y las oscilaciones que el líquido experimenta en su interior, son isócronas á las pulsaciones arteriales : la importancia de este aparato es limitada, pues sirve unicamente para dar á conocer la regularidad y la velocidad del pulso. Otro tanto podríamos decir, del *manómetro pulsador de Chelius*.

Esfigmo-fotografía : los rayos luminosos reflejados en un punto cercano al de la pulsacion de la radial, son recogidos sobre una pantalla revestida de papel sensibilizado ; el hacesillo se ve obligado á trazar en el papel fotográfico una línea vertical, por la interposicion de una segunda pantalla provista de una hendidura apropiada ; la longitud de la línea

corresponde al momento de la pulsacion. Además de este procedimiento, ideado por Czermak, puede hacerse uso, á imitacion de Ozanam, de una columna oscilante de mercurio.

Esfigno-fonía : el *esfigmófono de Stein* consiste en un resorte apoyado en una arteria, el cual se eleva cuando se verifica el diástole arterial y se deprime cuando la arteria se reduce ; este resorte empuja un tornillo y cierra una corriente que habiendo llegado por aquél, sale por éste. Las interrupciones y las oclusiones de la corriente, se perciben claramente á beneficio de un teléfono relacionado con el aparato.

Esfigno-microfonía: Spillmann y Dumont han modificado el *esfigmófono de Stein*, echando mano de un resorte de papel en lugar del resorte de acero, sobre el cual está fijado el carbon movable : sin embargo, con este aparato, que realmente ofrece bastante sensibilidad, no es posible percibir los ruidos, que en la circulacion de la sangre se producen.

El esfigmófono de Richardson es una combinacion del micrófono, del teléfono y del *esfigmógrafo* : su sensibilidad es notabilísima, percibiéndose perfectamente los latidos del pulso. Un contacto á deslíz del micrófono reemplaza el rodaje del *esfigmógrafo* y una pequeña bateria de bicromato de potasa, constituye su parte activa ; finalmente, un teléfono de Bell y un sistema de enlace con la muñeca, completan el aparato. Desde el momento en que la aguja es movida por el pulso, se produce una serie de movimientos por el contacto ó deslíz del micrófono, dando lugar á variaciones de intensidad de la corriente, las cuales transmitiéndose desde el micrófono al teléfono pueden ser perfectamente percibidas aplicando al oido este último aparato. Puede hacerse tan considerable la intensidad de los sonidos, que á 30 yardas de distancia sean claramente perceptibles ; y, al contrario, puede hacerse tan

debil esta intensidad, que el ruido imperceptible para el enfermo, exige la aplicacion del teléfono al oido del médico para que éste lo pueda percibir; para obtener estos efectos basta modificar la potencia de la batería.

El *explorador microfónico de Boudet*, tal como lo describe su autor en una importante monografía, consiste en una lámina de cautchuc endurecido, ligeramete cóncava, y perforada en su centro, en una de cuyas extremidades se eleva un vástago sobre el cual sube y baja un pequeño carrete de cobre, entre cuyos montantes oscila un cilindro de carbon.

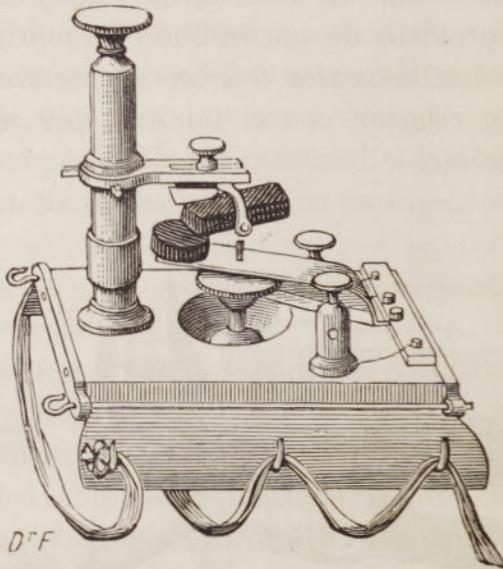


FIG. 65 — Explorador microfónico de Boudet.

La extremidad libre de una lámina de un resorte va á parar debajo del carbon y la otra extremidad de este resorte está fijada en el otro extremo de la lámina de cautchuc. Una pequeña *lente* de carbon fijada al resorte, toca la extremidad del cilindro del carbon descrito. Otro resorte colocado debajo del primero, termina en un bo-

ton explorador que atraviesa el orificio de la lámina de cautchuc.

Todo choque ó presión verificados en el botón, es transmitido á los dos contactos existentes entre los carbones, por cuyo motivo, la intensidad de la corriente que los atraviesa, cambia : cada variación de la intensidad de la corriente, es recogida por un teléfono y percibida perfectamente por el observador. La sensibilidad de este aparato es exquisita, pero ofrece el inconveniente de no ser aplicable sino á la arteria radial. Para explorar las otras arterias debemos valernos del *estetoscopio microfónico de Ducrotet*, que consiste en un micrófono colocado sobre un tambor de Marey de membrana elástica, provisto de un embudo de marfil destinado á aplicarse sobre los vasos ó sobre el corazón ; este embudo está en relación con el tambor, por medio de un tubo de cautchuc.

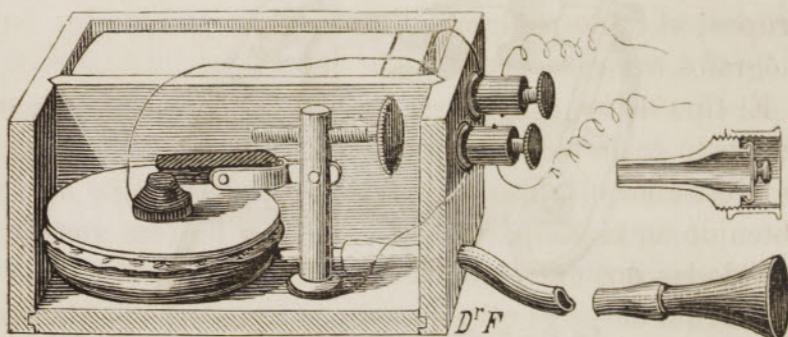


FIG. 66. — Estetoscopio microfónico de Ducrotet.

La membrana del tambor está formada de vejiga de cerdo; en su centro lleva fijado un pedazo de carbon: otro carbon de forma cilíndrica, oscilante sobre un eje transversal, está colocado por encima del primero; ambos car-

bones están reunidos á una pila y á un teléfono, por medio de dos hilos conductores.

Esfigmógrafo reflector de Czermak. — Un espejo móvil alrededor de un eje horizontal apoya su pequeña extremidad en una arteria; el hacesillo luminoso que se dirige á este espejo es reflejado por la extremidad opuesta y traza los movimientos en una pantalla; estos movimientos, como se comprende, son producidos por el pulso. *Esfigmógrafo eléctrico de Czermak:* Adaptando al esfigmómetro de Herisson, por ejemplo, un aparatito que determina oclusiones é interrupciones de la corriente eléctrica, pueden inscribirse los movimientos del pulso. *Esfigmógrafo de gas de Landois:* El gas contenido en un aparato á propósito, recibe las pulsaciones de una arteria, siendo isócronas á los latidos del pulso las variaciones de la llama.

Los *esfigmógrafos de palanca* se dividen en dos grupos: es á saber, *esfigmógrafos simples* y *esfigmógrafos inscriptores*; estos últimos se subdividen á su vez en dos subgrupos; el de los *esfigmógrafos directos* y el de los *esfigmógrafos transmisores*.

El tipo de los *esfigmógrafos simples* está perfectamente realizado en la palanca improvisada de King: este autor para estudiar el pulso venoso se vale de un *hilo de lacre* obtenido en la lámpara por la tracción de esta sustancia; una de las dos extremidades de este hilo se fija á la piel por medio de una gotita de sebo, y como el hilo descansa sobre la vena, la extremidad libre (brazo de la resistencia de esta pequeña palanca de tercer género) presentará sumamente amplificados los movimientos de la vena. Si en lugar de aplicarlo sobre una vena lo aplicamos sobre una arteria superficial y ponemos en contacto la extremidad de la palanca con el papel ahumado del cilindro inscriptor, obtendremos unas clarísimas gráficas del pulso, por medio de este *esfigmógrafo tan sencillo*. Nosotros

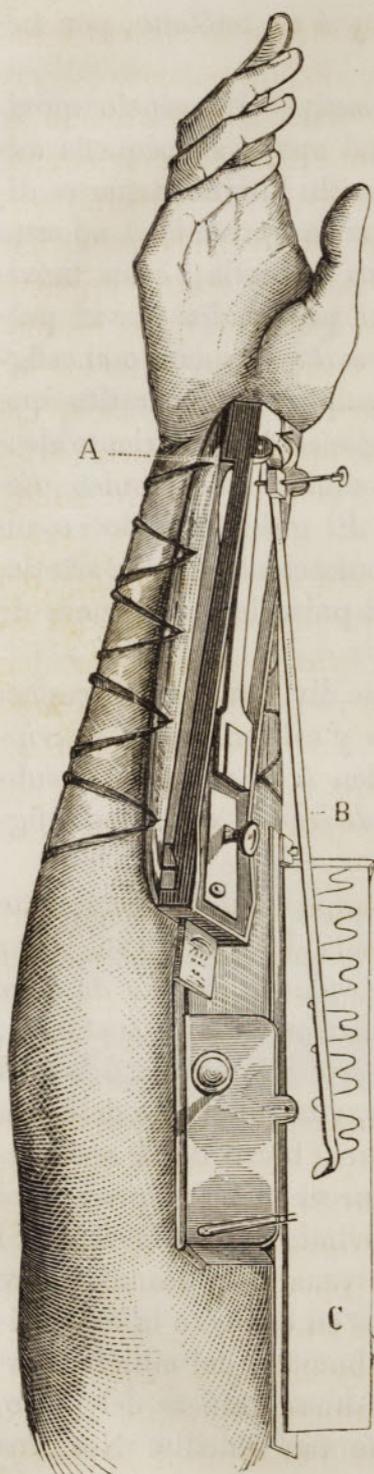


FIG. 67.—Esfignógrafo de M. Marey.

nos servimos de un *hilo de cristal* obtenido á la lámpara.

Entre los esfigmógrafos *inscriptores diversos* se cuentan el esfigmógrafo de Vierordt, el de Marey, el de Brondel, el de Behier y el de Longuet.

El esfigmógrafo de Vierordt, está fundado en la elevacion de una palanca de tercer género, por la dilatacion de la arteria; el arco de círculo producido por el brazo de la resistencia, se corrige mediante una segunda palanca de longitud calculada, unida á la primera por medio de un cuadrado que lleve un estilete en relacion con un cilindro inscriptor.

El *esfigmógrafo* de M. Marey, aunque bastante complicado si se le examina en su conjunto, está reducido en su parte esencial á un resorte *A* de acero, cuya extremidad libre lleva un boton de marfil que se apoya sobre la arteria radial. Cada pulsacion de la arteria eleva el resorte, y como éste en la parte superior del boton, contiene un vástago que engrana con una rueda dentada, fijada sobre el eje del

movimiento de una palanca ; esta última se moverá siempre y cuando el resorte sea movido. La palanca es muy larga y muy ligera, y como su brazo *B* está armado de una punta inscriptora á cuyo alcance pasa, con movimiento siempre uniforme, por un mecanismo de relojería, una tira de papel ahumado, *C*, queda trazada en la misma una línea curva, cuyas ondulaciones indican, segun su mayor ó menor amplitud, proximidad ó igualdad, todas las modificaciones que el pulso puede experimentar en su fuerza, rapidez, regularidad é intermitencia. Las elevaciones del trazado corresponden á las pulsaciones de la arteria (diástole arterial), y las depresiones á la reduccion de calibre de este vaso.

El esfigmógrafo pasivo de Brondel sólo se distingue del de Marey en que la palanca no verifica *presion elástica* sobre la arteria, por cuyo motivo la constancia de presion sobre este vaso, queda asegurada : su aplicacion es sumamente fácil, pues ni siquiera necesita atarse al antebrazo.

El esfigmógrafo de Behier, se distingue del de Marey por la adiccion de un dinamómetro movido por un vástago, con objeto de graduar la presion.

El esfigmógrafo de Longuet consiste en un vástago vertical apoyado sobre la arteria cuyos movimientos verticales son transformados en movimiento horizontal ; en una hoja de papel movida por un mecanismo de relojería, se inscribe el trazado gráfico.

Entre los esfigmógrafos transmisores hay el primitivo de Marey, el modificado de este autor, el Polígrafo de Mathieu y Meurice y el pansfigmógrafo de Brongeeest.

El esfigmógrafo transmisor de Marey consiste en un vástago vertical en relacion por un lado con la arteria y por otro con un tambor de aire, quien á su vez está en relacion con un tambor inscriptor. La inspeccion de la figura bastará para comprender este importante instrumento.

El nuevo modelo del esfigmógrafo transmisor de Marey,

consiste en un tambor explorador colocado en la montura del esfigmógrafo comun, que gira al rededor de una charnela : del centro de la membrana del tambor parte en vástago metálico que se articula con el resorte compresor de la arteria.

Los trazados del esfigmógrafo, se conocen con el nombre de *esfigmogramas*.

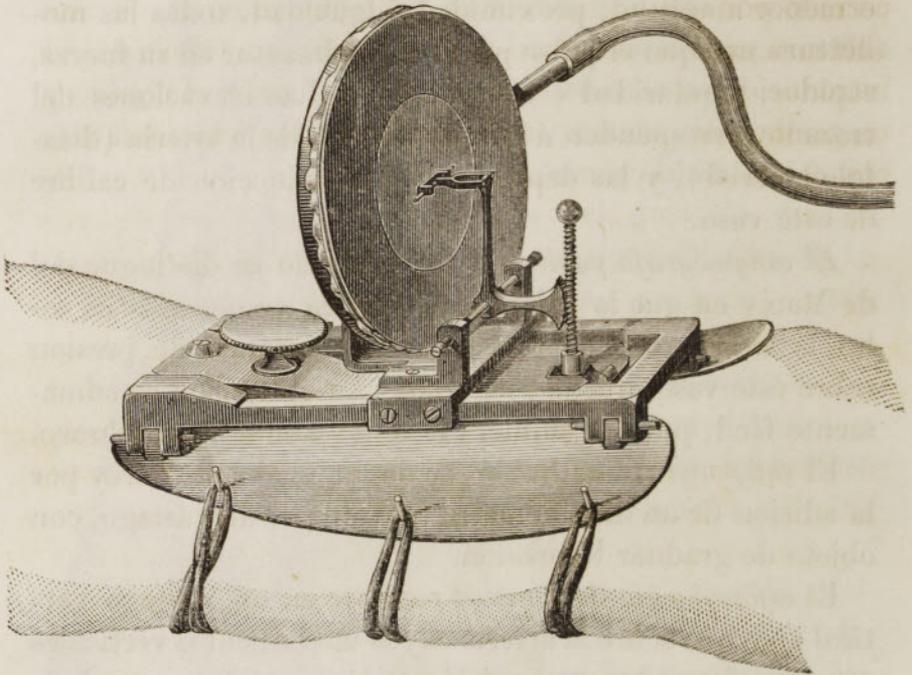


FIG. 68. — Esfigmógrafo transmisor de Marey.

El *polígrafo de Mathieu y Meurice* consiste en una plancha metálica aplicada sobre la arteria, provista de un vástago, que transmite la pulsacion de un tambor.

El *pansfigmógrafo de Brongest* no presenta nada de particular en su principio.

§ 85.

Esfigmografía volumétrica : está fundada la esfigmografía volumétrica en la dilatacion de los órganos periféricos por el aflujo de la sangre á las arterias y á los capilares

en cada sístole ventricular. Entre los diferentes aparatos que se han ideado para estudiar la esfigmografía volumétrica, citaremos el de François Franck, el de Piegu, el ple-tismógrafo de Mosso, el de Fick, el de Chelius y el hidros-figmógrafo de Mosso.

El *aparato de François Franck*, destinado á estudiar los cambios de volumen de la mano, consiste en un recipiente cerrado por una membrana de cautchuc provista de una abertura para la introduccion de la mano ; un tubo vertical introducido en el vaso establece relacion entre el líquido y un tambor de palanca ; dicho tubo presenta una dilatacion con objeto de imprimir las oscilaciones.



FIG. 69. — Aparato de François Franck destinado á estudiar los cambios de volumen de la mano.

El *aparato de Piegu* consiste en una caja hermeticamente cerrada llena de agua tibia adaptada á un tubo vertical, dentro de la que se introduce un miembro ; las oscilaciones de la columna líquida corresponden á los movimientos de la respiracion y á las pulsaciones cardíacas.