

El verdadero tipo de las transmisiones por resortes, está representado en el *kimógrafo* de Fick. La cánula C se introduce en una arteria, pasa la sangre desde esta cánula al tubo flexible Z, llega al resorte R, que es hueco, aplanado y circular, el cual en la extremidad E está cerrado, relacionándose en este punto con un sistema de palancas P. P. que termina con un estilete inscriptor O.

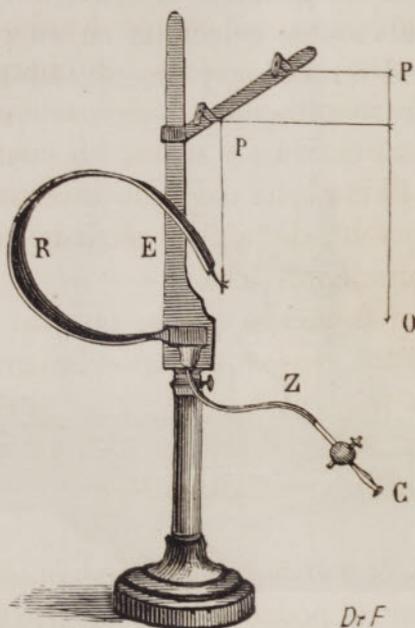


FIG. 32. — Kimógrafo de Fick.

Cuando la sangre pasa al interior del resorte tubular, ejerce una compresión sobre sus paredes interiores, de la cual se origina un movimiento de expansión que tiende á aumentar el radio de corvadura de este resorte hueco: la extremidad libre E se mueve, con ella se mueve á su vez el sistema de palancas P. P., y el estilete O, inscribe en el papel ahumado los trazados representativos de la presión sanguínea.

Como á tipo de las transmisiones por medio de palancas, escogeremos el *miógrafo simple* de Marey. Este aparato es

sumamente sencillo, bastando casi la inspeccion de la figura para comprenderlo. En efecto; el miógrafo simple se compone de un palanca movable en un plano horizontal; un hilo relacionado con el tendon de un músculo, se fija al brazo libre de la palanca y sobre el espigón que le sirve de eje, se arrolla un hilo, el cual pasa por una polea, se dirige á la parte inferior y sostiene un platillo con diferentes pesos á fin de graduar el trabajo efectuado por el músculo. La palanca se relaciona en su punta libre, con el papel del cilindro rotador, y un excitador eléctrico, completa el aparato.

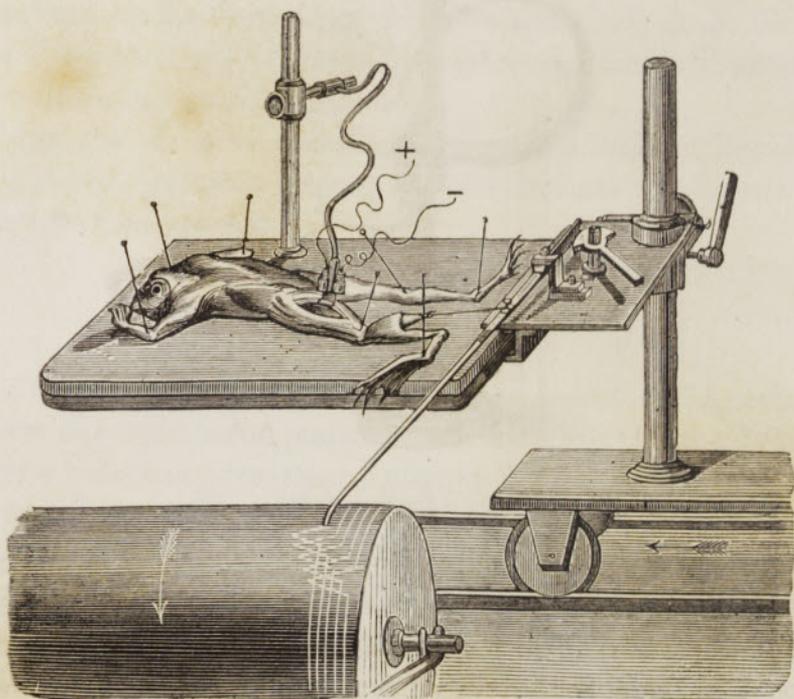


FIG. 33. — Miógrafo simple de Marey.

Transmisiones por líquidos.—Tomaremos como á tipo de este género de trasmisiones, el *kimógrafo* de Ludwig, aparato que como el kimógrafo de Fick sirve para el estudio gráfico de la presión sanguínea. Este aparato no es

otra cosa que un manómetro de mercurio, el cual, por la rama corta está en relacion con una arteria, y en su rama larga existe un flotador de marfil que sostiene un vástago: este vástago lleva un estilete relacionado con el papel ennegrecido del cilindro giratorio. Cuando la sangre penetra en la rama corta del manómetro, empuja al mercurio, el cual, bajando en ésta, se eleva en la rama larga, y como en

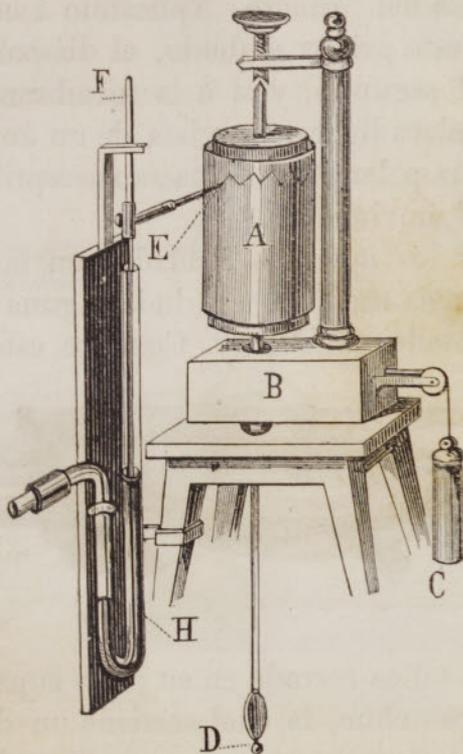


FIG. 31. — Kimógrafo de Ludwig.

este punto existe un flotador, siempre que la sangre empuja al mercurio este flotador se eleva, y al contrario, desciende cuando la presión no es tan intensa: estas alternativas de presión se representan gráficamente en el papel ahumado del cilindro.

Transmision por el aire.—El primero que imaginó esta importantísima transmision de los movimientos, fué Ch. Buisson. Valióse de dos embudos, cuyos tubos estaban uni-

dos por otro de cautchuc, cubriendo una membrana elástica el pabellon de cada embudo, de manera que cuando se ejercía una presión cualquiera sobre la membrana de uno de ellos, el aire comprimido comprimía á su vez al que estaba encerrado en el tubo de cautchuc y en el segundo embudo, dando lugar á que la membrana de este último se elevara tanto más cuanto mayor había sido la presión ejercida sobre la del primero. Aplicando á una arteria la membrana de este primer embudo, el diástole arterial era transmitido al segundo, y si á la membrana de éste se adaptaba una placa ligera, provista de un ángulo saliente que elevara una palanca, se la hacía susceptible de trazar las gráficas del movimiento.

Entre todos los aparatos fundados en la transmisión por el aire, el más usado es sin duda alguna el *tambor de palanca*, inventado por Marey. Consiste este tambor en

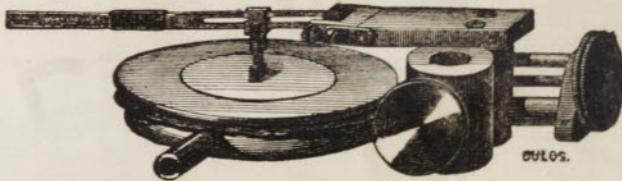


FIG. 35. — Tambor de palanca de Marey.

una cápsula metálica cerrada en su parte superior por una membrana de cautchuc, la cual sostiene un disco de aluminio en el que se apoya una pieza provista de una doble articulación, cuyo objeto es unir la membrana del tambor á la palanca inscriptora: en un punto de la circunferencia de la cápsula existe un agujero que la une á un tubo. La palanca, en una de sus dos extremidades, gira alrededor de un eje horizontal, lo que ocasiona una oscilación vertical. Una punta inscriptora de la palanca traza en el papel del cilindro las gráficas del movimiento que el aire ha transmitido. Siempre que el aire interior de la cápsula experimente un aumento de presión, la membrana se elevará

y con ella la placa de aluminio y la pieza en que se articula la palanca; esta palanca á su vez elevará su brazo libre. El aumento ó la disminucion de presion del aire de la cápsula es transmitido por el tubo lateral.

Este tambor ofrece una importancia considerable : con él pueden transmitirse toda clase de movimientos, así los producidos por los sólidos, como por los líquidos, como por los gases.

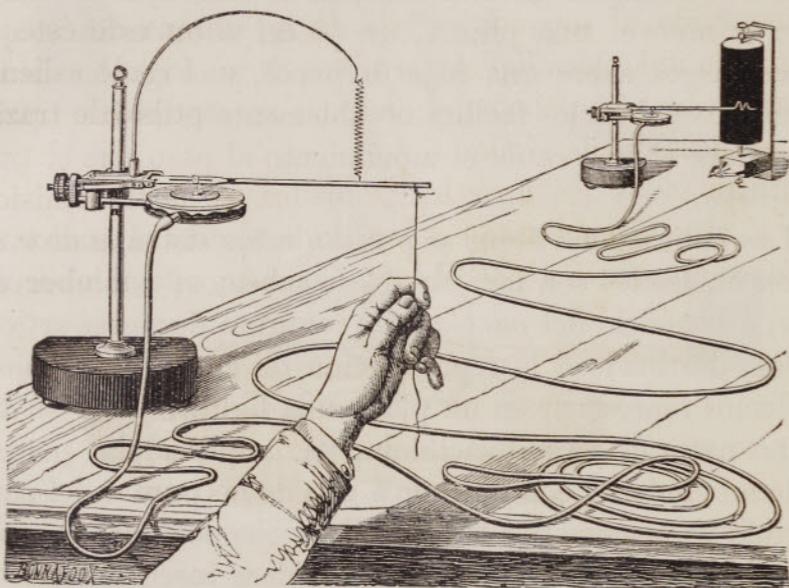


Fig. 36. — Tambores poligráficos enlazados; uno manipulador y otro receptor.

Pueden relacionarse entre sí dos tambores poligráficos y entonces se forma un *sistema de tambores enlazados*; en este caso, uno de los aparatos recibe el nombre de *manipulador* y el otro el de *receptor* (fig. 36). Todo movimiento que en sentido vertical se comuniqué á la palanca del manipulador, será perfectamente reproducido por el receptor. Por medio de un hilo rígido se puede transmitir un movimiento rectilíneo. Para ello un resorte de laton tiende á elevar una palanca sobre la cual está fijado por una extremidad. A esta misma palanca se adapta igual-

mente un hilo rígido, y hecha una traccion sobre este hilo, la palanca baja y el resorte se pone tenso; al contrario, cuando la traccion cesa, el resorte, por su elasticidad, eleva la palanca. De esta manera todo movimiento vertical verificado por el hilo es transmitido y se puede inscribir en forma de trazados gráficos.

Este sistema de tambores enlazados ofrece grandísimas ventajas, pues en la mayor parte de casos en que queremos estudiar un movimiento, no es fácil fijar al cuerpo que se mueve, una pluma, un pincel ó un estilete, que trace rasgos sobre una hoja de papel, y el empleo de los tambores enlazados facilita notablemente estas inscripciones, pues el uno *recibe* el movimiento al paso que el otro lo *dibuja*.

Las aplicaciones á que se prestan estos sistemas de tambores enlazados son incalculables; sabemos, por ejemplo, que, á beneficio del *pantógrafo* (conjunto de piezas articuladas, destinado á la reproduccion de cualquier dibujo), podemos reproducir en un plano una figura, ya en su tamaño natural, ya reduciéndola, ya ampliándola, porque todo movimiento comunicado á una de las puntas del pantógrafo es inscrito por la otra. Pero siendo indispensable que el cuerpo cuya trayectoria se quiere inscribir esté en contacto con el pantógrafo, todo estudio de los movimientos fundado en este instrumento tiene que ser muy limitado. Marey, en vista de estas dificultades, ha construido un *pantógrafo transmisor* con el cual ha inscrito movimientos producidos á distancia de más de 10 metros. El pantógrafo transmisor no es otra cosa que un sistema de cuatro tambores enlazados, formando dos grupos distintos: el primero constituye el aparato *manipulador* y está compuesto de dos tambores; el segundo, forma el aparato *receptor*, el cual consta tambien de dos tambores de palanca. Esta disposicion se observa perfectamente en la figura 37, la cual representa un pantógrafo mirado por su

parte superior. Como se ve á la sola inspeccion, la palanca manipuladora *a* es horizontal y está enlazada con la receptora *a'*, tambien horizontal; sucediendo otro tanto con las palancas verticales *b b'*. A beneficio de tal disposicion, desde el momento en que se comunica un movimiento á una palanca manipuladora la palanca receptora con ella

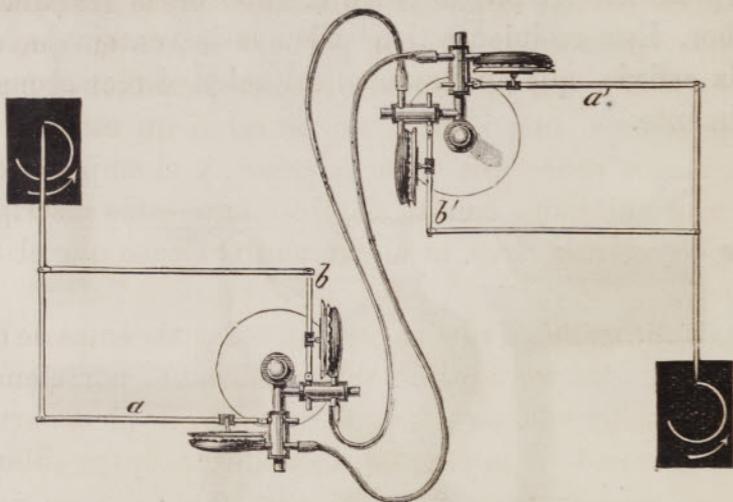


Fig. 37. —Pantógrafo transmisor de Marey.

enlazada verifica un movimiento en el mismo sentido. Si reunimos los dos tambores de cada uno de los grupos por medio de vástagos articulados en forma de rectángulos, y uno de los lados de cada rectángulo lo prolongamos en forma de punta inscriptora, tendremos que cualquier movimiento comunicado á la punta del explorador será reproducido por la punta del receptor.

Hemos dicho que los tambores de palanca transmitían toda clase de movimientos, tanto si eran producidos por gases, como por líquidos, como por sólidos. En efecto, si queremos demostrar que el tambor de palanca transmite los movimientos efectuados por el aire, no tenemos más que introducir una cánula en la tráquea de un perro, la cual comunique con un tubo que vaya á parar á la caja

metálica del tambor, y veremos que toda espiracion, empujando el aire de la caja, produce una elevacion de la palanca; y viceversa, que toda inspiracion, ocasionando un enrarecimiento del aire de la misma caja, da lugar á un descenso de la referida palanca. Con objeto de evitar las oscilaciones demasiado considerables de la palanca, se interpone un recipiente entre el tubo de la tráquea y el tambor. Este recipiente tiene ademas la ventaja de impedir la asfixia, que en una comunicacion directa ocurriría fatalmente.

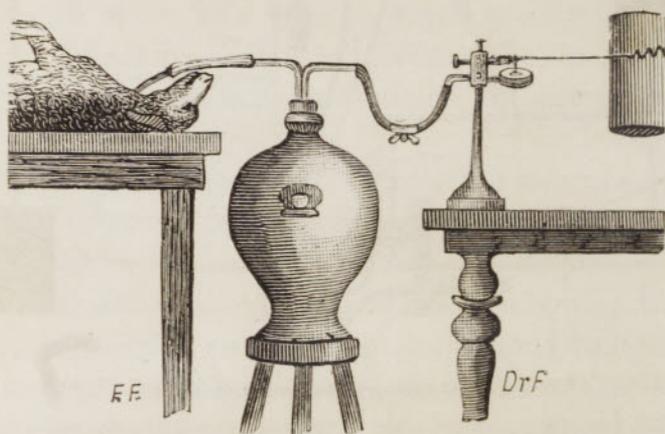


FIG. 38. — Tambor de palanca transmitiendo los movimientos producidos por el aire que sale de la tráquea.

Si queremos convencernos de que el tambor de palanca transmite é inscribe los movimientos de los líquidos, podemos echar mano de un *hemodinamómetro* de Poiseuille, manómetro de mercurio destinado á medir la presión de la sangre, y adaptar su rama larga á un tubo de cautchuc que comunique con un tambor. De este modo veremos que la elevacion del mercurio, consecutiva al aumento de presión sanguínea, dando lugar á la compresion del aire de los tubos de cristal y de cautchuc, elevará la membrana del tambor y con ella la palanca situada por encima, y la punta inscriptora de esta palanca trazará verdaderas gráficas de la presión en el papel ahumado del cilindro giratorio.

Y finalmente, para probar que este tambor transmite los movimientos de los sólidos, basta recordar el pneumógrafo

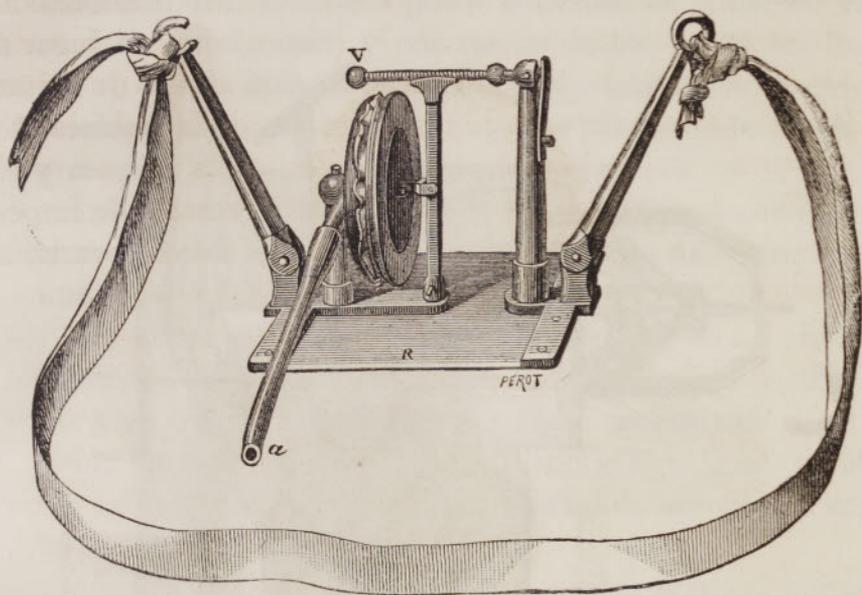


FIG. 39.—Pneumógrafo de Marey.

de Marey, en el cual, la dilatacion y depresion del torax ocasiona las variaciones de tension del aire de la caja.

§ 64.

3.º *Estudio de la inscripcion del movimiento.*—La inscripcion del movimiento requiere dos aparatos diferentes: el aparato *inscriptor* y el aparato *receptor*.

El aparato *inscriptor* consiste generalmente en una estrecha laminilla de madera, de mucha ligereza, ó en una simple paja, la cual roza con el papel ahumado del cilindro. Otras veces, un pincel ó una pluma mojados con tinta son los encargados de trazar las gráficas. En todo caso, ya se trate de una punta *seca*, ya de una punta húmeda ó *mojada*, siempre, una ú otra, debe adaptarse á la superficie movable del cilindro.

El aparato *receptor* consiste generalmente en un cilindro metálico dotado de un movimiento de rotacion (fig. 40).

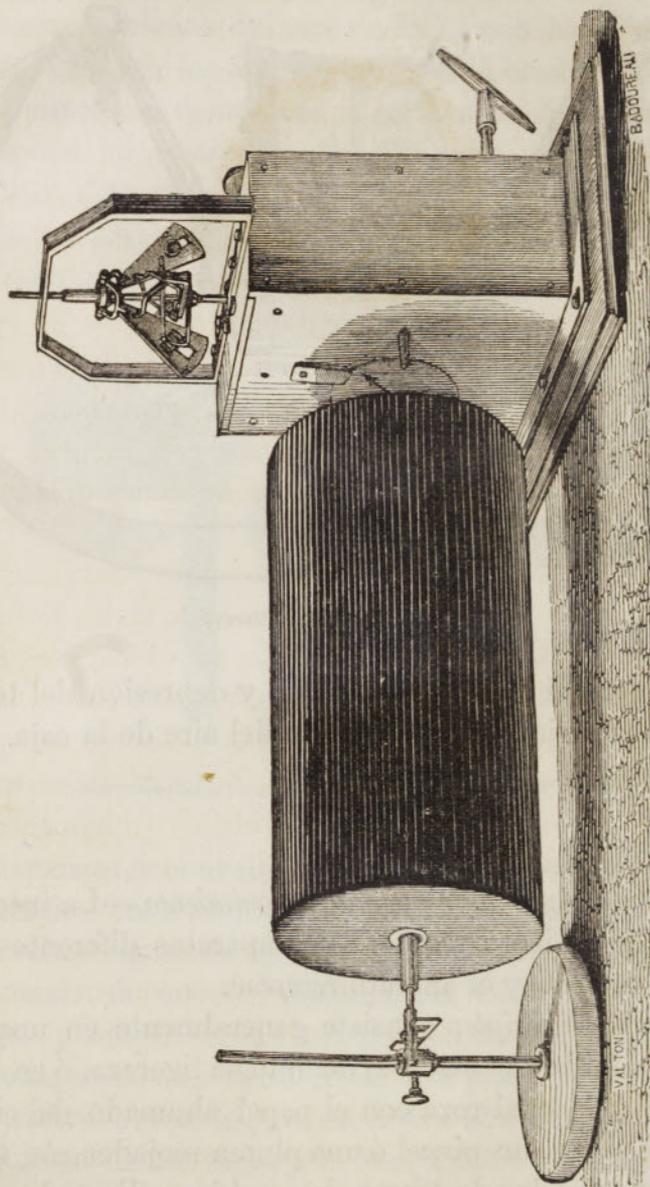


Fig. 40. — Cilindro inscriptor.

Este aparato recibe el nombre de *cilindro inscriptor*. Por medio de un movimiento de relojería puede adquirir tres velocidades distintas; á saber, una vuelta en 1 segundo

y medio, una vuelta en 10 segundos, y 100 vueltas en 1 minuto.

El cilindro, lo mismo puede colocarse en situacion vertical que horizontal, y por medio de un regulador Foucault, las velocidades son regulares y uniformes ; sobre él se adapta un papel blanco, que, por medio de la llama de una vela de sebo, por ejemplo, se ennegrece.

Una vez obtenidos los trazados, se *fijan*, sumergiendo el papel, despues de haberlo desprendido del cilindro, en una solucion de goma laca en alcohol.

No siempre el aparato receptor consiste en un cilindro giratorio, sino que en muchos casos se halla constituido por una simple placa movida por un mecanismo de relojería, como sucede por ejemplo, en el esfigmógrafo de Marey : ó bien se fija la placa en un péndulo apropiado, etcétera.

Cronografía.—Tanto la placa movable como el cilindro giratorio, nos dan á conocer la *duracion* de los movimientos, pues en ambos casos se trata de *velocidades* regulares y de *longitudes* de papel perfectamente conocidas. Sin embargo, es indispensable muchas veces hacer uso del *cronógrafo*, para apreciar pequenísimas fracciones de segundo. La teoría del cronógrafo es sumamente sencilla ; sea cual fuere la disposicion de este aparato, redúcese su oficio á determinar, en un *estilete gráfico*, vibraciones isócronas cuya frecuencia ya de antemano es conocida: de esta manera, por el *número* de vibraciones trazadas entre dos señales, se conoce el espacio de *tiempo* que las separa.

Pueden inscribirse, á ejemplo de Tomás Young, las vibraciones de una *varilla metálica*, ó mejor todavía, á imitacion de Duhamel, las vibraciones que ejecuta un *diapason*. Para ello, nos valdremos de un diapason cuyo número de vibraciones sea conocido ; en una de sus ramas colocaremos un estilete inscriptor, y al propio tiempo que

se inscribe el movimiento que pretendemos estudiar, inscribiremos las vibraciones de dicho diapason.

Si echamos mano de dos tambores enlazados, y la membrana de uno de ellos se une á una de las ramas de un diapason de grandes dimensiones, toda vibracion de este último instrumento se transmitirá al otro tambor, cuya palanca inscriptora dibujará en el cilindro giratorio una gráfica idéntica á la que hubiera dibujado el mismo diapason, Los diapasones más frecuentemente empleados son los que dan de 50 á 500 vibraciones por segundo.

Generalmente, las vibraciones del diapason, son producidas por la electricidad. Marey, con el nombre de *cro-nógrafo*, ha construido un instrumento sumamente cómodo. El diapason, en lugar de inscribir sus vibraciones en el papel ahumado, hace las veces de *interruptor* de una pila que obliga á funcionar á un cronógrafo, cuyo estilete entra en vibracion y cuyas vibraciones se inscriben en el aparato receptor. La marcha del instrumento es sumamente sencilla: abierto y cerrado alternativamente un círculo voltáico por las vibraciones de un diapason; y situado en este círculo el estilete con su armadura de hierro de un cronógrafo, este estilete vibrará en las roturas y oclusiones de la corriente, producidas por el diapason, y sus vibraciones, se inscribirán en el papel ahumado del cilindro.

Por medio del simple diapason, ó por medio del cronógrafo, se conoce exactamente la velocidad de un movimiento, por rápido que sea, pues se calcula por el número de vibraciones que haya ejecutado el diapason ó el estilete. Pero, como para este cálculo es preciso conocer, ademas de la velocidad, la *duracion* del movimiento; se necesita inscribir el *principio* y el *fin* el mismo. Y como nadie es capaz de señalar un movimiento en el preciso instante en que se produce, pues siempre hay un retardo en el señalamiento, variable con la *ecuacion personal* del

observador, de ahí la necesidad de hacer uso de *señales*, que pueden verificarse ó por medio del *aire*, ó por medio de la *electricidad*. Sean cuales fueren las señales empleadas, nos descartamos de la ecuacion personal del error, pues con ellas, el mismo movimiento inscribe de un modo mecánico su principio y su fin.

Señales por medio del aire. — Únicamente nos sirven para los casos en que la duracion del movimiento no sea excesivamente corta. Consisten tan sólo en el empleo de dos tambores enlazados, de manera que cuando se imprima un movimiento á la palanca del uno, la palanca del otro trace en el cilindro giratorio la gráfica correspondiente. Ya hemos visto en la figura 36, que en el momento en que la mano verifica una traccion sobre el hilo ligado á la palanca del primer tambor, la palanca del segundo dibuja una gráfica en el papel ahumado del cilindro; si dicha mano verifica despues otra traccion, se dibuja igualmente otro trazado; y el número de vibraciones ejecutadas por un diapason, en el espacio de tiempo transcurrido entre las dos señales, nos dará á conocer la duracion del movimiento.



FIG. 41. — Aparato cronográfico que sirve de señal eléctrica.

Señales eléctricas. — Cuando la duracion del movimiento es muy corta haremos uso de la *señal eléctrica* de Marcelo Deprez, consistente en dos bobinas electro-magnéticas que atraen el hierro dulce colocado encima de ellas, y con este hierro, el estilete inscriptor, en el momento preciso en que pasa la corriente: encargándose un resorte antagonista de elevar la palanca hasta la próxima oclusion, desde el mo-

mento en que se rompe la corriente. Un diapason que da 500 vibraciones simples por segundo, provoca las señales en el referido aparato.

CAPÍTULO III.

§ 65.

De la sangre.

La sangre, considerada anatómicamente, es un humor cuyos elementos figurados son las hematias y los leucocitos. Fisiológicamente, es el medio interior del organismo que relaciona químicamente los tejidos con los agentes exteriores. Su color, es rojo; su reaccion, alcalina; su olor, particular; su sabor, salado; su peso específico, de 1,045 á 1,076. La sangre contiene una parte líquida, *plasma*, una parte sólida, *cruor ó glóbulos* y ademas *gases*. El plasma tiene fibrina, que al coagularse se une á los glóbulos, y forma el *coágulo*, llamándose *suero* el líquido restante.

La sangre está contenida en los vasos llamados sanguíneos, y es tan importante el papel que desempeña en la economía, que basta la pérdida de cierta cantidad para que sobrevengan los trastornos más graves y áun la muerte.

No todos los animales tienen la sangre roja; la mayor parte de los moluscos, los crustáceos y los insectos la tienen blanca. Entre los anélidos hay unos que la tienen roja, otros blanca y otros verde.

§ 66.

Del plasma de la sangre. — Para obtener el plasma separado de los glóbulos debe elegirse, la sangre de caballo;

porque enfriándola hasta 0 grados, permanece bastante tiempo sin coagularse, lo que da lugar á que se precipiten los glóbulos y á que por decantacion se obtenga el plasma casi completamente puro. Cuando no sea fácil proporcionarnos un caballo, podemos echar mano de cualquier otro mamífero, teniendo cuidado de recoger su sangre en una probeta graduada en la que previamente hayamos puesto una solucion de monofosfato de potasio, ó de sulfato de magnesia; y en último caso, podemos valernos de la sangre de la rana derramándola sobre un filtro que contenga una solucion de azúcar, pues los glóbulos quedarán en la parte superior, y el plasma, con la solucion azucarada, atravesará el filtro.

El plasma es incoloro y está compuesto de agua, materias albuminoideas, materias grasas, materias azucaradas, una sustancia colorante, sales, gases y sustancias accesorias. En mil partes de sangre hay de ochocientas á novecientas de agua. En los animales de sangre fria la proporcion de agua es mayor. Los que se aletargan durante el invierno tienen tambien mayor cantidad de agua, y por regla general puede decirse que cuanto mayor sea la cantidad de este líquido con relacion á las sustancias orgánicas, menor será la actividad vital del organismo.

Entre las sustancias albuminoideas disueltas en el plasma, la más importante es la fibrina, y como ésta se coagula espontáneamente cuando se extrae la sangre de los vasos, aprisiona los glóbulos y forma con ellos el coágulo. La parte líquida que rodea el coágulo se llama *suero*. El coágulo, de consiguiente, está formado por la fibrina coagulada y por los glóbulos. El suero no es más que el plasma de la sangre desprovisto de su fibrina.

Si se quiere separar el plasma de los glóbulos, prescindiendo de toda mezcla entre la sangre y cualquier otro cuerpo, se deposita dicha sangre en una estrecha probeta, rodeada de hielo y animada de un movimiento rapidísimo

de rotacion horizontal, á beneficio de una máquina á propósito.

Mezclando partes iguales de sangre y de una disolucion de sulfato de sosa y dejando la mezcla en reposo, los glóbulos se depositan en el fondo del vaso algun tiempo despues, y si al líquido se le añade agua de fuente se separa una masa fibrinosa. La sal comun y algunas otras sales determinan fenómenos semejantes. La fibrina disuelta en el plasma se coagula al poco tiempo y el coágulo es blanco. Esto demuestra que la fibrina está en el plasma, y explica, ademas, la causa de que depende la costra blanca que se observa algunas veces en la parte superior del coágulo, conocida con el nombre de costra inflamatoria. Cuando la sangre se coagula con mucha rapidez, los glóbulos, cuya densidad es algo mayor, no tienen tiempo de bajar al fondo del receptáculo, y como se hallan distribuidos con igualdad en el coágulo, este tiene el mismo color en todas sus partes. Cuando la sangre se coagula lentamente, los glóbulos descenden á la parte inferior, y como la porcion superior del coágulo está formada sólo de fibrina, toma el color blanco, mientras que la inferior, que tiene glóbulos, toma el rojo. Por eso en los animales cuya sangre se coagula lentamente, como en el caballo, se observa siempre una gran costra inflamatoria, y en aquellos en que se coagula rápidamente como en las aves, la costra inflamatoria no se observa nunca.

Las causas de la coagulacion espontánea de la fibrina de la sangre son desconocidas. No depende del enfriamiento, porque se coagula tambien cuando se la mantiene á la temperatura del cuerpo. No depende del contacto del aire, porque se coagula en el vacío. No depende solo de la salida de los receptáculos que la contienen, porque en algunos casos patológicos se coagula en el interior de los mismos. Se dice que depende exclusivamente de la vitalidad, y que cuando ésta falta es cuando se coagula

la sangre con mayor facilidad, pero para que esta explicacion fuera medianamente satisfactoria, se necesitaría dar á conocer al mismo tiempo, de qué manera la falta de vitalidad influye en la solidificacion de la fibrina, con tanto más motivo cuanto que hay casos en que la sangre se coagula con mucha dificultad, precisamente en sujetos débiles ó enfermizos, que es cuando al parecer debería ser más fácil esta coagulacion por la falta de vitalidad de los mismos. Así es, que en estos casos, la aplicacion de una ventosa, la cisura de una sanguijuela ó un simple rasguño en la piel, bastan para producir hemorragias que no siempre se pueden contener.

Son tantas las teorías que sobre la coagulacion de la sangre se han propuesto, que no es posible, en un tratado elemental, estudiarlas, reasumirlas, ni siquiera enumerarlas. Citaremos, pues, las que hoy dia parecen más aceptables y expondremos finalmente nuestra opinion.

Teoría de Schmidt: la *fibrina*, que jamás preexiste en la sangre, fórmase por la combinacion de la sustancia *fibrinógena* y de la sustancia *fibrino-plástica* en contacto del aire: esta formacion de la fibrina acompañada de la coagulacion, se debe á la influencia de un *fermento* que el aire contiene. La sustancia fibrinógena preexiste en la sangre viva; la sustancia fibrino-plástica, que no es otra cosa que la paraglobulina, sólo se forma cuando la sangre ha salido de sus vasos á causa de la *destruccion* de los leucocitos. Lo mismo acontece con el fermento: la sustancia fibrinógena está formada por los leucocitos durante la *vida*; la sustancia fibrino-plástica y el fermento, pueden tambien formarse en el interior de los vasos como consecuencia de la transicion de los glóbulos blancos en rojos.

Teoría de Olof Hammarsten: el desdoblamiento de una sustancia única (fibrinógena) es la causa de la coagulacion de la sangre; esta sustancia, bajo la accion de un

fermento, se transforma, primero en *fibrina soluble* y luego en *fibrina insoluble*.

Teoría de Mathieu et Urbain: el ácido carbónico determina la coagulacion de la sangre. Si cuando la sangre es viva, permanece líquida, se debe á que los glóbulos fijan ácido carbónico ademas del oxígeno disueltos en la sangre; al contrario, la sangre se coagula en contacto del aire, porque el ácido carbónico de los glóbulos es desplazado por el oxígeno atmosférico y se desparrama por el plasma.

Desde muchos años, viene consignada en esta obra una opinion enteramente opuesta.

La circunstancia de que, agitando la sangre, ó lo que viene á ser igual, mezclándola con el aire, se retarde la coagulacion de la fibrina y aun se convierta en parte en una materia albuminoidea soluble, nos ha hecho sospechar si los gases que circulan con la misma y que se escapan cuando se le extrae del cuerpo, podrán ejercer alguna influencia en su fluidez. Parece esto tanto más natural cuanto que son varias las sustancias que ejercen sobre la fibrina una influencia parecida. Las disoluciones de sosa ó de potasa poco concentradas, la accion del rayo, la de algunos venenos sépticos, la privan de la facultad de coagularse. Si hay, pues, causas capaces de impedir la coagulacion de la fibrina, la cuestion que conviene resolver es la siguiente: ¿Qué agente circula con la sangre que sostiene su fluidez y que desaparece cuando se la extrae del cuerpo, ocasionando con su falta la solidificacion de la fibrina? Nosotros, volvemos á repetirlo, creemos que esto se debe á los gases que circulan con la sangre y principalmente al ácido carbónico, porque agitándola en una atmósfera de este gas y dejándola despues en contacto con el mismo, se retarda considerablemente su coagulacion.

Si fuera cierto, como hemos dicho anteriormente, que la fibrina resulta de la combinacion del fibrinógeno con la sustancia fibrino-plástica; que estos dos principios se

hallan disueltos en el plasma de la sangre, y que sólo al combinarse es cuando se forma la fibrina coagulable, podríamos creer que todo lo que sea capaz de impedir esta combinación impedirá la coagulación de la sangre; que todo lo que contribuya á retardar la combinación referida retardará la coagulación del mismo líquido, y que todo lo que sea susceptible de acelerar esa combinación acelerará también la coagulación sanguínea, considerada hasta ahora equivocadamente como espontánea.

Teniendo en cuenta que la sustancia fibrino-plástica precipita de sus disoluciones por el ácido carbónico, y que este gas se halla disuelto en el plasma, parece natural suponer que mientras la sangre circula en sus vasos, se debe á su influencia el que el fibrinógeno y la sustancia fibrino-plástica no se combinen durante la vida, y por lo mismo el que no se coagule la sangre, á no ser que se detenga en algun punto y no pueda llegar hasta su parte céntrica la influencia del referido gas, en cuyo caso podrá formarse algo de fibrina coagulable.

Teniendo en cuenta que el oxígeno redisuelve la sustancia fibrino-plástica precipitada por el ácido carbónico, debemos sospechar que, durante la vida, el oxígeno que circula con la sangre se halla *en su mayor parte* combinado, probablemente, con la hemoglobina, aunque de un modo poco estable, porque, si estuviera en libertad, destruiria la influencia del ácido carbónico y la sangre se coagularía.

Teniendo en cuenta que los álcalis, las sales alcalinas, algunos venenos sépticos y la electricidad precipitan la sustancia fibrino-plástica de sus disoluciones lo mismo que el ácido carbónico, no debe parecernos extraño que todas estas sustancias hagan mas difícil la coagulación de la sangre cuando ha sido extraída de sus vasos.

Y teniendo en cuenta, por último, que cuando la sangre se halla en contacto con la atmósfera, pierde fácilmente su ácido carbónico y adquiere oxígeno, no debe sor-

prendernos tampoco que se coagule más rápidamente al aire libre que cuando se halla en receptáculos cerrados. Si, según Denis, dependiera la coagulacion de la sangre del desdoblamiento de la plasmina en fibrina concreta y en fibrina disuelta, todo lo que fuera capaz de favorecer este desdoblamiento contribuiría á facilitar su coagulacion; y al contrario, todo lo que contribuyera á hacerlo más difícil contribuiría á la vez á la conservacion de la fluidez de la sangre, hallándose, al parecer, en este último caso el ácido carbónico. Preciso es no olvidar despues de todo que Béchamp y Estor consideran la fibrina como el resultado del agrupamiento de moléculas orgánicas vivas, á las que dan el nombre de microzymas; y basta tener en cuenta la diversidad de opiniones que hay acerca de este punto para convencerse de la grande oscuridad que acerca del mismo reina todavía.

Esto no obstante, los trabajos de Max Edelberg, que datan de 1880, han prestado un grande apoyo á la idea del fermento. Este autor ha inyectado el fermento fibrinógeno que, según dice, se extrae perfectamente del coágulo sanguíneo por medio del alcohol, en el torrente circulatorio, y ha visto producirse inmediatamente la coagulacion de la sangre, cuando la concentracion del fermento era graduada. En este caso, ocurría la muerte por *trombosis*: si la solucion era menos concentrada, los fenómenos se limitaban á una fiebre intensa. (Archiv. f. experim. Pathol. und Pharmak.)

Finalmente, Hasebrock, estudiando la influencia de diferentes agentes sobre la coagulacion de la sangre, ha demostrado que el *ácido carbónico* en pequeña cantidad la acelera y en grande la retarda; que el *oxígeno* la retarda también; que el *agua* en pequeña cantidad la acelera, y en gran cantidad la retarda; que el *cloruro de sodio* en soluciones débiles como $\frac{1}{384}$ hasta $\frac{1}{64}$ la acelera y á gran concentracion le dificulta. (Zeitsch. f. Biol.)

De todo ésto deducimos, que si la coagulacion es debida á la influencia de un fermento, la accion de este fermento no es fatal, sino que está subordinada á una porcion de circunstancias, y que entre éstas, hay unas que la dificultan y otras que la favorecen.

La cantidad de fibrina contenida en el plasma de la sangre es poca. En cada 1.000 partes hay 8'06. La proporcion de fibrina no es siempre igual: aumenta en los estados patológicos inflamatorios; disminuye en las fiebres intermitentes, en las tifoideas y en las eruptivas, tanto más cuanto mayor es la intensidad de los fenómenos, y ya veremos al hablar de la nutricion que hay tambien otras causas que pueden influir en las proporciones respectivas de las diferentes sustancias que entran en la composicion de la sangre.

Para obtener la fibrina, basta batir la sangre á su salida de los vasos, pues de este modo queda adherida en forma de filamentos, que deben lavarse en agua destilada, á las varillas con que se golpea. La fibrina desecada es dura y de un color amarillento. Es soluble en el amoniac, en los alcalis diluidos, en las soluciones neutras de cloruro de sodio, etc.; es insoluble en el agua, en el éter y en el alcohol; descompone el agua oxigenada.

El plasma contiene tambien en disolucion y en estado globular, segun Mialhe, una cantidad bastante considerable de albúmina. En mil partes de sangre hay setenta próximamente de albúmina desecada. En la albuminuria y en las hidropesías serosas disminuye mucho esta proporcion: se ha observado, ademas, que casi siempre que aumenta la cantidad de fibrina disminuye la de albúmina y viceversa, lo que da lugar á sospechar que la fibrina es el resultado de una transformacion de la albúmina.

La paraglobulina es otra de las sustancias que se encuentran en la sangre, y que ofrece tambien grande importancia. Segun los trabajos de Frédéricq, la albúmina y

la paraglobulina poseen un poder rotatorio específico muy distinto : el método de dosificación de los protéicos por circumpolarización ha demostrado cifras muy inferiores á las que se obtienen por pesadas, en el estudio de la sangre del perro, porque la albúmina de la sangre de este animal es muy distinta de la de conejo, caballo y buey, bajo el punto de vista óptico : el poder rotatorio del suero de estos tres últimos animales, es igual á la suma de las rotaciones producidas por la albúmina y la paraglobulina. (*Archives de biologie*, 1881).

Se encuentra así mismo en el líquido sanguíneo cierta cantidad de albuminato de sosa.

Entre las sustancias azoadas no protéicas se encuentran las siguientes : urea, creatina, pequeñas cantidades de ácido úrico, ácido hipúrico, xantina, leucina, tirosina, amoníaco, creatinina, ácido carbónico, sarcina, trimetilamina, etcétera.

Entre las sustancias no azoadas se encuentran grasas neutras emulsionadas, colessterina, jabones de ácidos grasos, ácidos grasos volátiles, otros ácidos orgánicos especialmente el láctico, glucosa, alcohol.

Entre las sales inorgánicas existen fosfatos, cloruros, carbonatos y sulfatos de sodio, potasio, magnesio y calcio; vestigios de manganeso.

Hay además en la sangre lecitina, un fermento diastásico, oxihemoglobina, un pigmento de naturaleza indeterminada, agua en cantidad de 80 á 90 por 100.

Gases de la sangre. — En el agua del plasma se hallan disueltos el oxígeno, el ácido carbónico y el ázoe, pudiéndose extraer de cada veinte centímetros cúbicos de sangre, unos diez de gases; la proporción que guardan entre sí, es la siguiente: el ázoe está representado por un décimo, el oxígeno por tres décimos y el ácido carbónico por seis. El ázoe está disuelto únicamente en el plasma; el ácido carbónico en parte disuelto y en parte débilmente combinado con

los fosfatos y carbonatos alcalinos, ó fijado á los glóbulos en pequenísimas cantidades: el oxígeno se encuentra en el plasma, pero en su mayor parte en los glóbulos rojos. Entre los varios procedimientos que se han inventado para la extracción de los gases de la sangre, uno de los más sencillos consiste en la bomba de mercurio inventada por Ludwig y perfeccionada por Helmholtz.

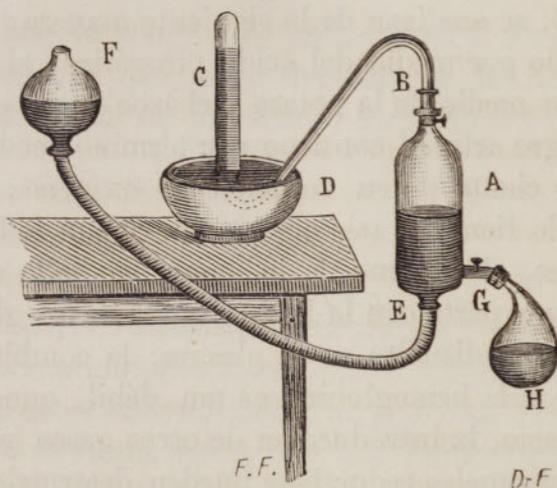


FIG. 42. — Bomba de Ludwig, perfeccionada por Helmholtz, para recoger los gases de la sangre.

El aparato se compone de un recipiente A que comunica en B, á beneficio de un tubo encorvado, con una probeta eudiométrica C llena de mercurio y colocada sobre una cubeta D llena de mercurio también; en E, comunica, á beneficio de un tubo de caucho muy resistente y largo de un metro, con un vaso abierto y movable F, lleno de mercurio; en G, comunica con una retorta H, que contiene la sangre cuyos gases se desea analizar. La operación es muy sencilla; la sangre que sale del vaso se recoge bajo el mercurio en la retorta H; se baja el recipiente F para que pase á él todo el mercurio del recipiente A y cuando el nivel ha descendido bajo el tubo G, se abre la espita de la re-

torta H calentando la sangre entre 40 y 50 grados. Ciérrase despues la espita del tubo G, se eleva el recipiente F y el mercurio se eleva en el recipiente A. Abrese luego la espita B, y entonces los gases que habían pasado al recipiente A pasarán al eudiómetro C. Se cierra otra vez la llave B, y se vuelve á comenzar la operacion, la cual se repite varias veces sucesivas hasta que la sangre se haya desembarazado de todos sus gases; éstos, recogidos en la probeta C, se analizan de la siguiente manera: el oxígeno es separado por medio del ácido pirogálico; el ácido carbónico por medio de la potasa y el ázoe queda en libertad.

La sangre arterial contiene por término medio un diez y seis por ciento de su volumen de oxígeno: la sangre venosa sólo tiene un seis por ciento. Segun todas las probabilidades, el oxígeno de la sangre se halla combinado en su mayor parte con la hemoglobina de los glóbulos: el resto se halla disuelto en el plasma; la combinacion del oxígeno con la hemoglobina es tan débil, que la ebullicion, el vacío, la introduccion de otros gases y gran número de sustancias reductivas pueden destruirla, quedando el oxígeno en libertad.

Se presume que el oxígeno de la sangre se encuentra en estado *alotrópico* ó de *ozono*, porque la hemoglobina y la misma sangre pueden poner el oxígeno en actividad, oxidando la tintura de guayaco, que toma un color azulado, y la disolucion de índigo en el ácido sulfúrico diluido, neutralizado por la creta, que pierde su color azul y adquiere el verde claro. Sin embargo, el no ejercer influencia sobre el yoduro de potasio, que es el reactivo más comunmente usado para demostrar la presencia del ozono, y el que la sangre no pueda transformar el óxido de carbono en ácido carbónico como lo hace ese gas, indica bien que no puede afirmarse con seguridad que haya ozono en la sangre.

La sangre arterial contiene, por término medio, un

treinta por ciento de su volumen de ácido carbónico; la venosa tiene cerca de cuarenta por ciento; el ácido carbónico se halla en parte disuelto en el plasma de la sangre y en parte formando combinaciones poco estables, que por esta causa se destruyen con la mayor facilidad.

Lo mismo la sangre arterial que la venosa contienen próximamente un dos por ciento de su volúmen de ázoe.

Calentando la sangre, se encuentran á veces indicios de amoniaco, lo que quizá dependa de la descomposicion del carbonato de amoniaco, formado á expensas de la urea.

§ 67.

Hematozoarios, hematofitos, citozoarios. — Independientemente de las modificaciones que la sangre puede ofrecer en diferentes enfermedades, no podemos dejar de consignar, por la importancia que este punto tiene, la presencia en este líquido de un gran número de *parásitos*. Las teorías dominantes en Patología general, hacen jugar al parasitismo un papel importantísimo. Créese que todas las enfermedades infecciosas se deben á la presencia y multiplicacion de determinados parásitos vegetales; y en cuanto á los animales, tambien dan origen á su vez á muchas afecciones importantes. Como estos últimos se encuentran algunas en la sangre, aun en el estado fisiológico, á ellos dedicaremos con especialidad nuestra atencion.

Hematozoarios, animales de la sangre. — Viven en la sangre un gran número de nematoides, cuya multiplicacion ocasiona, en los países cálidos, muchas y muy importantes afecciones. Lewis se inclina á creer que los huevos de nematoides contenidos en la orina son huevos de *filaria-sanguinis*. Mauson opina que los mosquitos, chupando la sangre, introducen filarias en su cuerpo; estas filarias se

desarrollan en el estómago de dichos insectos y despues de la muerte de estos últimos, los huevos se mezclan con las aguas potables ; el mosquito pues, segun esta creencia, es el *vehículo* de la diseminacion de las filarias. Sea lo que fuere de esta última opinion, lo cierto es que la filaria se encuentra muy frecuentemente en la sangre en estado de embrion, sin que la salud del individuo se altere en lo más mínimo, y que otras veces coincide con el desarrollo de ciertas y determinadas enfermedades. Así, por ejemplo; casi siempre que hay *quiluria*, sea ésta simple, sea hematuria quillosa, existe en la sangre la filaria : en muchas *diarreas crónicas* se encuentra este nematoide en el líquido sanguíneo ; un gran número de observaciones están contestes en demostrar que en varios tumores glandulares elásticos, en diversos varicoceles, hidroceles etc. etc. existe relacion entre la enfermedad y la presencia de filarias en la sangre. Tal por lo menos se deduce, de los notables trabajos de Bancroft. Desde que Lewis en 1872 descubrió la *filaria sanguinis hominis*, este punto ha sido objeto de trabajos importantes ; habiéndose comprobado, que en los antedichos casos de quiluria, en cada gota de sangre, se encuentra de 10 á 30 filarias, de un diámetro igual al de los glóbulos rojos. Esta *filaria sanguinis hominis* se observa con mucha frecuencia en el Brasil, en las Antillas y en las Indias. Su manera de penetrar en la sangre es, al parecer, siempre idéntica : una vez la filaria en el tubo intestinal del hombre, es fecundada y sus microscópicos embriones, alcanzan el torrente general circulatorio.

Ademas de la *filaria sanguinis hominis*, existe entre los parásitos animales el *distomum hæmatobium*, cuyos huevos se encuentran en la orina y en las heces.

Hematofitos, plantas de la sangre.—Ciertos autores comprenden todavía bajo el nombre de hematozoarios un gran número de parásitos que no son otra cosa que hematofitos, es decir, algas, vibriones etc. que producen un gran nú-

mero de afecciones. Entre los parásitos vegetales, los más estudiados son el *spiro chaete Cohn*, que produce la *fiebre recurrente* y el *bacillus anthracis*, que ocasiona la *pústula maligna*.

Citozoarios, animales células. — Dáse el nombre de citozoarios á ciertos corpúsculos movibles de forma prolongada, descubiertos por Gaule en 1880 en los glóbulos rojos de la sangre de las ranas. Hoy día, sin embargo, el mismo Gaule ha reconocido que no se trata de seres vivos, sino más bien de fragmentos de núcleos globulares.

§ 68.

De los glóbulos de la sangre.

Los glóbulos de la sangre son de dos clases : rojos y blancos.

Los glóbulos rojos son circulares, aplastados en su centro y bicóncavos, lo mismo en el hombre que en los mamíferos, exceptuándose el camello y el paca. En las aves, los reptiles y los peces, son elípticos y biconvexos, á excepcion de las lampreas, que los tienen casi circulares.

El volumen de los glóbulos rojos varía mucho en los diferentes animales ; en el hombre es de siete á ocho milésimos de milímetro : su densidad es mayor que la del agua y que la del plasma de la sangre, y está representada por 1'105 ; su peso es de 0'00008 de milígramo, su número es de 5.000.000 por milímetro cúbico.

Para el estudio microscópico de los glóbulos sanguíneos es indispensable ante todo, separarlos del plasma en que se encuentran : para ello nos valdremos de cualesquiera de los procedimientos indicados anteriormente, filtracion de la sangre de la rana, mezcla frigorífica, fuerza centrífuga, etcétera. Luego, si el exámen debe prolongarse por mucho

tiempo, es necesario evitar su deformacion, lo cual se consigue sin dificultad á beneficio de las *cámaras húmedas*.

Este aparato es muy sencillo; *d*, es una lámina de cristal pulimentado en la que se colóca el objeto que se desea examinar: un anillo de cristal igualmente pulimentado rodea al objeto. El borde inferior del anillo *a*, descansa en la lámina que sostiene la preparacion, y á la parte superior del mismo se fija sólidamente una especie de bolsa de cautchuc, *b*, á cuya abertura se adapta el tubo del microscopio.



FIG. 43. — Cámara húmeda.

Para sostener saturado de humedad el interior de este aparato, á fin de que los glóbulos no se dessequen, se colocan alrededor del anillo de cristal algunas tiras de papel de estraza previamente humedecidas.

Ademas de la cámara húmeda, se pueden emplear *cámaras calientes*, *cámaras con gases*, *cámaras con vapores*, etcétera; pero la descripcion de estos aparatos pertenece á la técnica histológica.

Los glóbulos rojos son los que dan á la sangre su color y opacidad: están formados por una masa homogénea rodeada de una película que hace de cubierta, sin núcleo, y de consistencia semi-sólida. Segun Brücke, están constituidos por dos sustancias diferentes: una, llamada *zooidea*, que es contráctil, colorada, activa, y otra llamada *oikoidea*, transparente y porosa, que sirve de ar-

mazon á la primera. Sea lo que fuere de la opinion de Brücke, lo cierto es que todavía no se ha dicho la última palabra sobre la estructura de estos glóbulos, pues si bien admitimos que carecen de cubierta, no podemos dejar de consignar que los últimos trabajos de Ranvier, quitan mucha fuerza á esta opinion. No obstante, sin dificultad de ningun género, podemos separar el armazon del glóbulo de la sustancia colorante que contiene, ya sea á beneficio de una corriente eléctrica, ya por medio de la refrigeracion, etc. Los glóbulos rojos son blandos, flexibles y elásticos: en estado embrionario, ofrecen como los blancos, movimientos amiboideos.

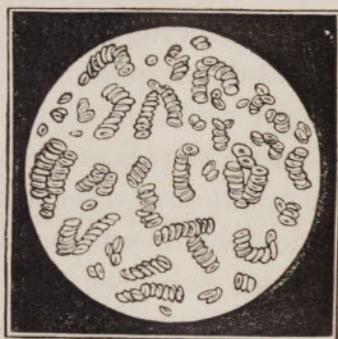


FIG. 41. — Glóbulos de la sangre.

Ordinariamente se considera á los glóbulos como células libres desprovistas de núcleo. Por la accion del agua pierden el color y quedan convertidos en una masa llamada *stroma globular*, que forma la $\frac{1}{13}$ parte del conjunto del glóbulo. La materia colorante que se disuelve en el agua, es una sustancia albuminoidea, cristalizada, dotada de grande afinidad por el oxígeno, llamada *hemoglobina*: esta hemoglobina que forma las $\frac{12}{13}$ partes del glóbulo rojo, da nacimiento á los siguientes derivados: *hemato-cristalina*, *hematosina*, *hemina*, *hematoidina*.

La *hemoglobina* es un compuesto de oxígeno, carbono, ázoe, hidrógeno, azufre y hierro; combinándose con el oxí-

geno atmosférico, forma la *oxihemoglobina*; uniéndose al óxido de carbono, la *hemoglobina oxi-carbonada*; al bióxido de azoe, la *hemoglobina bioxi-azoada*. Estas tres combinaciones de la hemoglobina son isomorfas. Si se hacen obrar sobre la hemoglobina agentes reductores, como el sulfuro amónico, el hidrógeno sulfurado, etc., se obtiene la *hemoglobina reducida*, que puede reconstruir la oxihemoglobina, mediante la absorcion de oxígeno. La hemoglobina cristaliza en forma rombo-prismática.

Segun G. Otto, la composicion elemental de la hemoglobina es la siguiente: C. 54,17—H. 7,38—Az. 16,23—S. 0,66—Fer. 0,426—O. 21,36 (Zeits. f. physiol. Chem).

La hemoglobina no se altera por la putrefaccion, pues si se agita en contacto del aire una sangre putrefacta, es absorbida una cantidad de oxígeno igual al que se hubiere absorbido por la sangre viviente.

La *hemato-cristalina* no es otra cosa que la oxihemoglobina cristalizada. La *hematosina*, *hematoína* ó *hematocroína*, es un producto del desdoblamiento de la hemoglobina, la cual se encuentra en los derrames sanguíneos de alguna fecha; se le extrae de los cristales de hemina, por medio del amoniaco. La *hemina*, es una combinacion de la hematina con el ácido clorhídrico, obtenida por la accion sucesiva del cloruro de sodio y del ácido acético sobre la sangre; se obtiene en cristales de color violado gris.

La *hematoidina*, se encuentra tambien como la hematosina, en los derrames sanguíneos antiguos; cristaliza en agujas microscópicas, cuyo color es de un rojo vivo.

Los glóbulos rojos se alteran fácilmente, por cuyo motivo es indispensable añadir un líquido *apropiado* siempre que se intente practicar su estudio; si así no lo hiciéramos, se deformarían, ya por evaporacion ya por imbibicion. La evaporacion, que sobreviene fácilmente al depositar la gota de sangre entre el porta objetos y la laminilla, les da un aspecto dentado, acorchado y arrugado. La im-

bibicion, que nunca falta cuando se les trata por el agua pura, les da al contrario el aspecto esferoidal, y por la disolucion de su materia colorante, pierden el color, tomando el agua, en cambio, un tinte amarillento. Un fenómeno notabilísimo de estos elementos, no ha recibido todavía explicacion : consiste este fenómeno, en que, como si estuviesen dotados de un poder atractivo considerable, en cuanto se dejan en un menstruo apropiado, se precipitan unos contra otros agrupándose en forma de *columnas de moneda*, ya de un modo regular, ya de un modo irregular : formadas las columnas, se juxtaponen unas á otras, cruzándose en diferentes sentidos.

Segun los agentes que se hacen obrar sobre los glóbulos, se modifican estos corpúsculos en uno ú otro sentido: el *calor* es favorable á su vida, pero si excede de 52° c. es causa de su muerte; el *frio* los conserva; la *electricidad*, tanto *estática* como *inducida*, los modifica profundamente; la *corriente constante* los altera por su accion electrolítica; el *ácido carbónico* reduce su tamaño ; el *oxígeno* lo aumenta; el *ozono* los destruye; los *ácidos* precipitan la masa que los forma; los *álcalis* empiezan por hacerles tomar la forma esférica y acaban por aniquilarlos; la *bilis* los disuelve; el *suero* de distinta especie que el que corresponde á un glóbulo determinado, empieza por segmentarlos y acaba por destruirlos; la *urea* los destruye.

Los *glóbulos blancos* ó *leucocitos*, son esféricos é incoloros. La proporcion en que se encuentran con respecto á los glóbulos rojos es como 1 á 400, si bien esta relacion cambia mucho por un número considerable de circunstancias; son algo más voluminosos que los rojos y en cada milímetro cúbico, hay por término medio unos 13.000 glóbulos blancos. Se encuentran en muchos humores y hasta en el interior de los tejidos, en los cuales caminan, á beneficio de movimientos propios. En efecto, los leucocitos de la sangre, de la linfa, del pus, del moco, del teji-

do conjuntivo, se deforman, emiten expansiones, se arrastran, cambian de sitio, introducen cuerpos extraños en su interior, que despues de digeridos eliminan. Están formados por una masa de protoplasma granuloso, con uno ó varios núcleos y desprovistos de cubierta. Contienen en estos núcleos una mezcla de sustancias albuminoideas con lecitina, que recibe el nombre de *nucleína*. La densidad de estos glóbulos es menor que la de los rojos. Además de los movimientos amiboideos indicados, ofrecen en sus granulaciones, movimientos moleculares. Cuando se encuentran en la sangre y circulan arrastrados por este líquido, presentan la forma esférica, á consecuencia de la contraccion que experimentan por los incesantes choques que en su superficie se producen.

Al paso que los glóbulos rojos ofrecen constantemente igual volumen, los blancos al contrario, presentan volúmenes distintos. Generalmente el diámetro de los glóbulos blancos es al de los glóbulos rojos como 9 es á 6. Pero son tan distintos los volúmenes que pueden presentar, que Schultze ha admitido cuatro especies de ellos en la sangre humana.

Cuando su diámetro es pequenísimos y están constituidos por núcleos rodeados de una ligerísima capa de granulaciones, reciben el nombre de *globulillos*.

Además de los elementos acabados de indicar existen en la sangre otros cuerpos figurados; tales son los *glóbulos de grasa*, de figura esférica, muy refringentes, de color amarillento y solubles en el éter, que proceden en gran parte del contenido de los quilíferos y las *granulaciones elementales*, que se dividen en dos grupos: las unas reciben el nombre de granulaciones *pigmentarias* y son muy parecidas á pedazos de glóbulos rojos muy dentados; las otras se denominan *granulaciones fibrinosas*, siendo su aspecto anguloso y muy parecidas á fragmentos de glóbulos blancos.

Nada diremos de los agentes que modifican los leucocitos porque son los mismos y obran de igual manera que los que dirigen su acción sobre todos los seres dotados de movimientos amiboideos.

Segun todas las apariencias, los glóbulos sanguíneos llegan á un período de madurez en el que se gastan y desaparecen, siendo reemplazados por otros nuevos que se gastan y desaparecen á su vez. Pero, ¿cuál es el origen de los glóbulos? ¿En dónde tiene lugar su formación, y en qué parte del organismo se destruyen?

En cuanto á los glóbulos blancos, si se tiene en cuenta que puede aumentarse su número, casi á voluntad, inyectando leche en los vasos sanguíneos de un animal vivo; que se encuentran en la sangre en mucha mayor cantidad despues de las comidas, sobre todo cuando se hace uso de alimentos grasos, y si se recuerda por otra parte, su grande semejanza con los glóbulos del quilo, se ve uno inducido á suponer que estos glóbulos provienen de las sustancias grasas empleadas en la digestion. Parece, en efecto, que las grasas emulsionadas ó extraordinariamente divididas, forman esos corpúsculos extraordinariamente pequeños que se encuentran en el quilo y en la sangre, á que se da el nombre de *globulillos*. Parece que estos globulillos, unidos entre sí y cubiertos con una película de materia albuminoidea, cuya superficie viene á organizarse en una utrícula membranosa, forman esos glóbulos mayores á que se da el nombre de *plásmicos*; y parece por último, que el contenido de estas utrículas cambia de aspecto, se transforma en una sustancia diferente y desaparece al fin por las nuevas oxidaciones que experimenta al satisfacer las necesidades de la nutricion ó al convertirse en tejido adiposo.

Estos glóbulos, sin embargo, tienen núcleo, constituyendo por lo mismo verdaderas células; carecen de membrana, por consiguiente, si procediesen de los globulillos, tampoco nos podríamos explicar su formación por la reu-

nion de estos últimos y la aparición de la cubierta albuminoidea ; de manera que la opinion que hemos expuesto tampoco se halla exenta de formales objeciones.

Se asegura que el bazo interviene de un modo eficaz en la formacion de los glóbulos plásmicos, porque la cantidad de estos leucocitos es considerablemente mayor en la sangre que sale de esta víscera que en la que llega á la misma, y porque su hipertrofia va acompañada del aumento de glóbulos plásmicos, así como su atrofia ó su extirpacion producen un efecto diferente. Tambien se cree que los ganglios linfáticos contribuyen á la formacion de los leucocitos, porque aumenta su número cuando están hipertrofiados; pero conviene tener en cuenta, primero : que hay ciertos peces (*ciclostomos*) sin ganglios linfáticos y sin bazo, que sin embargo tienen en su sangre gran número de glóbulos plásmicos ; segundo : que si el bazo y los ganglios contribuyeran á la formacion de los leucocitos, la hipertrofia de esos órganos no debería producir su aumento, sino su disminucion, puesto que las hipertrofias glandulares, lejos de aumentar la secrecion del órgano, la disminuyen, como sucede á las mamas ó á los testículos, en los que el líquido segregado desaparece casi por completo cuando estas glándulas están hipertrofiadas.

Por otra parte, se encuentran leucocitos en la sangre del embrion, cuando no existen todavía glándulas vasculares ó linfáticas. Se encuentran tambien leucocitos, segun M. Robin en el cuerpo vítreo, en la superficie de las mucosas, de las serosas, de los conductos excretores de las glándulas, apareciendo igualmente en gran número de circunstancias mórbidas, como en las cavidades accidentales, en el plasma de la inflamacion, constituyendo los glóbulos de pus, etc.

En cuanto al origen de los glóbulos rojos es, si cabe, más dudoso : sabemos que su cantidad está en razon directa del vigor y de la energía del organismo, y de con-

siguiente, que la edad, el sexo, el temperamento, el estado de salud ó de enfermedad, la alimentacion, etc., influyen poderosamente en su desarrollo; pero todo lo demas lo desconocemos casi por completo.

Las experiencias de M. Moleschott hacen creer que el hígado contribuye activamente á la formacion de los glóbulos rojos, porque si se extirpa esta víscera en las ranas, disminuye considerablemente su número. Además, la sangre que llega al hígado contiene sesenta y seis por ciento de su peso en glóbulos húmedos, y la que sale setenta y cuatro por ciento. Los glóbulos se forman al parecer á expensas de los materiales que suministra la digestion, porque una abstinencia prolongada disminuye considerablemente su cantidad. No sería extraño que la albúmina que entra en la composicion del glóbulo se fuera oxidando á expensas del oxígeno absorbido en los pulmones y se convirtiera al fin en fibrina, segun inducen á sospechar los experimentos de Scherer, y segun demuestran al parecer, la circunstancia de que en el huevo de los ovíparos la fibrina procede evidentemente de la albúmina que existe sola en su origen; y la de que su formacion coincide con el establecimiento de la respiracion, ó sea con la absorcion del oxígeno. Si esto fuera así, los glóbulos rojos tendrían por principal objeto acarrear el oxígeno á todas las partes del cuerpo y contribuir á la formacion de la fibrina y esta quedaría libre en el plasma por la destruccion incesante de los mismos.

El exámen químico de la sangre antes de su entrada en el bazo y á su salida de este órgano, viene á confirmar estas ideas. Beclard ha demostrado que la sangre de la vena esplénica, no solo tiene menor cantidad de glóbulos que la de la arteria esplénica, sino que la contenida en la vena yugular ó en cualquiera otra de la economía. M. Kolliker ha encontrado que el barro esplénico está formado de la reunion de glóbulos sanguíneos en diversos períodos de

descomposicion. M. Moleschott ha demostrado igualmente que la extirpacion del bazo va seguida de la acumulacion de glóbulos rojos en la sangre, y las experiencias de M. Gray han dado lugar á los mismos resultados. Al mismo tiempo que se han hecho estas observaciones, M. Becclard ha descubierto que la sangre que sale del bazo contiene mayor cantidad de fibrina, lo cual probaría que procede, al menos en parte, de los glóbulos y que es uno de los productos de las metamorfosis que experimentan estos organitos.

A ser esto cierto, los glóbulos rojos no se reproducirían por division ni generacion endógena, conservando así su carácter distintivo y peculiar que tanto los diferencia de los glóbulos blancos, sobre todo por la importancia de sus funciones.

Algunos aseguran que los glóbulos blancos toman origen en los folículos y glándulas linfáticas, en el *timo*, en la *glándula tiroides* y en el bazo, durante el período embrionario, y en el de la vida extrauterina, en el bazo y en los ganglios; y aseguran al mismo tiempo que los glóbulos blancos que se producen de este modo de una manera incesante, se van convirtiendo incesantemente tambien en glóbulos rojos, jóvenes, que reemplazan á los que han llegado á su madurez y se destruyen.

La transformacion de los glóbulos blancos en glóbulos rojos es difícil de explicar: primero, porque los glóbulos rojos aparecen en el embrión antes que los leucocitos; segundo, porque los leucocitos tienen núcleo y no le hay en los glóbulos rojos; y tercero, porque en los glóbulos rojos se encuentra la hemoglobina, sustancia colorante cristizable de que carecen los glóbulos blancos, por las condiciones esenciales de su estructura, de su composicion y de su vida.

Sin embargo, la mayor parte de fisiólogos admiten la formacion de las hematías á expensas de los leucocitos.