

El *pletismógrafo de Mosso* se compone de un cilindro de cristal cerrado por un anillo de cautchuc que comprime el antebrazo introducido en el cilindro ; un tubo horizontal doblado en ángulo recto y sumergido en una probeta, sale de la extremidad opuesta del cilindro ; esta probeta se hunde en agua alcoholizada cuando aumenta el volúmen del miembro contenido en el cilindro y se eleva cuando este volumen disminuye ; un contrapeso móvil terminado en un estilete inscriptor, sigue en su movimiento á la probeta sumergida.

El aparato de Fick es semejante al de Piegu, con la sola diferencia de que el tubo vertical está reemplazado por un tubo en V, en cuya rama libre existe un flotador provisto de un estilete que traza en un cilindro inscriptor las gráficas correspondientes. El aparato de Chelius es tambien muy parecido al aparato de Piegu.

El *hidrofigmógrafo de Mosso* está provisto de un aparato de compensacion consistente en dirigir el tubo horizontal de su pletismógrafo, á un frasco para evitar las oscilaciones demasiado considerables del líquido contenido en un tubo vertical que añade al referido pletismógrafo, cuyo tubo vertical termina en un tambor de palanca.

§ 86.

Medicion del retardo del pulso sobre la contraccion ventricular.—Para conocer este retardo con toda exactitud, deben inscribirse simultáneamente las *pulsaciones arteriales* y las *pulsaciones cardiacas*, y al propio tiempo, á beneficio de un diapason cronográfico, estas mismas *duraciones* en fracciones de segundo.

§ 87.

Inscripcion de la sacudida pulsátil del cuerpo.—Por medio de una báscula construida *ad hoc*, se pueden inscri-

bir las sacudidas que el cuerpo experimenta en el instante de la pulsacion, pues la aguja de la báscula que sostiene al individuo verifica movimientos perfectamente isócronos á su pulso.

§ 88.

Caracteres del pulso. — *Estudio analítico del trazado esfigmográfico.* — El estudio que hemos hecho al ocuparnos en los trazados cardiográficos nos servirá de mucho para la comprension de las inscripciones del esfigmógrafo. En uno y en otro caso el trazado se lee de izquierda á derecha; en ambos casos cada parte de la curva nos representa una faz del movimiento; tanto en uno como en otro las relaciones de la curva con las abscisas y las ordenadas son idénticas.

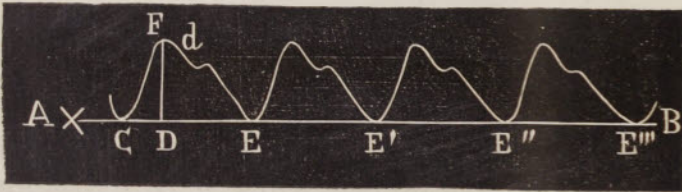


Fig. 70. — Curva esfigmográfica.

En la figura anterior hemos representado una serie de curvas esfigmográficas; tomemos la primera como á tipo, siendo aplicable á todas las demas cuanto de ella digamos. La longitud C E representa la duracion total del movimiento y se puede dividir por la perpendicular D F en dos partes distintas; una desde C á D, que indica la duracion del diástole, y otra D E, que indica la duracion del sístole; la perpendicular D F se dirige desde el vértice de la curva hasta la línea A B de las abscisas, constituyendo una ordenada en el papel cuadrulado.

A la simple inspeccion de la figura se comprende la importancia de la *interpretacion* de estos trazados. Así,

comparando las longitudes respectivas de C D y D E, veremos que la duracion del diástole, C D, representa un tercio de la duracion del sístole, D E; que la *velocidad* y la *lentitud* del pulso están indicadas por la relacion que guarda la duracion del diástole con el sístole, de manera que cuando la duracion del diástole arterial, longitud de la línea C D, aumente, el pulso será *lento*, y cuando disminuya, será *veloz*; que las duraciones totales de las pulsaciones C E; E E'; E' E''; E'' E''', son iguales entre sí; que la duracion de las mismas está en razon inversa del número que en la unidad de tiempo se producen; así, por ejemplo, si en la unidad *minuto* se verifican de 62 á 72 pulsaciones, el pulso, en cuanto á la frecuencia, será *normal*; si hay menos de 62, será *lento*; si más de 72, *frecuente*; que la línea C F es casi vertical y regular; lo que se traduce diciendo que el diástole es casi instantáneo; que la línea F E es oblicua, y en vez de ser rectilínea, presenta una ó varias elevaciones d, en su trayecto; si hay una sola elevacion, el pulso ofrecerá el *dicrotismo normal*; si hay varias, el *policrotismo*, y si la elevacion es muy pronunciada, habrá un *dicrotismo patológico*; que la longitud de la perpendicular F D, indicando como indica la amplitud de la pulsacion, estará, por regla general, en razon inversa de la presion sanguínea; es decir, que cuando esta presion sea grande y por esta causa el vaso esté muy dilatado, lo dilatará poco el sístole ventricular, y la longitud de la perpendicular F D será pequeña: y al contrario, cuando la presion disminuya, la altura de la perpendicular podrá ser mayor, porque estando el vaso poco dilatado, puede dilatarlo más fácilmente el sístole del ventrículo. Se dice que el pulso es *duro*, cuando la presion de la sangre es muy graduada y la tension de la arteria considerable, y *blando*, cuando aquella presion y esta tension son poco intensas.

Si todavía queremos profundizar más este estudio, po-

demos, amplificando la curva esfigmográfica, estudiar otros interesantísimos detalles.

Así se ve que, cuando la sangre, saliendo del ventrículo es lanzada con fuerza á las arterias, se produce la *línea diastólica* ó de *ascension* a b; en cuyo punto empieza á formarse la primera parte de la *línea sistólica* ó descendente que da origen á la curva llamada *onda de distension*; que inmediatamente despues, la misma línea descendente, vuelve á encorvarse en e y en g, dando lugar á lo que se

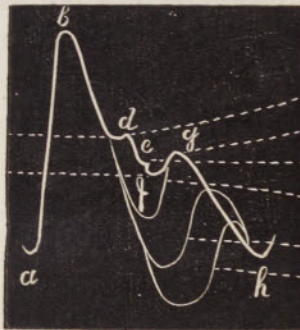


FIG. 71. — Amplificación de la curva esfigmográfica.

conoce con el nombre de *tercera onda secundaria* y de *onda aórtica*, y que por último descende en forma rectilínea hasta el punto h en que termina; curvas y ondulaciones que indican el flujo y reflujo de la sangre en las arterias en los distintos momentos de la contracción cardiaca.

Las variaciones que sobrevienen en el calibre de las arterias de una porción limitada del organismo, ya procedan de la acción nerviosa, ya de otra causa cualquiera, pueden modificar la circulación sanguínea en el mismo punto. Si el calibre de un ramo arterial disminuye, la cantidad de sangre que suministra en un tiempo dado á los capilares inmediatos será menor, y la sangre circulará en ellos más lentamente. Si, además, estos capilares tienen su contractilidad relajada por una causa cualquiera, la sangre se estancará en ellos con doble motivo, dando

lugar á un estado patológico parecido al que se llama *inflamacion*.

Las causas, pues, en virtud de las que la sangre circula en el sistema arterial son la contraccion intermitente de los ventrículos, y la elasticidad y contractilidad propias de las paredes arteriales. Estas causas reunidas y la influencia de los movimientos respiratorios dan lugar á que la sangre comprima de dentro hácia fuera las paredes arteriales, produciendo una tension permanente que por una parte regulariza la circulacion y por otra facilita la salida, á través de las paredes capilares, de la parte líquida de la sangre destinada á la nutricion de los órganos y á suministrar los elementos de las secreciones.

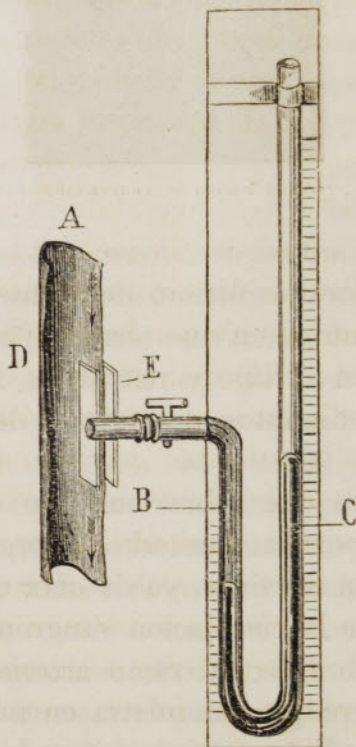


FIG. 72. — Hemodinamómetro de Poiseuille, modificado por Ludwig.

La tension de la sangre puede apreciarse con bastante exactitud con el *hemodinamómetro* de M. Poiseuille.

Este aparato consiste en una especie de manómetro de aire libre representado por un tubo en forma de U. Una de las ramas es más larga que la otra y está abierta en la parte superior. La rama corta tiene una prolongacion horizontal que se introduce en el interior de la arteria elegida para el experimento, y se sujeta por medio de dos planchitas metálicas de manera que ni se interrumpa la circulacion ni se escape la sangre más que por el tubo del aparato. Esta prolongacion horizontal tiene una llave. En el interior del instrumento se pone cierta cantidad de mercurio y en la rama horizontal una disolucion de carbonato de sosa destinada á impedir la coagulacion de la sangre. Abierta la llave, la onda sanguínea penetra en la rama corta, y comprimiendo el mercurio, le obliga á que se eleve en la opuesta, de modo que la diferencia de su nivel en las dos ramas indica la tension de la sangre, salva la pequeña correccion que es preciso efectuar por la interposicion del carbonato de sosa.

Tambien puede apreciarse la tension sanguínea por medio del *esfigmóscopo*. Consiste este aparato en un recipiente de cristal en cuyo interior se halla una ampolla de cautchuc. La cavidad de esta ampolla comunica con la arteria por medio de un tubo, de modo que los sístoles y los diástoles arteriales produzcan retracciones y expansiones en la ampolla. Estos movimientos van comunicados á su vez al aire contenido en el recipiente de cristal. De éste, por medio de otro tubo relacionado con el tambor del polígrafo, son transmitidos al aire del tambor, que mueve la palanca que éste lleva. Esta palanca se relaciona con el cilindro inscriptor para dibujar las gráficas de la presion arterial.



FIG. 73. — Esfigmómetro para inscribir los cambios de presión y el pulso arterial.

La tension sanguínea equilibra, por término medio, una columna de mercurio de quince centímetros de altura.

La tension de la sangre es, con corta diferencia, igual en todas las arterias que proceden de la aorta. Sin embargo, esta tension es algo menor en los troncos más pequeños, y parece que va disminuyendo, segun los experimentos de Volkmann, desde el centro hácia la circunferencia del sistema arterial. La tension es tambien menor en la arteria pulmonar y sus derivaciones; de modo que, segun Ludwig y Beutner, la de la sangre arterial de la circulacion menor ó pulmonar, es á la de la circulacion mayor ó general, como uno es á dos y nueve décimos.

En cada sistole ventricular se aumenta pasajeramente la tension de la sangre, y la columna de mercurio se eleva en el hemodinamómetro de medio á un centímetro, sobre el nivel que ya hemos indicado, coincidiendo con la contraccion de los ventrículos, mientras que desciende á su primitiva posicion durante el diástole ventricular.

La respiracion influye tambien en la mayor ó menor tension de la sangre arterial. Durante la espiracion el pecho se comprime para arrojar el aire de los pulmones, y esta compresion alcanza á la sangre contenida en el corazon y en los grandes vasos que tiende á penetrar en ellos, aumentando la tension ejercida sobre sus paredes. La tension de la sangre disminuye por una razon inversa durante los movimientos inspiratorios.

Estas oscilaciones debidas á la contraccion de los ventrículos y á los movimientos respiratorios, se notan perfectamente por medio del hemodinamómetro; pero para calcular exactamente su importancia, es preciso recurrir al *kimógrafo* de Ludwig (véase fig. 31, pág. 347). Consiste este aparato en un hemodinamómetro ordinario, en cuya rama larga hay una varilla metálica suspendida en el mercurio por un flotador y terminada en su parte superior por un apéndice horizontal en el que se coloca un la-

picero, dispuesto de modo que pueda señalar en una banda de papel, que se desenvuelve uniformemente de un tambor por medio de un mecanismo de relojería, todas las variaciones de nivel producidas en la columna manométrica.

No son estos los únicos aparatos que se han ideado para el estudio de la presión sanguínea: desde Hales, que adaptando á un vaso un tubo vertical, determinaba la *presión* por la *altura* á que la sangre alcanzaba en su interior, hasta los manómetros, *metálico inscriptor de Marey, cuadrante de Tatin*, etc, etc., se han ido perfeccionando los instrumentos y precisando de esta manera los fenómenos. En la imposibilidad de describirlos todos, daremos una idea ligerísima de los que consideramos como más útiles y prácticos.

El *hemómetro de Magendie* no es otra cosa que un manómetro provisto de una cubeta llena de mercurio, en comunicación por un lado, con un tubo vertical, en el que el mercurio oscila, y por otro lado con un tubo relacionado con la arteria. El *manómetro diferencial de Claudio Bernard* consiste simplemente en un tubo encorvado, cuyas dos ramas, comunicando con dos arterias distintas, presentan diferentes elevaciones en sus columnas de mercurio, según la diferencia de presión que actúe en ellas. El *kimógrafo de Fick* está formado por un resorte metálico hueco, con una extremidad móvil unida á un sistema de palancas que mueven un estilete inscriptor, y otra extremidad fija, en comunicación con una arteria, según queda descrito en la pág. 345, fig. 32.

Independientemente de las causas que hemos indicado como capaces de influir en la tensión de la sangre arterial, hay otras que pueden ejercer una influencia parecida. Si se disminuye bruscamente la cantidad de sangre contenida en el sistema circulatorio, como sucede en los casos de hemorragia ó de sangrías abundantes, disminuye también la tensión sanguínea. Si, al contrario, se aumenta artificial-

mente esa cantidad por medio de inyecciones con sangre desfibrinada, la tension arterial tambien aumenta. Las lesiones profundas del sistema nervioso, la accion de la digital, las inspiraciones del éter y del cloroformo, etc., disminuyen la tension de la sangre arterial, porque hacen menos enérgicas las contracciones ventriculares. Por la misma razon podemos establecer en principio que todo lo que sea capaz de influir en el corazon aumentando la energía de sus contracciones, aumentará tambien la tension de la sangre arterial.

El roce de la sangre contra las paredes arteriales da lugar á un ruido debil y oscuro, que puede percibirse en los vasos más gruesos, con el auxilio del estetóscopo, y que aumenta de intensidad cuando el corazon se contrae con más energía ó cuando la sangre circula con mayor rapidez.

La disminucion anormal del calibre de las arterias, los obstáculos que dificultan el paso de la sangre por las mismas, y la disminucion en la densidad la sangre pueden ser causa de ruidos anormales.

CAPÍTULO VI.

Circulacion de la sangre en los vasos capilares.

§ 89.

El paso de la sangre desde las últimas ramificaciones arteriales á las primeras ramas venosas se efectúa por la mediacion de pequeños vasos microscópicos, á los que se ha dado el nombre de vasos capilares.

La circulacion de la sangre en los capilares puede observarse en todas las partes transparentes de los animales vivos ; pero donde las observaciones pueden hacerse con mayor facilidad es en la lengua de la rana ó en la mem-

brana natatoria que se halla entre los dedos de sus extremidades.

Dispuestos convenientemente estos tejidos bajo el objetivo de un microscopio que aumente de 80 á 100 diámetros, se distinguen los glóbulos de la sangre moviéndose dentro de los vasos capilares en medio de un líquido transparente. Estos glóbulos, cuyo número es incalculable, ruedan los unos sobre los otros, chocan entre sí y se separan siguiendo las corrientes que les arrastran en una ú otra direccion. En las raicillas arteriales la sangre se mueve de una manera continua, pero su curso se acelera en cada contraccion ventricular ; en la red capilar su marcha es uniforme y sin sacudidas : lo mismo sucede en las venas. Si el microscopio agranda demasiado los objetos, aparece tambien extraordinariamente aumentada la velocidad de la circulacion y como si fuera un rápido torrente cuyos detalles es imposible examinar.

La sangre arterial, impulsada constantemente por las contracciones del corazon y por la de las arterias, empuja á su vez la contenida en los vasos capilares, y como este impulso es mayor que la resistencia que oponen las venas al paso de la sangre, se establece en la red capilar una corriente cuya direccion general es desde las arterias hácia las venas.

Algunos fisiólogos han creido que la circulacion de la sangre en los capilares se efectuaba en virtud de una fuerza particular inherente á estos vasos y con independencia completa de las contracciones del corazon ; pero los experimentos de Magendie demuestran lo contrario. Si se hace una ligadura en la pierna de un perro dejando libres la arteria y la vena crurales y si, en tal estado, se liga esta vena y se hace una incision debajo de la ligadura, la sangre conducida por la arteria crural llega á los capilares de la pierna, los atraviesa penetrando en la vena y sale por la abertura formando un chorro continuo ; pero si se com-

prime la arteria con los dedos para que las contracciones del corazon no ejerzan influencia debajo del punto comprimido, el chorro disminuye sensiblemente, y cesa del todo cuando la arteria queda sin sángre, á pesar de que los capilares y la vena crural están llenos de este líquido en toda su longitud.

La circulacion de la sangre no se verifica con igual facilidad en todos los vasos capilares : la *longitud*, el *número* y el *diámetro* de estos vasos influyen de una manera muy notable en el curso de este líquido, y como los capilares no son iguales en todos los tejidos, se establecen modificaciones locales en la circulacion capilar de los diferentes órganos.

En aquellos en que la extension de la red capilar ó la longitud del espacio comprendido entre las arterias y las venas es muy grande, la sangre circula lentamente, y en aquellos en que la longitud del trayecto capilar es muy pequeña, la sangre circula con mayor celeridad, porque, siendo iguales todas las demas circunstancias, la rapidez de la circulacion disminuye proporcionalmente á la longitud de los tubos capilares.

La rapidez de la circulacion en los diferentes órganos se modifica de una manera aun más notable á consecuencia del mayor ó menor diámetro de sus vasos capilares, porque, de acuerdo con lo que resulta de los experimentos de M. Poiseuille, el producto de la salida de un líquido en tubos de pequeño calibre, crece, siendo iguales todas las demas condiciones, proporcionalmente á la cuarta potencia del diámetro de estos tubos. Comparando, con relacion á este principio, los capilares de la mucosa digestiva, que tienen por término medio un diámetro de $0^{\text{mm}}, 01$ y los capilares de los pulmones, que tienen con corta diferencia $0^{\text{mm}}, 006$, resultaría que, si fuesen iguales la longitud y todas las demas condiciones, la cantidad de líquido que pasase á traves de la mucosa digestiva sería treinta y dos

veces más considerable que la que atraviesa en el mismo tiempo los capilares del pulmon.

Hemos dicho que el *número*, ó la mayor ó menor cantidad de vasos capilares de que están dotados los órganos, influye considerablemente en la mayor ó menor cantidad de sangre que en un tiempo dado puede atravesarlos. Así, aunque, segun el ejemplo anterior, debe pasar por los capilares de la mucosa digestiva una cantidad treinta y dos veces mayor que la que en el mismo tiempo pasa por los capilares del pulmon, si este órgano tuviera un número de capilares treinta y dos veces mayor que la mucosa digestiva, la cantidad de sangre que en un tiempo dado atravesaría uno y otro tejido, siendo iguales las demas circunstancias, sería exactamente la misma.

La contractilidad de las arteriolas, influyendo en su diámetro, contribuye á modificar la marcha de la sangre en la red capilar. A veces, las ramificaciones arteriales se contraen por la accion de ciertos estímulos ó por otra causa cualquiera, y como disminuye su calibre, disminuye tambien la cantidad de sangre que en un tiempo dado arrojan á los vasos capilares. Si estos pequeños vasos, cuya contractilidad es muy dudosa, conservan su diámetro ordinario, la sangre que les atraviesa experimenta un ligero retardo en su marcha y cierta tendencia á estancarse y á que los glóbulos se aglomeren, obstruyendo el paso más ó menos completamente y ocasionando la acumulacion de sangre, lo que da lugar á ciertos estados hiperhémicos que pueden convertirse en inflamatorios. Bueno es advertir, á pesar de todo, que esta explicacion debe aceptarse con desconfianza. Se comprende que la contraccion de las ramificaciones arteriales pueda producir en ciertos casos el estancamiento de la sangre en algunos puntos de la red capilar; pero para darse cuenta de la turgescencia y congestion que se nota en la matriz durante el embarazo, en el estómago durante la digestion, en los pulmones y otros

órganos durante las épocas de su desenvolvimiento, es preciso recurrir á otras influencias que desgraciadamente no conocemos bastante todavía. Los cambios que se manifiestan en el calibre de los capilares y en la velocidad de la circulacion, no bastan tampoco para explicar el modo de producirse la *inflamacion* en los tejidos.

Como la adhesion de la sangre para con las paredes capilares de los vasos contribuye á la lentitud de su marcha, puede desde luego presumirse que todas las causas que sean capaces de aumentar esta adhesion retardarán la circulacion en la red capilar. Al parecer, hay algunos agentes químicos que, obrando sobre las paredes de los vasos capilares, contribuyen á que la sangre se adhiera á ellos con mayor facilidad. Segun M. W. Jones, aplicando á la membrana interdigital de la rana algunas gotas de una disolucion concentrada de sal comun, se determina prontamente una dilatacion mas ó menos considerable en las arterias, que acelera la circulacion en los capilares correspondientes; pero bien pronto los glóbulos rojos se adhieren á las paredes vasculares entorpeciendo el curso de la sangre y hasta interrumpiéndolo por completo, lo que da lugar á su estancamiento, que se extiende de capa en capa á los capilares vecinos, mientras que el líquido circula aceleradamente en las demas partes de la red vascular.

Segun asegura M. H. Weber, aplicando un rubefaciente á una parte del organismo que esté sustraída á la influencia del corazon por medio de ligaduras y en la que la sangre de los capilares esté en completo reposo, ha visto afluir la de las arterias y venas vecinas al punto en que se aplicaba el estímulo local, manifestándose este movimiento de líquidos, lo mismo cuando hacía uso de sustancias que producian la constriccion de los capilares, que cuando aplicaba agentes que determinaban su dilatacion.

La presencia de algunas disoluciones salinas en la sangre puede activar ó retardar el movimiento de este líquido

en los vasos capilares, y si se da crédito á los experimentos verificados por M. Poiseuille en el caballo, el ácido carbónico, el fosfato y carbonato de sosa y otras muchas sales producen una disminucion mas ó menos considerable en la velocidad de la corriente, mientras que el nitrato de potasa, el yoduro de potasio, el acetato de amoniaco, etc., aceleran la circulacion.

Sin negar la importancia de todos estos ensayos, preciso es confesar que no siempre están de acuerdo los observadores, y que los resultados que se han querido deducir distan mucho de ser la expresion de la verdad.

Gracias al procedimiento imaginado por Hueter y conocido con el nombre de *queilo-angioscopia*, puede estudiarse la circulacion capilar en el hombre mismo : basta para ello tirar hácia adelante la mucosa del labio inferior, sostenerla mediante unas pequeñas pinzas y examinarla al microscopio. Basta una ampliacion de 52 diámetros, para distinguir los vasos capilares. Hueter (*Centralbl. f. die medicin.* 1879) ha distinguido perfectamente la corriente sanguínea por el movimiento de los glóbulos rojos que aparecen como pequeñísimos puntitos ; los vasos sanguíneos se reconocen con extraordinaria claridad ; los leucocitos se presentan, como diminutas manchas blancas. Es indispensable iluminar el labio por un mechero de gas ó por la luz del sol, concentrada por una lente convergente. Los individuos preferibles para este examen, son los niños escrofulosos de labios gruesos.

Este sencillísimo procedimiento se presta á aplicaciones importantes : cuando el sujeto padece una supuracion crónica, se observa un grande aumento de leucocitos en la sangre circulante ; en un niño afectado de angina difterítica, ha reconocido Hueter la parálisis diftérica de las paredes vasculares, por la existencia de dilataciones fusiformes ó cilíndricas, en el punto de transicion entre los capilares y las venas ; cuando el sujeto tiene fiebre, se

observan alternativas de acumulacion y de circulacion libre, de los glóbulos rojos etc. etc.

Para conocer la *presion* de la sangre en el sistema capilar podemos valernos del *procedimiento de Kries* ó del de *Roy y Graham*; consiste el primero en colocar sobre la piel laminillas de cristal de dos y medio á tres milímetros cuadrados, los cuales se van cargando de pesos conocidos hasta tanto que aparezca la palidez: consiste el segundo en exponer á diferentes presiones la membrana interdigital de la rana, al tiempo que se observa esta membrana en el microscopio.

CAPÍTULO VII.

Circulacion de la sangre en las venas.

§ 90.

Las contracciones del corazon son la causa principal del movimiento de la sangre en las venas. Los experimentos de Magendie no dejan la menor duda acerca de este punto. Ya hemos visto que si se hace una ligadura en la pierna de un perro, dejando libres y al descubierto la arteria y la vena crurales, la sangre llega á la pierna en que se ha hecho la ligadura por medio de la arteria crural y vuelve por la vena del mismo nombre hácia el corazon. Ya hemos visto tambien que si se liga la vena crural y se hace un orificio debajo de la ligadura, la sangre sale formando un chorro continuo. Y ya hemos visto, por último, que si en tal estado se comprime la arteria, el chorro disminuye y cesa del todo, porque las contracciones del corazon no pueden ejercer su influencia acostumbrada sobre la sangre que ocupa toda la extension de la vena crural.

Con el mismo experimento se demuestra que la intensidad del chorro venoso está en proporcion de la mayor ó

menor intensidad de las contracciones ventriculares ; y si se inutilizan estas contracciones y se reemplaza su influencia en la circulación por medio de un agente mecánico artificial, por ejemplo, una jeringa de inyección, no solo se observa que el líquido inyectado circula en las arterias y en las venas con una fuerza proporcional al impulso que comunica el pistón, sino que puede llegar á probarse, como lo ha hecho Sharpey, que la presión que es necesario ejercer sobre la sangre de la arteria para empujarla hácia la vena correspondiente, es sólo de cerca de nueve centímetros de mercurio, en el perro, mientras que la presión desenvuelta en las arterias por las contracciones del corazón es, en el mismo animal, de cerca de diez y siete centímetros.

El movimiento de la sangre en las venas, aunque producido principalmente por las contracciones del corazón, no es intermitente según lo son estas contracciones, sino continuo y sensiblemente uniforme, como resultado de la acción ejercida sobre el líquido por la elasticidad de las paredes arteriales. Por eso en circunstancias ordinarias no se perciben en las venas pulsaciones isócronas con los latidos del corazón. Cuando estas pulsaciones existen, constituyendo lo que se llama pulso venoso, depende de lesiones en la parte derecha del corazón ó en los pulmones. Si la sangre lanzada por el ventrículo derecho encuentra algún obstáculo en su camino, sea en el orificio de la arteria pulmonar ó en los pulmones, la sangre retrocede hácia la aurícula derecha y hácia las venas que en ella desembocan.

Si el orificio auriculo-ventricular derecho no se cierra exactamente en el momento de contraerse el ventrículo, la sangre refluye á la aurícula y á las venas como en el caso anterior.

Por último, si el orificio auriculo-ventricular derecho se halla algo obliterado, la sangre sólo pasa en parte al

ventrículo del mismo lado, y el resto retrocede á las venas produciendo una distension pulsátil. En los dos primeros casos el pulso venoso es isócrono con el pulso arterial. En este último, el pulso venoso precede al pulso arterial, porque es isócrono con la contraccion de la aurícula y no con la del ventrículo.

Ademas de la accion del corazon y de la influencia de las contracciones arteriales, hay otras causas más ó menos importantes que contribuyen á la marcha de la sangre por las venas : una de estas causas es la contraccion muscular.

Los músculos al contraerse se hinchan y endurecen ejerciendo sobre las partes que se hallan entre los intersticios de su tejido una presion proporcionada á su contraccion. De consiguiente, las venas distribuidas en el espesor de los músculos, ó las que están entre su superficie y la vaina resistente formada alrededor de los miembros por la piel, así como por los tejidos aponeuróticos subcutáneos, han de hallarse comprimidas con cierta energía en todos los movimientos musculares. Esta compresion tiende á disminuir el calibre de las venas y por lo menos á empujar la sangre en la direccion de su eje longitudinal. Pero como las venas están provistas de gran número de válvulas ; como estas válvulas, parecidas á las de los vasos linfáticos, se abren por la presion de la onda sanguínea cuando ésta se dirige desde la periferia hácia el corazon, y se cierran cuando marcha en direccion contraria, la disminucion del calibre de las venas sólo puede impulsar la sangre hácia el corazon.

La influencia de las contracciones musculares en la circulacion de la sangre nos explica la conveniencia del ejercicio, y nos demuestra tambien la razon fisiológica en que se funda el que durante la sangría se mande al enfermo contraer los músculos de la parte en que se ha hecho la cisura. Por lo demas, es digno de observarse, como lo hace

Milne Edwards, que cuanto más grande es la actividad muscular, mayor es también la cantidad de sangre que los músculos necesitan, y que para satisfacer las necesidades del servicio irrigatorio de estos músculos cuando están en ejercicio, la naturaleza ha hecho que la aceleración del curso de la sangre dependa, al menos en parte, de su misma contracción.

Las venas son dilatables y se prestan á la acumulación de la sangre en su interior : son elásticas y su túnica media contiene elementos musculares que dan lugar á que sean contráctiles.

La contractilidad de las paredes venosas puede influir en el curso de la sangre de dos maneras diferentes. Si estos vasos se contraen en una grande extensión, se acelera la marcha general de la sangre, porque disminuye el diámetro de los conductos que tiene que recorrer : si las paredes venosas se contraen sólo en puntos limitados, obran como lo harían las compresiones exteriores, empujando la sangre hácia el corazón, ya que las válvulas impiden todo retroceso.

Aunque las venas se contraen rítmicamente en algunos vertebrados inferiores ; aunque también se han observado contracciones rítmicas en determinadas venas periféricas de algunos mamíferos, como el murciélago y el conejo, la contractilidad venosa se desenvuelve en el hombre lentamente y con irregularidad, y no puede ejercer por lo mismo más que una influencia secundaria en la circulación.

La dilatación de la cavidad torácica en el acto de la inspiración, es otra de las causas que favorecen la marcha de la sangre venosa.

Al ensancharse el pecho se ensanchan y dilatan también todos los órganos huecos y extensibles contenidos en esta cavidad, y la disminución de presión que esto produce en el interior de los mismos, determina la entrada del aire en las vías respiratorias y el flujo de la sangre hácia el órgano

central de la circulacion. Las válvulas sigmoideas de la aorta se oponen al movimiento retrógrado de la columna sanguínea arterial ; pero como no hay nada que se oponga á la entrada de la sangre por las aurículas, cada movimiento inspiratorio atrae la sangre venosa hácia este punto, y la corriente centrípeta, así desenvuelta, se hace sentir hasta en los troncos que se hallan fuera del pecho, y, secundariamente, en todo el sistema venoso.

Los experimentos de David Barry han puesto fuera de duda la influencia de la inspiracion en el curso de la sangre venosa. Introduciendo la extremidad de un tubo en la vena cava de un caballo y sumergiendo la otra extremidad en un líquido, se ve que éste se eleva en el tubo á cada movimiento inspiratorio.

La aspiracion de la sangre es bastante enérgica en la proximidad del corazon, pero la influencia del movimiento inspiratorio se va debilitando á medida que las venas están más separadas de este órgano. A veinte centímetros del pecho es ya casi imperceptible y se hace nula en las iliacas y en las venas de los miembros, porque siendo sus paredes menos resistentes, si se disminuye su tension sanguínea interna, la presion atmosférica las deprime, y de consiguiente se dificulta el movimiento de la sangre.

La entrada del aire en las venas en algunos casos en que ha sido preciso abrirlas á consecuencia de operaciones efectuadas en partes próximas al pecho, depende tambien de la aspiracion provocada por los movimientos inspiratorios.

Así como la inspiracion favorece el curso de la sangre venosa, parece que la espiracion debia entorpecerlo y retardarlo ; pero como las válvulas se oponen al retroceso de la sangre, la circulacion venosa se resiente poco, en circunstancias ordinarias, de la influencia de la espiracion. A pesar de todo, si los movimientos espiratorios son muy enérgicos, como cuando se canta, se grita ó se hacen

esfuerzos musculares, la presión torácica favorece la marcha de la sangre arterial, pero se opone al mismo tiempo á la entrada de la sangre venosa en el corazón, y de ahí que se hinchen las venas yugulares y que la sangre se acumule en la cara y cabeza, hasta el punto de provocar en algunas ocasiones hemorragias más ó menos peligrosas.

Otra de las causas que favorecen la circulación venosa es la disposición misma de los conductos en que se efectúa. El sistema venoso, considerado en su conjunto, disminuye de capacidad á medida que se aproxima al corazón; y como los líquidos aceleran su marcha al pasar de un espacio ancho á otro más estrecho, la sangre debe ser impulsada con mayor velocidad á medida que se aproxima al centro circulatorio.

La tensión de la sangre en las venas es muy variable, y en general puede decirse que va disminuyendo desde las raicillas venosas, donde es algo mayor, hasta los grandes troncos vecinos al corazón, donde es casi nula. lo que también facilita el movimiento sanguíneo, pues la disminución gradual de la tensión de la sangre desde el ventrículo izquierdo á la aurícula derecha da origen á una corriente que se establece, por necesidad, desde el punto, donde la presión es mayor hácia aquél en que es más pequeña.

Es natural que la tensión disminuya en el sentido que acabamos de indicar, porque así como la presión que la sangre arterial ejerce sobre las paredes de las arterias depende principalmente de la resistencia que los capilares oponen á su paso, así la sangre venosa, que no encuentra obstáculo en su marcha, deja de ejercer esta presión lateral. De este modo se comprende que, según Volkmann, la tensión arterial en la carótida de un becerro haga equilibrio á una columna de mercurio de ciento sesenta y cinco milímetros, mientras que en la vena metatarsiana solo

equilibre una de veintisiete milímetros, y de nueve en la yugular.

Por lo demas, todo lo que se oponga al curso expedito de la sangre venosa, como el sistolè auricular, los movimientos espiratorios enérgicos, la existencia de tumores o de otros obstáculos mecánicos, etc., aumentará la tension de la sangre en las venas.

Los latidos de las arterias cercanas, contribuyen asimismo al curso de la sangre en el interior de las venas.

§ 91.

Circulacion en la vena porta, en el cerebro y en los tejidos eréctiles. — La circulacion venosa en el sistema de la vena porta, en el encéfalo y en los tejidos eréctiles, presenta algunas particularidades que conviene conocer. En primer lugar, la sangre que circula en el sistema de la vena porta no se halla tan ventajosamente favorecida en su marcha por las contracciones musculares, ni por la aspiracion inspiratoria, ni por las válvulas, como en las demas partes del sistema venoso, y de consiguiente se mueve con más lentitud. Ademas, como se halla contenida entre la red capilar de que toma origen la vena porta y la red capilar en que termina, ó lo que es igual entre dos sistemas capilares, encuentra un nuevo motivo de entorpecimiento en su marcha hasta que penetra en la vena cava inferior por las venas suprahepáticas.

La circulacion venosa en el cerebro presenta tres fenómenos principales. Los vasos sanguíneos encefálicos no se vacían como las otras partes del sistema circulatorio en los animales que mueren de hemorragia, lo que parece depender de la falta de presion atmosférica á consecuencia de la rigidez de la bóveda huesosa que los cubre. En el cerebro, más que en ninguna otra parte, se conoce la influencia de la gravedad en la circulacion, puesto que siem-

pre que se inclina ó se baja la cabeza, se agolpa la sangre en este órgano, haciendo difícil y aun peligrosa en el hombre cualquiera posicion que no sea la vertical. Si se levanta á cualquier mamífero una porcion de la bóveda craneana, se ve á la masa encefálica elevarse y deprimirse de una manera rítmica en cada movimiento respiratorio. Durante la espiracion el entorpecimiento que experimenta en su marcha la sangre de las venas del cuello, ocasiona un acúmulo mayor en sus porciones terminales encefálicas, ó sea en los senos venosos situados entre el cerebro y la base del cráneo, y el aumento de volumen que adquieren da lugar á la elevacion de la masa cerebral.

En los tejidos eréctiles, la comunicacion entre las arterias y las venas no se efectúa por el intermedio de vasos capilares, sino por el de gran número de celdillas huecas que forman como una especie de receptáculo venoso. Si la sangre de las venas que sale de estos tejidos encuentra obstáculos en su marcha, por la contraccion accidental de algunos músculos, ó por la influencia que los nervios vaso-motores ejercen en el calibre de los vasos; ó si se determina en las arterias, probablemente por medio del gran simpático, una excitacion vaso-motriz que aumente el aflujo de la sangre, esas células ó receptáculos se hinchan produciendo la turgescencia y la ereccion de los tejidos en que se encuentran.

§ 92.

Circulacion pulmonar. — La circulacion pulmonar ó pequeña circulacion depende de las mismas causas y obedece á las mismas leyes que la circulacion general. Se observan, sin embargo, algunas pequeñas modificaciones que conviene tener en cuenta. Como el ventrículo derecho, para impulsar la sangre á las arterias pulmonares, desenvuelve una fuerza menor que la que necesita el ventrí-

culo izquierdo para la circulacion en el sistema aórtico, y como los vasos capilares del pulmon oponen menor resistencia al paso de la sangre que los vasos capilares de la circulacion general, la presion ejercida por la sangre en la arteria pulmonar es cuatro ó cinco veces menor que la que tiene lugar en las carótidas. Esta circunstancia permite que los vasos pulmonares sean más delgados que los del resto del organismo, así como que la tenuidad y delicadeza de sus paredes facilite los fenómenos de endosmose y las absorciones y exhalaciones que se verifican en el pulmon.

En los primeros dias que siguen al nacimiento, lo mismo que durante la vida intra uterina, la arteria pulmonar está en relacion con la aorta por medio del conducto arterial, y las aurículas comunican entre sí por el agujero de Botal. Esta disposicion anatómica da lugar á que, en este período de la vida, la sangre que llega á la aurícula derecha por las venas cavas, penetre en parte, en la aurícula izquierda por el agujero de Botal para dirigirse al sistema aórtico, y en parte en el ventrículo derecho y arteria pulmonar, de donde por el conducto arterial pasa casi en su totalidad á la aorta y sólo una corta cantidad al pulmon por las arterias pulmonares. Ordinariamente, el agujero de Botal y el conducto arterial se obturan á los pocos dias del nacimiento, estableciéndose la circulacion pulmonar en sus condiciones regulares ; pero en algunos estados patológicos, el agujero de Botal subsiste hasta una edad más ó menos avanzada, y como en este caso no llega á los pulmones más que una corta porcion de sangre venosa, solamente ésta se convierte en arterial por la influencia de la respiracion, conservándose más ó menos negra la restante y dando á la piel esa coloracion semi-azulada que se conoce con el nombre de *cianosis*.

§ 93.

Velocidad de la circulacion. — La velocidad con que la sangre circula no se puede apreciar con exactitud, porque no es igual en las diferentes partes del sistema circulatorio, ya que tiene su máximo de intensidad en los troncos arteriales que nacen del corazon y su mínimo en las terminaciones capilares.

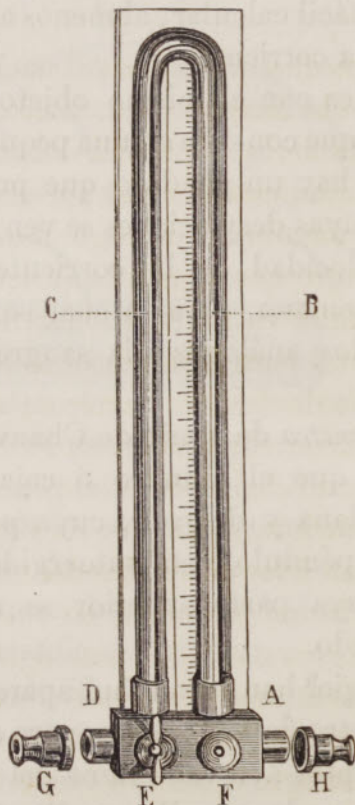


FIG. 71. — Hemodromómetro.

Para determinar esta velocidad en los grandes troncos arteriales, Volkmann se vale de un pequeño aparato, llamado *hemodromómetro*, que se reduce á un tubo de cristal lleno de un líquido alcalino, A, B, C, D, de una longitud

conocida, destinado á recibir la corriente arterial de un animal cualquiera ; desde el momento que la sangre penetra en una de las extremidades del tubo por medio de la cánula H, que se ajusta á la pieza A, el liquido que no puede pasar directamente á la otra extremidad por impedirlo las llaves E y F, se dirige hácia la rama ascendente B, baja por la rama descendente C y sale por la extremidad opuesta D. Ahora, como se cuentan las fracciones de segundo que la corriente emplea en llegar al punto de salida, y como la longitud es conocida y se sabe el tiempo que se ha tardado en recorrerla, es fácil calcular, al menos aproximadamente, la velocidad de la corriente.

Vierordt emplea con el mismo objeto el *hemotacómetro* de su invencion, que consiste en una pequeña caja de cristal, en cuyo interior hay un péndulo que puede ser desviado de la vertical y cuyas desviaciones se ven desde el exterior, indicando la velocidad de la corriente en el aparato, graduado de antemano, para lo cual se ha hecho que lo atraviesen líquidos análogos á la sangre con velocidades conocidas.

El *hemodromómetro* de aguja de Chauveau se diferencia del anterior en que el cilindro ó caja está atravesado por una aguja plana y delgada, cuya parte inferior, que hace el oficio de péndulo, está sumergido en la corriente sanguínea, y cuya parte superior se mueve sobre un cuadrante graduado.

Ludwig y Dogiel han ideado un aparato muy parecido al hemodromómetro de Volkmann, pero que supera á éste, en muchos conceptos : en cada rama del tubo, existe una dilatacion en forma de ampolla, pudiendo por un movimiento de rotacion, cambiar alternativamente las relaciones entre las extremidades central y periférica de la arteria y cada una de las ampollas referidas. Chauveau y Lortet han inventado un *hemodromógrafo* consistente en un tubo adaptado á una arteria en sus dos extremos y provisto en

su centro de una membrana de cautchuc atravesado por una aguja, cuya extremidad libre se aplica al papel ahumado del cilindro inscriptor.

Aunque los ensayos verificados en diferentes animales con los instrumentos que acabamos de citar no dan resultados exactamente iguales, puede decidirse que, por término

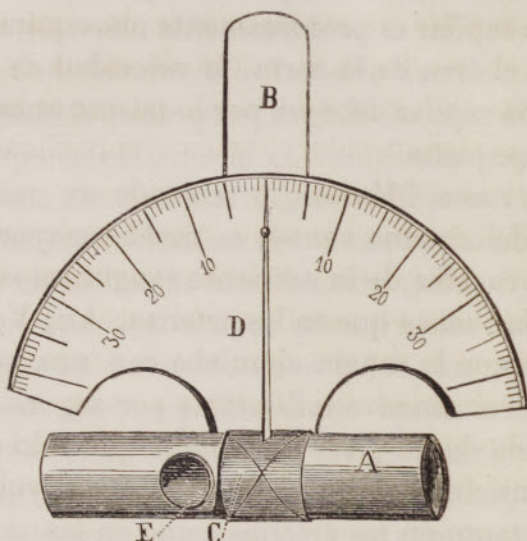


FIG. 75. — Hemodromómetro de Chauveau.

medio, la velocidad de la sangre arterial en el hombre y en los mamíferos, es de doscientos sesenta á trescientos milímetros por segundo. La velocidad tiene su máximum en el momento del sístole ventricular.

Para calcular la velocidad de la sangre en los vasos capilares, es necesario valerse del microscopio á fin de observar el espacio recorrido por los glóbulos sanguíneos en un tiempo dado. En el hombre puede verse el movimiento de los glóbulos en los vasos sanguíneos de la retina, por medio del oftalmoscopio, ó procurando percibir lo que se llama imagen vascular de Pürkinge, de que hablaremos al ocuparnos de la vision, y Vierordt ha encontrado, valiéndose de este procedimiento, que la sangre circulaba en los

vasos capilares de su retina con una velocidad de medio milímetro por segundo. Esta diferencia tan considerable entre la rapidez de la sangre en las arterias y la que se observa en los vasos capilares, se explica perfectamente con sólo tener en cuenta que las velocidades de la corriente en las distintas porciones del sistema vascular, deben estar en razon inversa de su capacidad, y como el área total del sistema capilar es próximamente unas quinientas veces mayor que el área de la aorta, la velocidad de la corriente en el sistema capilar debe ser por lo mismo unas quinientas veces más pequeña.

Por una razon idéntica, y teniendo en cuenta que la capacidad del sistema venoso es mucho mayor que la del arterial, la rapidez de la corriente sanguínea será tambien menor en las venas que en las arterias. Así, Volkmann ha encontrado que la sangre circulaba con una velocidad de trescientos veintinueve milímetros por segundo en la arteria carótida de un perro, mientras que sólo era de doscientos veinticinco milímetros en la vena yugular. Esto indica que tanto en las arterias como en las venas existen diferencias muy notables en cuanto á la rapidez de su corriente, segun las porciones del sistema irrigatorio en que ésta se examine, y que en general, el movimiento de la sangre se acelera á medida que se aproxima al corazon.

Puesto que la sangre camina con diferente rapidez en las distintas porciones del sistema vascular, para averiguar la velocidad media con que circula en toda la extension del sistema circulatorio, será preciso recurrir á otra clase de experimentos.

Con este objeto se ha procurado averiguar el tiempo que la sangre emplea en recorrer una parte cualquiera del sistema circulatorio; y para esto se introduce en la yugular del lado derecho de un perro ó de otro animal, una corta cantidad de cianuro rojo de potasio, y efectuando una abertura en la vena yugular del lado izquierdo, se re-

coge la sangre que va saliendo, de manera que se coloque en receptáculos distintos la que se obtiene en cada uno de los segundos que transcurren, para poderla analizar separadamente. De este modo se observa que en el caballo, la sangre recogida no da señales de contener cianuro de potasio hasta que han transcurrido treinta segundos, lo que parece indicar que éste es el tiempo que necesita para pasar de la yugular del lado derecho á la del lado izquierdo. La duracion de un movimiento circulatorio, es decir, el tiempo necesario para que un glóbulo sanguíneo recorra el espacio que media desde el ventrículo izquierdo, por ejemplo, hasta su vuelta al mismo, despues de haber recorrido el trayecto circulatorio, aunque variable segun la talla de los animales, se ha calculado que es, en el perro, de quince segundos, y se cree que en el hombre tarda en atravesar el mismo espacio unos veintitres; pero este resultado sólo puede aceptarse como aproximativo porque la sangre que desde la aorta se dirige á las extremidades inferiores recorre un trayecto mucho más largo que la que va á parar á la cabeza y descende por la vena cava superior. Ahora, como la distancia recorrida en este tiempo es, aun siendo la mayor, de unos seis metros, resulta que la velocidad media con que la sangre circula en el hombre, es, poco más ó menos, de un kilómetro por hora y no de veinticuatro kilómetros, como aseguran, sin duda por error de cálculo, Milne Edwards y otros fisiólogos.

En circunstancias normales el sístole ventricular se efectúa setenta y dos veces por minuto, y de consiguiente 27'7 en los veintitres segundos que tarda la sangre en recorrer el trayecto que media de una á otra de las venas yugulares. Dados estos datos, parece lógico suponer que, siempre que en veintitres segundos se efectúe el sístole ventricular más de veintisiete veces y siete décimas, la sangre circulará con mayor rapidez, y de consiguiente tardará menos tiempo en recorrer el expresado

círculo sanguíneo. A pesar de todo, esta deducción sólo será exacta en el caso de que el corazón envíe á las arterias, en cada una de sus contracciones, igual cantidad de sangre, cualquiera que sea la rapidez de sus movimientos. Pero si, como la experiencia ha demostrado, lanza menor cantidad de sangre en cada una de sus contracciones cuando éstas se aceleran, ya porque los ventrículos se dilaten menos, ó ya porque se contraigan con menos intensidad, puede suceder muy bien que, aunque el pulso sea muy veloz, la sangre tarde en efectuar su revolución circulatoria igual tiempo que si el pulso fuera natural. La experiencia parece haber demostrado también que, cuando es menor el número de veces que se contrae el corazón en un tiempo dado, es mayor la cantidad de sangre que lanza á las arterias en cada contracción, y de consiguiente puede suceder que el pulso sea muy lento, y que la sangre tarde en recorrer el círculo sanguíneo igual tiempo que si el corazón se contrajera setenta y dos veces por minuto.

La edad, el sexo y el volumen del cuerpo ejercen alguna influencia en la rapidez del movimiento circulatorio y, según los experimentos de Hering, esta rapidez disminuye cuando aumenta la edad y el volumen de los animales, siendo también menor en el sexo masculino que en el femenino.

§ 94.

Transfusión de la sangre. — Como la sangre puede experimentar en su composición alteraciones tan profundas, que basten por sí solas para producir enfermedades y aun la muerte; y como en otros casos es tan poca la cantidad de sangre que conserva el organismo después de algunas heridas ó hemorragias, que no basta para la conservación de la salud y de la vida, se ha creído que podía ser con-

veniente inyectar sangre de otro individuo para aumentar la cantidad del que tiene poca ó para reemplazar la del que la tiene enferma. A esta inyeccion de sangre se le ha dado el nombre de transfusion, y aunque en un principio se creyó encontrar en ella la panacea de todas las enfermedades, y aunque posteriormente ha sido abandonada y proscrita á consecuencia de algunos casos desgraciados, creemos que ni han sido siempre justas las exageradas alabanzas que se le han prodigado, ni merece tampoco que se la condene á completo olvido. La transfusion de la sangre puede ser de inmensa utilidad en algunos casos extremos, siempre que, como aconseja Beclard, se tengan presentes las tres condiciones siguientes: Primera, que la sangre que se inyecta en los vasos del hombre sea sangre humana; segunda, que la inyeccion en los vasos del paciente se efectúe en el instante mismo que se la extrae de los que la proporcionan; y tercera, que el procedimiento de la transfusion sea tal, que no entre nada de aire en los vasos en el momento de la inyeccion.

Estas ideas están en completo acuerdo con el resultado de los experimentos. Si se sangra á un perro hasta que pierda cinco ó seis por ciento de su peso, cae en un estado de debilidad extraordinaria, y aunque al llegar á esta situacion se contenga la hemorragia, muere al cabo de pocas horas; pero si antes de morir se inyecta en sus venas, con las precauciones convenientes, sangre de otro perro, sus fuerzas se reaniman, reaparece la respiracion y todas las funciones se restablecen poco á poco hasta llegar á su estado normal.

§ 95

Influencia del sistema nervioso en la circulacion. — La circulacion sanguínea, lo mismo que las demas funciones del organismo, está sujeta á la influencia del sistema ner-

vioso, y ni el corazon, ni las arterias, ni las venas ejecutarían las contracciones necesarias si se les privara de su influjo. Por lo demas, el modo especial de inervacion del aparato circulatorio no deja de ser algo complicado, y conviene que hagamos acerca del mismo algunas observaciones, sin perjuicio de las que expondremos mas adelante al ocuparnos de la inervacion.

Lo primero que debemos hacer notar es que la destruccion de la médula espinal, ó la de la médula oblongada, ó la del encéfalo, ó la de todas estas partes á la vez, no ocasiona la parálisis instantánea del corazon, puesto que continúa contrayéndose rítmicamente por espacio de algunas horas, si se mantiene en los animales en que se hace el experimento una respiracion artificial. Por otra parte, separado el corazon del cuerpo de un animal vivo, y rotas de consiguiente todas sus relaciones con el sistema nervioso central, continúa contrayéndose con regularidad durante algun tiempo, que puede ser hasta de doce horas en los animales de sangre fria, y que es siempre mucho menor en los de sangre caliente.

Estos hechos dan lugar á sospechar que el corazon tiene en sí, al menos por cierto tiempo, la influencia nerviosa que necesita para sus contracciones. Segun todas las probabilidades, esta influencia nerviosa, transmitida desde la médula oblongada por el pneumo-gástrico, y desde la médula espinal por el gran simpático, de cuyos nervios recibe filetes el corazon, se deposita, por decirlo así, en los ganglios intracardiacos, de Remak, de Bidder, de Ludwig, que se hallan distribuidos entre sus fibras musculares. De este modo se comprende que los ganglios de que acabamos de hablar, verdaderos depósitos nerviosos, sostengan por algun tiempo las contracciones automáticas del corazon, cuando esta víscera se halla separada de los centros naturales de inervacion. Los fisiólogos han creído notar, como resultado de experimentos no comprobados aun con sufi-

ciente exactitud, que algunos de los ganglios del corazón están destinados á provocar la celeridad de sus contracciones, mientras que otros tienen por principal objeto moderarlas; y como los ganglios no tienen mas influencia que la que reciben de los centros nerviosos por los nervios con quienes están en relacion, se admite que en el corazón hay dos clases de nervios: los unos *aceleradores* y los otros *moderadores* de los movimientos de esta víscera.

La existencia de los ganglios auto-motores ha sido hoy dia perfectamente comprobada: forman una cadena en el espesor de la masa muscular, especialmente hácia la base del corazón; el de Remak, está situado en la embocadura de la vena cava inferior; el de Bidder, en el tabique aurículo-ventricular izquierdo; el de Ludwig, en el tabique inter auricular: los tres ganglios tienen una accion motriz, pero los dos primeros, son verdaderos centros excitadores y el último, es un centro moderador. Dados estos ganglios se comprende que el sístole del corazón sólo consista en un fenómeno reflejo, cuyo *centro* está representado por estos ganglios, cuyo *agente* es la sangre, cuya *superficie sensible*, el endocardio, cuyo *órgano final*, los elementos musculares del propio corazón.

Ademas de estos ganglios intracardiacos, existen en el corazón otros elementos nerviosos excitadores. Despréndense de la region cervical de la médula, diferentes filetes nerviosos, que por intermedio del plexo cardiaco y del gran simpático llegan al interior del corazón y excitan las contracciones cardiacas de una manera análoga á la de los ganglios indicados. Sin embargo, formaríamos un concepto equivocado de los hechos si creyéramos que el cordón simpático ó la médula espinal, contienen foco alguno de excitacion auto-motriz. Segun ha demostrado Germain Sée, el cordón simpático y el segmento correspondiente de la médula, no desempeñan otro papel que el de simples conductores, pues el centro cardiaco auto-

motor ha de buscarse en el bulbo raquídeo, ó médula oblongada. Se comprueba la acción excitadora del gran simpático, en el concepto de acelerar las contracciones del corazón, porque si se le excita en su porción cervical, estas contracciones no sólo se aceleran, sino que se hacen más enérgicas.

La médula espinal obra también sobre los movimientos del corazón, á beneficio de los órganos vasculares. En efecto, siempre que se corta dicha médula, las contracciones cardíacas se moderan, á consecuencia de haber disminuido la presión en las arterias subyacentes; y, al contrario, aumentan las citadas contracciones, cuando su extremo inferior es excitado, porque vuelven las arterias á su presión normal.

Además de estos agentes excitadores, posee el corazón, al parecer, otros agentes *moderadores*, pues por más que este punto se presente todavía muy oscuro, ello es cierto que la fisiología moderna cuenta ya con algunos hechos, experimentalmente comprobados. La inervación moderadora del corazón está representada por tres distintos elementos, á saber; el nervio pneumogástrico, el nervio depresor de Cyon y Ludwig y el ganglio nervioso enfrenador.

La acción del *pneumogástrico* parece indudable; si se *corta* este nervio, se *aceleran* considerablemente las contracciones del corazón; si se *excita* el extremo periférico cortado, estas contracciones se *moderan* y aun se *apagan*; si se excita el nervio entero, sobreviene asimismo una disminución ó suspensión de los latidos. Esta acción moderadora no es propia, sin embargo, del nervio pneumogástrico, sino *prestada* por la rama interna del espinal, que va á anastomosarse con dicho nervio pneumogástrico. La existencia de ácido carbónico en la sangre tiene una influencia notabilísima sobre la acción paralizadora de este nervio, toda vez, que en el animal asfixiado, no produce su sección ningún efecto.