

zon expele, cada vez que se contrae, debe variar segun la fuerza del individuo y las circunstancias físicas ó morales en que se encuentre.

¿Cuál, en fin, es la coordinación de los movimientos cardíacos? ¿Cuál es el ritmo á que estos movimientos obedecen? Hoy se considera como bien demostrado:

- 1.° Que las dos aurículas se contraen juntas.
- 2.° Que los dos ventrículos se contraen tambien al mismo tiempo.
- 3.° Que la *sístole* de las aurículas corresponde á la *diástole* de los ventrículos y vice-versa.

Háse querido estudiar aún más minuciosamente el fenómeno de los latidos del corazon para llegar á tener de ellos un conocimiento exacto, y se ha conseguido distinguir varios *ruidos* de que la medicina se aprovecha para establecer un diagnóstico seguro de las diferentes afecciones del corazon.

Escuchando con atencion los ruidos cardíacos, se nota que se componen de varios ruidos distintos que no se producen todos á la vez, sino que los separa un intervalo que es la causa del *tic-tac* que todo el mundo conoce. Claro está que si estos dos ruidos resonasen á la vez, se confundirian y se percibiria tan sólo uno.

Hay, pues, dos ruidos separados cada uno del otro por un intervalo, es decir, que hay dos ruidos y dos intervalos.

Dos ruidos separados por dos intervalos representan cuatro tiempos que los autores de tratados de fisiología caracterizan poco más ó ménos en los siguientes términos:

Primer tiempo: *Sístole* de las aurículas coincidiendo con la *diástole* de los ventrículos.

Segundo tiempo: Descanso muy corto correspondiente al final de la *sístole* de las aurículas y de la *diástole* de los ventrículos, y precediendo la *sístole* de los ventrículos.

Tercer tiempo: *Sístole* de los ventrículos correspondiendo á la *diástole* de las aurículas.

Cuarto tiempo: Largo descanso del corazon entre la *sístole* de los ventrículos y la *diástole* de las aurículas.

La duracion de los tres primeros tiempos es muy corta y casi igual. El cuarto tiempo, el descanso del corazon, es el más largo. Imposible seria determinar rigurosamente su duracion, porque varía segun un gran número de circunstancias muy diferentes.

Los tiempos que se distinguen en los movimientos del corazon coinciden con los ruidos que hace este órgano al verificar sus movimientos. El primer

ruido, ó ruido sordo, corresponde á la *sístole* de los ventrículos; el segundo, á su *diástole*.

La existencia y la duracion relativa de estos cuatro *tiempos* de las contracciones cardíacas han quedado perfectamente demostradas por la curiosa observacion de Cruveilhier, que hubo de tratar á un enfermo en el cual el corazon se hallaba descubierto á consecuencia de la pérdida de la parte anterior de las costillas izquierdas, de suerte que los movimientos se veian con claridad y se podia comprobar que cada uno estaba separado del otro por un intervalo de descanso. Despues de Cruveilhier, el cirujano Follin ha hecho la misma observacion en un niño que tenia bajo su cuidado, en las mismas condiciones, como hemos dicho ya más arriba, es decir, cuyo corazon era visible en parte desde fuera.

Pasemos ya á hablar del papel que las arterias y las venas han de desempeñar en el fenómeno general de la circulacion de la sangre.

*Las arterias.*— La aorta, es decir, el enorme vaso que parte del ventrículo izquierdo del corazon y que, encorvándose luégo, forma el arco conocido bajo el nombre de *cayado* de la aorta, es el tronco origen de la mayor parte de las arterias que recorren la profundidad y las diferentes superficies del cuerpo humano.

A corto trecho de su salida del corazon, la aorta se divide en varias ramas, que á su vez envian numerosos ramos en todas las direcciones. Estas divisiones y subdivisiones de la aorta reciben diferentes nombres segun las partes del cuerpo á que se dirigen. La arteria carótida, situada en la region del cuello, es una de las divisiones de la aorta; la arteria braquial es una de las divisiones de la arteria principal que va al brazo.

La lámina iluminada que acompaña estas páginas presenta muy claras las divisiones y subdivisiones de las arterias, con los nombres que llevan. En la misma lámina se ven, tambien con sus nombres, las venas, que se distinguen por su color azul de las arterias coloradas de rojo.

Las arterias se componen de tres túnicas superpuestas. La externa, muy elástica, resulta de la condensacion de las láminas del tejido celular; es la *túnica celulosa*. La segunda, ó *túnica media*, ó *amarilla*, ó *propia*, es dura, espesa y posee una fuerza de contractilidad que se parece á la de las paredes del corazon. La tercera túnica, la *interna*, es una membrana *serosa*.

Aun cuando la anatomía no demostrase su presencia, habria de suponerse en la membrana propia de las arterias cierta potencia de contractilidad, porque sin ella seria imposible explicarse la progresion rápida y continua de la sangre en el interior de estos vasos.



La túnica media, cuya elasticidad desempeña un papel importante, es relativamente más gruesa en los ramos que en las ramas, y en éstas más gruesa que en los troncos. Es fibrosa, dura y seca. Cuando se liga una arteria despues de una operacion quirúrgica, es sobre todo esta túnica la que se rompe bajo la presion del hilo que determina la obturacion interna del calibre del vaso. La túnica externa ó celulosa se distiende, mas no se rompe.

La túnica interna ó *serosa* es delgada y análoga á la epidérmis de la piel en su manera de revestir la túnica media. Parece destinada ménos á aumentar la fuerza de las paredes de la arteria que á facilitar el curso de la sangre ofreciéndole una superficie lisa y pálida.

[La túnica interna consta de dos capas adherentes y continuas en todas sus partes: una capa elástica y otra epitélica. La primera representa una lámina amorfa, estriada en sentido longitudinal y fibróidea, pero no reducible á fibras aislables é independientes. Se adhiere tan íntimamente á la capa subyacente de la túnica media, que cuando se quiere desprender una porcion de ella, se arrastra casi siempre tambien una parte de la túnica media. La capa epitélica es continua y consta de un solo plano de células fusiformes, es decir, que presentan la figura de un rombo muy prolongado cuya diagonal mayor sigue la direccion del curso de la sangre. Sus bordes, irregularmente sinuosos, se corresponden y se encajan recíprocamente. Este epitelio se áltera con gran facilidad]. N. DEL T.

Siendo las arterias los conductos que llevan á los órganos los materiales necesarios para su mantenimiento y reparacion, son ménos gruesas en los adultos que en los niños, cuya nutricion es más activa. Por una razon parecida, las arterias simétricas tienen un calibre más ó ménos fuerte segun el volúmen relativo del órgano que han de nutrir. Así, por ejemplo, de las dos arterias pulmonales, la derecha es más gruesa que la izquierda, porque el pulmon derecho es más voluminoso que el pulmon izquierdo.

Apénas hay necesidad de decir que el grosor de las arterias disminuye cada vez más á medida que se aparten del tronco principal. El calibre de estos vasos es cónico. Podemos figurarnos las divisiones del árbol arterial como una série de tubos ligeramente cónicos que disminuyen gradualmente en grosor.

Las arterias son á menudo sinuosas en su curso, sobre todo cuando se distribuyen en las paredes de las vísceras huecas como el estómago, ó en las partes que pueden retirarse, extenderse ó cambiar de dimensiones como los labios.

La figura 36 presenta los aspectos exterior é interior de una arteria.

Las arterias comunican entre sí, y la rama que sirve para establecer una comunicacion entre dos arterias se llama *rama anastomótica*.

Las *anastomosis arteriales* son uno de los medios que la naturaleza emplea para prevenir el infarto sanguíneo de un vaso.

Sucede á menudo que se producen anastomosis en el interior de nuestros tejidos. Cuando el curso de la sangre se halla obstruido en una arteria á causa de una herida, ó en el caso de existir una de aquellas dilataciones anormales de una arteria llamadas *aneurismas*, las anastomosis se establecen por el solo esfuerzo que la naturaleza hace para remediar el mal.

¿Cuál es la causa de la marcha de la sangre en las arterias? La causa primitiva de este movimiento es la contraccion del ventrículo izquierdo, que en cada segundo echa una oleada de sangre en el tronco de la aorta. La sangre avanza

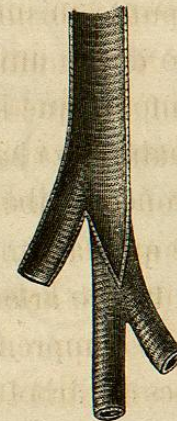


FIG. 36.—UNA ARTERIA.

en todo el árbol arterial bajo el impulso que le comunica sucesivamente cada oleada nueva que viene tras la primera, *a tergo*, como dicen los fisiólogos. Mas el impulso *a tergo* no puede prolongarse hasta los últimos extremos del árbol arterial, pues va disminuyendo á medida que se aparta del corazon y que los vasos se hacen más sinuosos.

Por lo demás, hay muchas otras causas que disminuyen la accion cardíaca. Las numerosas divisiones y anastomosis de las arterias, todas juntas exceden de mucho del calibre primitivo de la aorta, y la velocidad con que se mueve un líquido, disminuye cuando éste pasa de un canal más estrecho á otro más ancho. Por otra parte, el roce del líquido contra las paredes de los vasos que resulta en el punto del nacimiento ó arranque de cada rama, ramito y anastó-



mosis, tiende á disminuir, ó mejor dicho, á destruir el efecto del primer impulso del corazon. En vista de esto, es preciso que la arteria tenga en sí misma una fuerza propia del todo independiente del impulso cardíaco. La contractilidad que posee la túnica media de las arterias, así como la retractilidad de las mismas á consecuencia de la elasticidad de esta misma túnica fibrosa, bastan para explicarnos la continuidad del curso de la sangre á través de los vasos situados á gran distancia del órgano central de la circulacion.

¿Para qué sirven las arterias? Por un lado, sirven para llevar la sangre del corazon á los pulmones, en los cuales ha de sufrir la accion del aire; y por otro para conducir la sangre á lo íntimo de los tejidos á fin de nutrirlos, y por esto la naturaleza ha tomado grandes precauciones para proteger estos vasos, colocándolos en las partes más profundas, preservándolos así contra los choques exteriores. Para prevenir su compresion por las contracciones de los músculos que han de atravesar, el punto mismo en que la arteria atraviesa el músculo se halla á veces rodeado de un anillo membranoso muy resistente. Esto se ve, por ejemplo, en el punto en que la aorta atraviesa el diafragma.

Hagamos constar aún, que la naturaleza ha multiplicado las anastómosis arteriales á fin de que, cuando un tronco recibe una lesion, la rama anastomótica pueda suplirlo. En este caso, se ve que la rama suplementaria aumenta de calibre y sustituye completamente al tronco arterial vulnerado ó destruido.

*Vasos capilares.*— Fácilmte se comprende, por lo que precede, cómo la sangre circula en las ramificaciones del árbol arterial. Mas la circulacion continúa activamente en la red de los vasos capilares arteriales que, hallándose en comunicacion con el sistema capilar venoso, establecen la continuidad de círculo. ¿Cómo puede la sangre caminar en esos pequeños vasos tan apartados del órgano central de la circulacion?

La explicacion de la circulacion de la sangre en los capilares es uno de los puntos más difíciles de la fisiología. El diámetro interior de los vasos que terminan las arterias es tan pequeño, que no se puede apreciar á ojo desnudo. Los vasos capilares no pueden hacerse visibles á simple vista, sino introduciendo en una rama arterial, vecina del vaso capilar, una inyeccion de materia flúida colorada de rojo por el minio. Esta materia, llenando los pequeños vasos, hace aparecer lo infinitamente enredado de su red, destacándose, por su color rojo, del fondo del tejido.

En la figura 37 representamos la red capilar, es decir, la terminacion de las arteriolas en el seno de los tejidos, y el principio de las venillas. El microscopio ha engrosado el aspecto de esta red vascular, que de otra manera no es discernible para nosotros por las dimensiones infinitamente reducidas que

alcanzan las arteriolas y las venillas para componer la red capilar sanguínea.

Para explicar la progresion de la sangre en los vasos capilares, hay que suponer que estos vasos están dotados de una contractilidad comparable á la de las arterias, y que además el impulso dado por el corazon no deja de llegar hasta ellos. Acerca de esta contractilidad de los vasos capilares no le cabia duda á Bichat, y los experimentos de los fisiólogos modernos han confirmado el hecho.

Los capilares deben de poseer una fuerza de contraccion bastante enérgica,

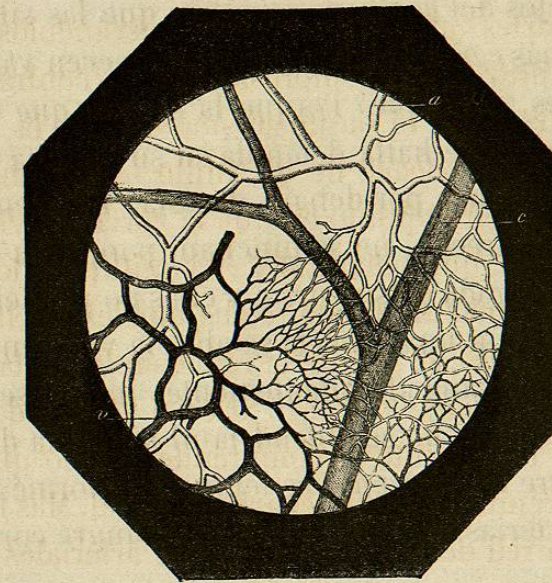


FIG. 37.—RED CAPILAR VISTA BAJO EL MICROSCOPIO CON UN AUMENTO DE 100 DIÁMETROS.

a.—Arteria capilar.—v.—Vena capilar.—c.—Vena más gruesa situada debajo.

ya que esta fuerza no provoca solamente la progresion de la sangre en la propia red capilar, sino tambien el paso de esta sangre á las venillas que se siguen á la red capilar. Mas, ¿cómo valuar esta fuerza? Todas las investigaciones hechas para llegar á esta determinacion han sido infructuosas.

Cierto misterio vela, pues, al fin y al cabo, la causa real del movimiento de la sangre en los capilares y la intensidad de esta fuerza. Otra vez tropezamos contra un problema que parece irresoluble para las solas luces del experimento y del racionio, y nos vemos obligados á admitir que la contraccion de los