

## CAPÍTULO III.

## DE LA CIRCULACION.

SUMARIO.—354. Circulacion.—355. Su descubrimiento.—356. Division del estudio de la circulacion.

354. CIRCULACION es el curso que sigue la sangre en el interior de los vasos que la encierran.

355. Por demás vaga era la idea que los antiguos se tenían formada de la distribucion de la sangre por el cuerpo. Aristóteles consideraba el corazon como el origen de la sangre, la cual pasaba á las venas, perdiéndose en ellas sin volver á su punto de partida. Se concedía á la sangre un movimiento alternativo de fluctuacion en las venas; movimiento que comparaban á las olas agitadas del Euripo. Respecto de las arterias se creía que estaban llenas de aire, y si bien Galeno las observó ocupadas por la sangre, y estuvo por lo mismo á punto de descubrir la circulacion, ello es que su observacion, atendida en un principio, no tardó en olvidarse, arraigándose la idea de que en las arterias se alojaban los *espíritus vitales*.

En 1553 descubrió nuestro compatriota Miguel Servet, que murió en Ginebra quemado vivo á instigacion de Calvino, el curso de la circulacion pulmonar. Y un año ántes (1552), otro español, D. Francisco de la Reyna, habia escrito que las venas nacia del hígado y las arterias del corazon, describiendo por lo mismo un círculo la sangre. Pero ni estas ideas se apoyaban en hechos anatómicos ó fisiológicos, ni tampoco se exponian con el conveniente desarrollo.

Cúpole al ingles Guillermo Harvey la gloria de descubrir la circulacion completa de la sangre, en 1619. «Las pruebas de que la sangre circula, decia, están en la organizacion misma del corazon, en sus latidos y en la disposicion de sus vál-

vulas, y de las que hay en la aorta y en las venas; y confirmarlo tambien el pulso, la sangría, las hemorragias y el sistema seguido para contenerlas. El corazon palpita, las arterias laten, la sangre brota, y todos estos efectos son simultáneos y perfectamente isócronos. Comprimiendo una arteria desaparece el pulso, á contar desde el punto de compresion, al paso que persevera en el sentido del corazon; y si es, por el contrario, una vena el vaso comprimido, éste se vacía en el espacio que media entre la compresion y el corazon, y se hincha por el extremo opuesto.» El insulto y el sarcasmo fueron la recompensa que Harvey obtuvo por su descubrimiento, que será siempre el timbre de gloria del siglo xvii; porque si bien con anterioridad ya germinaba la idea de la circulacion, sólo Harvey supo con claridad y precision explicar su admirable mecanismo.

356. Comprende el estudio de la circulacion: 1.º El aparato circulatorio; 2.º El curso de la sangre; y 3.º El movimiento, velocidad, tension y transfusion de la sangre.

## I.

## APARATO CIRCULATORIO.

SUMARIO.—357. Órganos del aparato circulatorio.—358. Corazon.—359. Sistema vascular.—360. Su division.—361. Sistema arterial.—362. Id. venoso.—363. Id. de la vena porta.—364. Id. capilar.—365. Sangre.—366. Su cantidad total.—367. Relacion entre el peso del cuerpo y el de la sangre.

357. El APARATO CIRCULATORIO consta del corazon y del sistema vascular.

358. El corazon (fig. 46) es un órgano musculoso, dotado de escasa sensibilidad, algo cónico, con el vértice ó punta hácia abajo, adelante y un poco á la izquierda. Ocupa parte de la region pectoral izquierda. Presenta cuatro cavidades laterales: dos superiores pequeñas, que son las *aurículas* (*d*, *h*), y dos inferiores mayores, situadas en todo el espesor del órgano, que son los *ventrículos* (*a*, *j*). Cada ventrículo comu-

nica con su aurícula correspondiente por un orificio *auriculo-ventricular* cerrado por una válvula que se abre de arriba abajo. La del lado derecho es la *trigloquina* ó *tricúspide*, y la del izquierdo la *mitral*.

Protege al corazón un saco ó *pericardio* constituido por dos membranas (*fig. 45, a*).

359. El *sistema vascular* es un conjunto de tubos membranosos llamados *vasos*, y de forma arborizada, con las últimas ramificaciones tan ténues, que se les ha impuesto la denominación de *capilares*. Comunican entre sí, y su unión se llama *anastomosis*.

360. Se divide en *arterial*, *venoso* y *linfático* (346 y 347).

361. El *sistema arterial* es el conjunto de *arterias* ó vasos que salen de los ventrículos, y en sucesivas divisiones se reducen á capilares para penetrar en todos los órganos (*fig. 45, c, d, g*). De las tres membranas que las componen es notable la media por su gran elasticidad.

La arteria que sale del ventrículo derecho es la *pulmonar* (*fig. 46, b*), presenta cerca de su orificio tres repliegues membranosos, ó sea las *válvulas sigmoideas* ó *semilunares*, y se divide en dos ramas, una para cada pulmón.

El tronco arterial que sale del ventrículo izquierdo toma el nombre de *aorta* (*c*), y tiene en su origen tres válvulas sigmoideas, sube primero algun tanto, formando la *aorta ascen-*

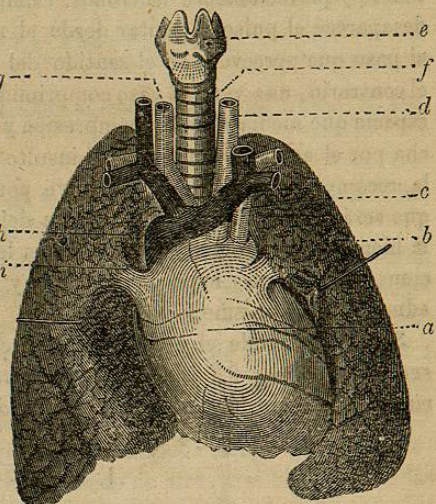


FIG.—45. Laringe, tráquea-arteria, pericardio y pulmones, vistos por delante.

*dente*, á poco se encorva para constituir el *cayado de la aorta*, y, por fin, baja y origina la *aorta descendente*.

Las arterias pulmonar y aorta son los troncos comunes de casi todas las demás arterias que reciben nombres especiales.

—La *fig. 47* lleva marcadas las principales arterias, á fin de que los alumnos puedan formarse más exacta idea de la distribución arterial en el cuerpo humano.

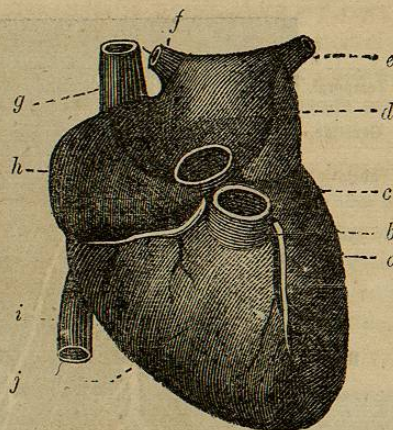


FIG. 46.—Corazon visto por delante.

362. El *sistema venoso* es el conjunto de *venas* ó vasos que, principiando por ser capilares en el interior de los órganos, rematan formando ya gruesos troncos en las aurículas. Sus tres membranas son poco elásticas, y aun ménos contráctiles. En su interior suelen presentar válvulas semilunares, cuyo borde libre se dirige hácia el corazón.

Las dos venas que terminan en la aurícula derecha reciben los nombres de *cava superior* ó *torácica* (*fig. 45, h, y 46, g*), y *cava inferior* ó *abdominal* (*fig. 46, i*). La cava superior debe su formación á las dos venas *subclavias* (*fig. 45, h*) procedentes de la reunión de los vasos venosos que bajan de la cabeza, tórax y miembros superiores. Engendran la cava inferior, los capilares provenientes del abdomen y extremidades inferiores.

Los capilares venosos del pulmón van á formar cuatro troncos, las *venas pulmonares* (*fig. 46, e, f*), que al fin abocan á la aurícula izquierda. Los capilares venosos comunican con los arteriales.—La capacidad general del sistema venoso, comparada con la del arterial, es casi doble, por cuanto cada

arteria tiene dos venas satélites, ó si no tiene más que una, es mucho más voluminosa que ella.

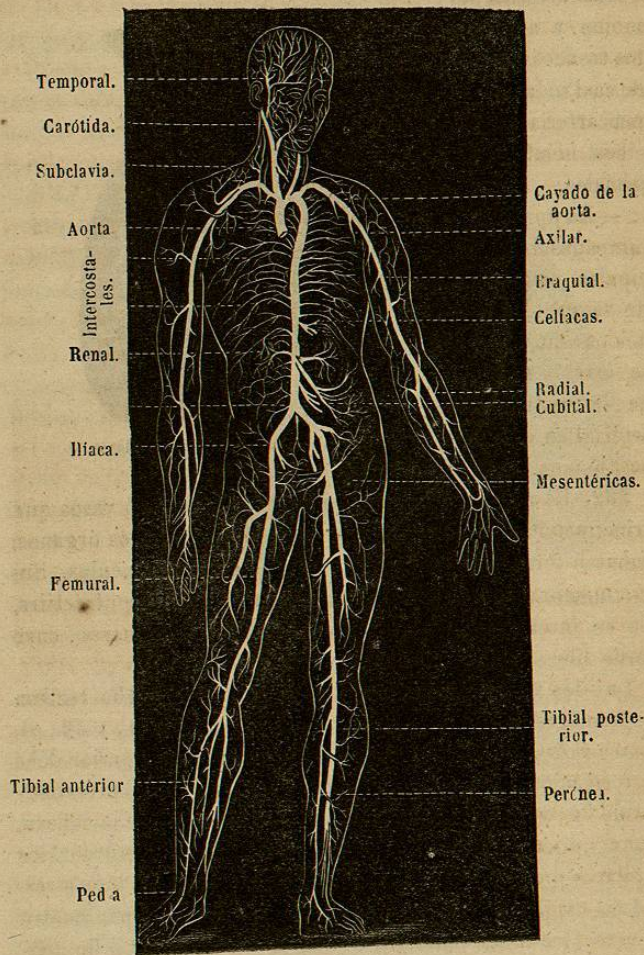


FIG. 47.—Sistema arterial del hombre.

363. Algunas venas forman en el hígado el llamado *sistema*

de la vena porta: las raíces de ésta proceden del estómago, del bazo, del páncreas, y de los intestinos. Constituyen dos troncos, ó sean las venas *esplénica* y *mesentérica superior*, las cuales reunidas originan la *porta*, que entra luego en el hígado, dividiéndose en dos ramas en ángulo recto, una para el lóbulo grande y otra para el pequeño. En seguida se ramifican al infinito.

364. Entre los sistemas arterial y venoso se interpone el *capilar* (fig. 48), compuesto de una inmensa red de vasos microscópicos y de mallas de forma variable según los órganos. Los capilares más ténues miden el diámetro de un glóbulo sanguíneo, pero los hay también de calibre tres ó cuatro veces mayor. No están abiertos por su punta en la trama de los tejidos, sino cerrados.—La suma de los calibres de los vasos capilares es mayor que las sumas reunidas de los correspondientes á las venas y arterias.



FIG. 48.—Circulación en los capilares

365. El corazón y los sistemas arterial y venoso contienen la *sangre*. La *sangre* es un líquido viscoso, un tanto salado, de olor especial, y rojo encendido en los vasos que nacen del ventrículo izquierdo y en los que rematan en la aurícula del mismo lado; pero rojo obscuro en los que principian en el ventrículo derecho y terminan en la aurícula también derecha. Débese el color á la hematina, en cuya composición entra el sesqui-óxido de hierro. Esas dos especies de sangre se llaman respectivamente *roja* ó *arterial*, por más que las arterias pulmonares lleven sangre oscura, y *negra*, *azul* ó *venosa*, aún cuando las venas pulmonares conduzcan sangre roja.

Consta de *glóbulos rojos*, esferoidales ó discoidales, formados de una substancia albuminoidea, de 0<sup>mm</sup>,008 de diáme-

tro; de *glóbulos sin color* y esféricos, pero en cortísima cantidad, y procedentes probablemente de la linfa y del quilo; y de *plasma ó fluido plástico*, que contiene fibrina en disolución, albúmina, grasa, sales y las diversas substancias que entran en la formación de los órganos. Contiene, por fin, oxígeno, ázoe y ácido carbónico libres. Coagúlase la sangre al aire libre, y forma el *cuajo ó cuajaron*, compuesto de glóbulos y fibrina, y suelta el *suero*, que es un líquido muy acuoso.

366. Dificil es determinar la cantidad absoluta de sangre, atento á que no puede calcularse por efusion ó hemorragia, porque no sale toda; ni por medicion de las áreas de todos los vasos, por ser imposible en razon al prodigioso número de capilares invisibles, y á la elasticidad y dilatibilidad de los vasos; ni tampoco por medio de inyecciones, porque, si se consolidan, no llenan toda la red vascular, y si no se consolidan, se escapan en parte á través de las paredes.

Eso no obstante, se ha intentado calcularla por medio de procedimientos ingeniosos, aunque poco exactos. Weber, por ejemplo, pesó un hombre que iba á ser decapitado; y lo volvió á pesar después de la decapitacion: la diferencia de peso equivale al de la sangre derramada. Calculó luégo la cantidad que habia quedado dentro de los vasos inyectando en ellos agua destilada hasta tanto que salió clara, evaporándola después por completo, y deduciendo del peso del residuo el de la sangre á que podia corresponder. La suma total de sangre así alcanzada ascendió á ocho kilogramos en el hombre, y por deduccion, siete en la mujer.—Más alta es la evaluacion (catorce y doce kilogramos respectivamente) de Mr. Valentin por su método, que consiste en sacar de un animal un peso dado de sangre, desecarla y pesar su residuo; en inyectar después una cantidad conocida de agua destilada, en sacar á los cinco minutos otro peso de sangre igual al primero, y averiguar el del residuo que deja; y en establecer, por último, las debidas proporciones.

367. Como el peso medio del hombre adulto es de 65 kilogramos y el de la mujer 55, resulta del procedimiento de

Weber que los pesos de la sangre y del cuerpo son como 1:8, y segun el de Valentin como 1:4'5 ó 1:5.

## II.

## CURSO DE LA SANGRE.

SUMARIO.—363. Circulacion linfática.—369. Accion de los ganglios linfáticos.—370. Circulacion venosa.—371. Servicio de las válvulas de las venas.—372. Corazon: sistoles y diástoles.—373. Latidos.—374. Faces de cada revolucion completa del corazon.—375. Ruidos que acompañan al ritmo del corazon.—376. Curso de la sangre en la aurícula y el ventriculo derechos.—377. Usos del pericardio.—378. Curso de la sangre desde el ventriculo derecho á los pulmones.—379. Paso de la sangre á los capilares de los pulmones.—380. Curso de la sangre en los capilares.—381. Id. desde los capilares de los pulmones hasta el corazon.—382. Id. por la mitad derecha del corazon.—383. Id. por la aorta y sus ramificaciones hasta regresar al corazon.—384. Resumen del curso de la sangre.—385. Grande y pequeña circulacion.—386. Circulacion completa.

368. Empieza la circulacion desde el momento en que los vasos linfáticos recogen, en la superficie y en la profundidad de los órganos, la linfa, y el quilo en los intestinos, vertiendo ambos líquidos en las venas. Las válvulas semilunares del interior se oponen al retroceso de estos líquidos, cuyo curso es continuo y bastante rápido. Tal es la *circulacion linfática*.

369. Cada vaso linfático pasa una vez, por lo ménos, al través de los ganglios. Se supone que, dotados éstos de contractilidad, dan nuevo impulso á la linfa, cuyo curso hubiera entorpecido la serie de divisiones y subdivisiones de los linfáticos en su interior; y tambien se admite, aunque sin probarlo, que convierten en fibrina parte de la albúmina, que en ellos les cede la sangre nueva porcion de fibrina, y que pierden cierta cantidad de grasa que pasa á las venas. Esta supuesta elaboracion ha recibido el nombre de *linfosis*.

370. Al salir del sistema linfático entran el quilo y la linfa en el venoso, y se mezclan intimamente con la sangre negra. Ésta procede del fondo de todos los órganos, y se encamina al corazon, en cuya aurícula derecha desagua por las dos cavas superior é inferior.

371. Triple servicio prestan las válvulas de las venas: se

oponen al reflujó de la sangre; atenuan la influencia de la gravedad, pues la columna total líquida se fracciona en multitud de columnas parciales, cada una de las cuales se apoya en una válvula, de suerte que la sangre sólo ha de ir venciendo resistencias parciales, y, por último, en el acto de bajar la cabeza se opone á que en ella refluya la sangre.

372. La sangre venosa, mezclada ya con el quilo y la linfa, se presenta por las venas cavas en la aurícula derecha del corazón. Éste ofrece varios movimientos: las aurículas se contraen á la vez, mientras los dos ventrículos se dilatan simultáneamente, y luego éstos se contraen, dilatándose aquéllas: *Sístole* se llama cada movimiento de contracción, y *diástole* cada uno de dilatación.

373. En el acto de la sístole auricular se disloca algún tanto todo el corazón, chocando por el tercio inferior de su cara izquierda en la pared torácica. Esos choques se conocen con el nombre de *latidos*. En los adultos suben á 70 ó 75 por minuto, y á 140 en los recién nacidos, para ir disminuyendo luego hasta la pubertad. El número de latidos decrece durante el sueño, y aumenta bajo el influjo de las pasiones vivas, del terror, del ejercicio, de la digestión, de la fiebre, etc.

374. En cada revolución completa del corazón se observan tres tiempos sucesivos: 1.º Sístole de las aurículas, que coincide con la diástole de los ventrículos; 2.º Sístole de los ventrículos simultánea con la diástole de las aurículas; y 3.º Reposo completo de todo el corazón consistente en la relajación ó diástole de sus cuatro cavidades. El primer tiempo es más corto que el segundo, y la duración del tercero varía según las circunstancias.—Las diástoles duran algo más que las sístoles.

375. Acompañan á los movimientos del corazón ciertos ruidos cuyo ritmo es el siguiente: 1.º Ruido sordo, que coincide con la sístole de los ventrículos; 2.º Ruido claro, que se corresponde con la diástole de los mismos; y 3.º Momentos de silencio simultáneo con el reposo total del corazón.

Hanse atribuido estos ruidos á causas variadas, pero las

más plausibles son: para el ruido sordo, el choque del corazón contra el pecho, y la tensión y los movimientos de las válvulas aurículo-ventriculares; y para el ruido claro los movimientos de las válvulas aurículo-ventriculares.

376. Sin dificultad entra la sangre en la aurícula derecha, merced al impulso que lleva en su curso, y dilata sus paredes, las cuales, al contraerse luego, la oprimen en todos sentidos y la obligan á salir. No puede verificarlo por las venas, porque se opone la sangre que por ellas se dirige al corazón, por manera que no tiene otra salida que el agujero aurículo-ventricular, cuya válvula le facilita paso expedito hácia el ventrículo derecho.

Por la sístole no cede la aurícula todo su contenido, pues siempre queda en su interior alguna cantidad de sangre. Como la aurícula es ménos capaz que el ventrículo respectivo, no bastaría á llenarle la ola de sangre que le envía al contraerse, si previamente no hubiese penetrado más sangre. Y realmente los ventrículos se llenan en dos tiempos: el primero, en que pasa la sangre por su propio peso, apenas terminada la sístole ventricular; y el segundo, en que tiene lugar la contracción de la aurícula.

Lleno que está el ventrículo derecho, se contrae. No puede la sangre escaparse por el agujero aurículo-ventricular, porque su válvula se levanta y se cierra, y tiene que salir por la arteria pulmonar, cuyas válvulas sigmoideas se deprimen para dejarle paso libre. Créese que tampoco el ventrículo expulsa toda la sangre que contiene, si bien la que resta debe ser muy escasa.

377. El pericardio es mero órgano protector: se contrae en las sístoles, y se distiende en las diástoles, por manera que siempre está igualmente aplicado al corazón. Librale de la presión de las vísceras inmediatas, y al propio tiempo le mantiene fijo en su posición.

378. A la salida del ventrículo derecho la sangre se introduce en la arteria pulmonar y recorre la serie de sus divisiones y subdivisiones, hasta llegar á los pulmones.