

gre á la altura de un pie por segundo (1); perfeccionado en fin por Daniel Bernouilli, dexó vislumbrar la posibilidad de deducir con la ayuda de un método muy simple las fuerzas absolutas del corazon, y la valuacion de este último hubiera sin duda merecido el asenso general, si, á exemplo de sus predecesores, no hubiera despreciado demasiado el efecto prodigioso de las resistencias (2).

Todos estos modos de supurar las fuerzas de un mismo órgano, que se diferencian tanto por sus resultados como por sus principios, tienen á lo ménos la utilidad de demostrar, que pudiendo alterar y modificar estas fuerzas á cada instante una infinidad de causas inapreciables, no podrán sujetarse nunca á las leyes fixas y rigorosas del cálculo. Para reducir á términos ciertos la potencia absoluta del corazon, sería preciso tener muchos datos indispensables que nos faltan. Por exemplo, sería necesario conocer exáctamente; 1.º, la cantidad de sangre que el corazon arroja á cada pulsacion en las arterias, y se sabe que esta nos es desconocida; 2.º, la velocidad con que la sangre sale del corazon, es decir, el poco tiempo que este órgano emplea en contraerse; 3.º, todas las especies de resistencias que debe superar la accion del corazon aplicada á mover la sangre. Estas resistencias son debidas á la masa incalculable é indefinida de los líquidos contenidos en las arterias y en las venas, á la figura cónica de los vasos, á sus flexiones, á sus ángulos, á su fuerza elástica, á su contractilidad, á las partes que los rodean ó los envuelven, como el tejido celular, la gordura, los huesos, á la presion considerable del ayre exterior, en fin á los caracteres mismos de los fluidos vivientes que luchan contra la accion de los vasos por su coherencia natural y su propia actividad.

(2) Sauvages, lib. cit. *idem*, sobr. la circulacion.

(1) Daniel Bernouilli, *Dissertat. de vi cordis*. Basiliae, 1748. Podiéramos añadir aquí los trabajos de Morland, de Tabor, de Lametrie, de Senac, de Haller, los quales han consignado, aumentado y rectificado ciertos datos que sería útil hacer entrar en el cálculo.

De todos estos hechos se puede concluir legítimamente con Haller, que la fuerza del corazon es inmensa, pero que nunca podrá ser estimada con una precision rigorosamente matemática. Y si adoptásemos las preocupaciones verdaderamente extrañas de los fisiólogos mecánicos; si supusiésemos con ellos que la vida mantenida por medios mecánicos no tiene otros principios, otro móvil que la circulacion; ¿qué inmensidad de fuerzas no habríamos de conceder al corazon, y cómo era posible que acertásemos siquiera á formar de ellas una idea? ¿Qué cantidad de movimiento no debería animar al fluido vital para atravesar vasos tan prodigiosamente multiplicados, que se cortan en ángulos tan diferentes, y que se terminan en extremidades de un diámetro tan pequeño? Penetrado Ruisquiu de estas dificultades, despues de haber probado por sus felices inyecciones la gran multiplicidad de los vasos y su admirable pequeñez, no alcanzaba cómo el hombre podía vivir sano ni un instante. Pero la admiracion de Ruisquiu hubiera cesado, si conociendo mejor las facultades y leyes primordiales de la naturaleza viviente, hubiese sabido, que el corazon, centro y móvil del movimiento progresivo de la sangre, no puede ser por esto mismo el móvil y el centro único de la vitalidad.

CAPITULO IV.

Estructura propia de las arterias y de las venas; fuerza, propiedades, fenómenos, movimientos de estos dos órdenes de vasos; doctrina del pulso.

El corazon no es un órgano solitario, cuyas funciones hayan sido circunscriptas y su fuerza limitada por la naturaleza; al contrario, ejerce un imperio tan dilatado en la máquina animal, que no tiene otro término que las últimas extremidades de ella; obra en todas las partes, comunica indirectamente con todas, vierte y distribuye generalmente por ellas el fluido saludable, con

el qual circulan los principios de calor y de vida. Los vasos de que es término ú origen, aseguran y propagan á largas distancias los efectos de su influencia. Unos nacen de su misma substancia, otros van á terminarse en ella, y de su concurso resulta un doble sistema dividido por la anatomía, pero indivisible á los ojos del fisiólogo que ve todos sus ramos igualmente subordinados á las irradiaciones de un solo y único centro. La conexión del corazón y de los vasos parece ser tan estrecha, y su armonía tan exácta, tan conforme, que no cesan de cooperar juntos á una de las funciones mas importantes de la máquina animada.

Estos vasos son de dos órdenes, arteriales y venosos. Los primeros, mas consistentes, mas sólidos y densos, llevan la sangre del corazón á las extremidades y á las vísceras; los segundos, mas endeables, mas delicados y blandos, vuelven los fluidos de todas estas partes al corazón.

La estructura propia de las arterias ha sido, como la del corazón, un manantial inagotable de disputas inútiles. Los anatómicos estan todavía indecisos sobre el número, naturaleza y propiedades de las tunicas que las componen (1). Sin embargo se ha convenido casi generalmente en reducir las á tres, que son las únicas que se pueden ver y demostrar. Willis describe cinco, y su descripción fué mucho tiempo adoptada sin exámen y sin prueba. Muchos admitiéron quatro solamente, haciendo de la quarta, ya un tejido nervioso, ya un tejido vascular. Willis, Boerhaave y Vieussens imaginaron que existia una membrana glandulosa; pero Haller les reconviene con razon de haberse equivocado, tomando por glándulas ciertos folículos pingüedinosos (2).

(1) Wansvieten, *de Arter. fabr. et efficac. in corp. human.* 1725, 4.º Albino, *anot. acad.* t. 4, pag. 30, tab. 5, fig. 1. Lassone, *Mem. de la Acad. de las Cienc. de Paris*, año de 1756.

(2) Willis, *Pharmacop. ration.* part. 2. Boerhaave, *Inst.*

El error en que comunmente se ha caido sobre el número y naturaleza de las membranas que constituyen las arterias, tuvo tal vez por causa un hecho anatómico muy simple, que se ha despreciado demasiado. Las arterias encuentran en las cavidades por donde pasan, membranas accesorias que se adaptan á sus superficies, aumentando y multiplicando aquellas de que estan primitivamente formadas. La aorta, por exemplo, á la salida del corazón está envuelta en una membrana extraña que pertenece al pericardio. Esta túnica facticia la acompaña hasta cierta distancia, y no la abandona hasta el punto en que encorvándose dicha arteria, pasado por entre las láminas del mediastino, donde recibe una nueva membrana que le suministran las pleuras. En el abdomen tenemos otro exemplo en el peritoneo, donde las tunicas arteriales se hallan tambien reforzadas por producciones membranosas que vienen de todas las cavidades en que penetran dichos vasos. Pero nunca habrá razon para comprehender estas membranas sobrepuestas entre las que son propias de las arterias, y que no exceden verdaderamente del número de tres ya señalado.

La primera ó mas exterior es la túnica celular, llamada nerviosa por Albino, cartilaginosa por Vesalio, tendinosa por Heister y algunos otros. Esta túnica es de un tejido floxo y esponjoso, el qual se aprieta y se condensa acercándose al de la túnica media. Sus láminas distintas pueden ser separadas en forma de escamitas, que se caen y dexan al descubierto la textura fibrosa. Quando se pone á macerar en agua, se despegan poco á poco estas láminas delgadas, y se resuelven en substancia celular. Está sembrada de vasos pequeñísimos que ramificándose por su tejido, tiñen las arterias de un color roxo muy vivo.

La segunda túnica, ó intermedia, es musculosa, med. Vieussens, *Nuev. descub. sobre el corazón. Idem, Nov. vas. sistem.* Haller, *Elem. fisiol.* t. 1, p. 63.

y está compuesta de fibras circulares, que vienen á ser cada una no tanto un círculo completo como un arco de círculo, ó por mejor decir, un aro. Estas fibras comunican entre sí por filamentos tirados de un círculo al otro; son mas aparentes ácia los grandes troncos arteriales y en sus primeras ramificaciones. Algunos han dicho que corria en forma espiral; y el industrioso Morgagni con su exáctitud ordinaria ha corregido este error dándoles una direccion trasversal, lo que es bastante conforme con las propiedades de las arterias. Finalmente, segun Willis, se ha supuesto en ella mas bien que demostrado una capa de fibras longitudinales, creyendo con esto explicar mejor como la arteria contraída se retira sobre sí misma y disminuye de longitud (1). Pero pudiendo concebirse este fenómeno en qualquiera direccion que guarden las fibras, es inútil querer dársela longitudinal, puesto que esta se ha ocultado siempre á las indagaciones y aun al microscopio de los anatómicos.

Estas fibras no son una continuacion ó prolongacion de las del corazón, como se ha pretendido no sé por qué motivo. Sin embargo tienen caracteres particulares que las distinguen bastante de las demas fibras musculares, como el ser mas frágiles, ceder fácilmente á la traccion, y no dexar ningun vestigio ó rastro de filamento despues de cortadas. De ellas es principalmente de donde depende la fuerza en virtud de la qual obran y reacen las arterias contra el fluido que circula en sus cavidades.

La tercera túnica, ó mas interna, es membranosa. Esta es blanca, apretada, delgada, lisa, tersa, compacta, y muy adherente á la túnica muscular. De su cara interior destila continuamente una serosidad clara que la humedece y la hace mas flexible. Pero como las cosas mas útiles pueden en ciertas circunstancias producir funestos efectos, algunas veces sucede que la membrana in-

(1) Morgagni, *Advers. anat.* Willis, *op. cit.*

terna de las arterias, en lugar de este rocío tan necesario, separa una materia yesosa que llena de rugosidades el interior de dichos vasos, y los osifica frecuentísimamente (1). A esta materia gipsea reunida en forma de filamentos es quizá á lo que deben atribuirse las lombrices que muchos han pretendido haber hallado en los vasos sanguíneos.

Como quiera que sea, las arterias se osifican muy á menudo en los viejos, y la osificacion principia siempre por la membrana interna, propagándose despues á las otras dos. Hay en esta osificacion de las arterias una singularidad notable, y es que no siempre ha sobrevenido á ella súbitamente la muerte. Las observaciones de este género hubieran tal vez retardado muchos siglos el descubrimiento de la circulacion de la sangre, si se hubiesen presentado en el tiempo en que sus defensores hacian tantos esfuerzos penosos para establecerla: tan cierto es que no hay verdades contra las cuales no se puedan suscitar los mas grandes obstáculos.

Las arterias, fuera de estas túnicas, tienen tambien por cubierta el tejido celular en que estan envueltas. Se ven algunas producciones de este tejido que las acompañan y fixan á las partes inmediatas (2), y entre sus túnicas se interpone una substancia semejante que les sirve de adherencia. Muchos anatómicos cuentan esta entre las membranas propias de la arteria, cuyo número extienden entónces hasta quatro.

Las arterias comparadas entre sí ofrecen diferencias relativas á la fuerza y consistencia de sus túnicas. Las carótidas, firmes y densas al principio, pierden estas dos qualidades al entrar en el cráneo, y haciéndose mucho mas delgadas adquieren allí casi la apariencia venosa. La aorta tiene una solidez considerable; la arteria pul-

(1) Walther, *de Aneurism.* Tarin, *Anthropotom.*

(2) Ludwigio, *de Tunic. arterie.* Lancisi, *de Cord. et aneurism.*

monal tiene muy poca, y las ramificaciones arteriales son en general ménos sólidas y mas endeables que sus troncos. Wintringham intentó valuar la fuerza de las arterias, tomando por medida la resistencia que oponen á la accion expansiva del ayre (1); y halló constantemente que esta fuerza, á lo ménos en los troncos arteriales, crecia en razon inversa de la dureza de su tejido. La túnica media que separa las otras dos, mas fragil y mas friable que ninguna de ellas, es tambien la primera á romperse; las túnicas, ya interna ya externa, resisten mas á las causas distendentes, y sufren mucho mas tiempo su accion sin alterarse. Desault exponia á sus discípulos, que habiendo roto alternativamente una y otra de estas túnicas separadas, la rotura de cada una de ellas en particular léjos de producir una dilatacion aneurismática, en breve dió lugar á una contraccion ocasionada por una materia sólida, que se depositó en forma de callo en el punto en que la túnica estaba rota.

Las dos túnicas principales, interna y externa, examinadas en toda la longitud de la arteria, no conservan siempre el mismo grado de consistencia y grosor, pues vemos que la primera, que es la musculosa, yendo del corazon á las extremidades, se vuelve mas gruesa comparativamente á la segunda, y que esta viene á ser tanto mas delgada, quanto mas se aparta de su origen. Sin embargo este órden de decremento inverso entre las dos túnicas comparadas una á otra, no es comun á todas las arterias.

Cada tronco vascular tiene vasos y nervios consagrados á sus propias funciones. Estos vasos son muy distintos del tronco, puesto que los fluidos que se inyectan en la arteria misma no se introducen en ellos. Los nervios existen en corta cantidad, y la mayor

(1) Clifton Wintringham, *Experimental inquiry on the animal structure.*

parte vienen ó de los ganglios, ó de los plexôs del corazon.

La textura de las venas es enteramente parecida á la de las arterias, solo que es mas blanda, ménos elástica, y muy expansiva. Sus túnicas, en número de dos solamente, son en general mas ligeras y delgadas, excepto en las venas ascendentes de las partes superiores, en donde parecen mas densas y fuertes. En el tejido de estas túnicas hay pocas fibras musculares, pero es falso que no exista absolutamente alguna, como se ha asegurado muchas veces. Estas fibras longitudinales y no circulares, no ofrecen cosa análoga á la disposicion propia de los vasos arteriales; y de aquí viene sin duda el que las venas carezcan de pulsacion. La vena cava goza de fibras circulares ácia su extremidad mas inmediata al corazon, y por eso en esta parte es susceptible de pulsaciones bien sensibles. Tal es la membrana exterior de las venas, que propiamente hablando, no es ni celular ni musculosa, sino un tejido de filamentos sutiles y de fibras carnosas longitudinales, juntas, sobrepuestas y reunidas en forma de tiras ó de paquetes (1).

La túnica interna es lisa, tersa y flexible; es ménos fragil que la de las arterias; cede mas que estas, y puede dilatarse mucho sin temor de que se rompa. Es susceptible de adquirir una fuerza prodigiosa, principalmente en los animales, porque Senac dice haberla visto en las venas del buey tan densa y dura, que parecia como tendinosa.

Estas dos membranas, que completan la estructura venosa, estan rodeadas de substancia celular, y la cubierta que reciben de aquí ha sido tomada por una túnica mas. En fin las membranas de las cavidades mayores les suministran muchas producciones que sirven para fortificarlas mas y mas, y este es un medio de complicar su estructura que tienen en comun con las arte-

(1) Willis, Vieussens, Lancisi, Senac, *Op. cit.*

rias. Reciben como estas vasos pequeñísimos y nervios.

Una serie de válvulas puestas obliquamente dos á dos, tres á tres, rara vez quatro á quatro, ocupan y guarnecen la cavidad interior de las venas. Estas válvulas son producidas por la membrana interna, que recogiendo sobre sí misma, desprende sus fibras de las paredes venosas y las prolonga ácia el exe, formando una especie de velas cóncavas, parabólicas, movibles y flotantes, de bastante consistencia y solidez. Fuera del tejido celular que une estrechamente las dos válvulas del mismo lado, se descubren en cada una fibras tendinosas que aumentan considerablemente sus fuerzas. Pero aunque robustas y capaces de resistir al movimiento de los líquidos, se han visto no obstante romperse solo á la impulsión ligerísima de la sangre introducida en las venas. Su mayor firmeza se nota en la porcion que está adherente á las paredes de los vasos.

La fuerza con que las venas resisten á romperse, es mas considerable de lo que á primera vista podria creerse; está con la de las arterias en una razon mayor que la de su grosor y densidad respectivas, y algunas veces la exceden en términos de que sus túnicas sufren sin perjuicio un grado de distension que bastaria á romper las membranas arteriales. Hales hizo ver que la vena yugular sosteniendo la presion de una columna de agua de 175 pies, no experimenta daño alguno, al paso que una columna de 190 pies del mismo líquido no puede comprimir la arteria carotida sin romperla. Los gruesos troncos de las venas cavas quedan las mas veces intactos al esfuerzo de pesos superiores á los que rompen las arterias correspondientes del mismo lado. Se ha calculado que la resistencia de las venas iliacas es á la de las arterias que acompañan, como 1034 á 1000; pero la diferencia, que por lo comun es menor, no está siempre á favor de las venas. Esta proporcion varía en los órganos secretorios y en las vísceras, donde la fuerza arterial predomina. Así las venas renales son á las arterias conco-

mitantes respecto de su fuerza de resistencia, como 1000 á 4088; la vena esplénica es á la arteria del mismo nombre, como 1000 á 4336. Ultimamente la fuerza de las venas decrece con la edad, en lugar que la de las arterias se aumenta: en un animal viejo, la arteria aorta padece mas robusta que la vena cava en la razon de 1000 á 1097 (1).

Los datos sobre que se ha calculado la fuerza de los vasos no son uniformes, y esta es la razon por qué reyna tan poca conformidad entre los resultados de estos mismos cálculos. En ellos se ha partido de la presion que la sangre exerce contra sus paredes, y en consecuencia se ha usado de un teorema de hidrodinámica, que Sauvages expresa en estos términos despues de Daniel Bernouilli. "La presion que un fluido exerce contra las paredes de un tubo por donde corre, es proporcional al peso de la columna del mismo fluido que tuviese por base el producto de la longitud del tubo multiplida por su radio, y por altura aquella á que el fluido pudiera elevarse en otro tubo adaptado perpendicularmente al primero; de donde se sigue, que esta presion es tanto mas violenta 1.º, quanto mayor es la rapidez con que el fluido corre; 2.º, quanto este fluido tiene mas gravedad específica; 3.º, quanto mas largo es el tubo; 4.º, quanto mayor es su diámetro (2)."

Sentado esto, dicen, y siendo por otra parte las demas cosas iguales, la presion que exerce la sangre en movimiento contra las paredes de los vasos que la contienen, es como la diferencia del quadrado de la velocidad virtual al quadrado de la velocidad actual, es decir, como la diferencia del quadrado de la velocidad de la columna que precede, al quadrado de la velocidad de la

(1) Clifton Wintringham, *Op. cit.* Hales, *Hemostat.* pag. 151 y 159.

(2) Sauvages, *Theor. puls. id. Opusc. pathol. id.* Mem. sobre la circul.

columna que se sigue, es así que la diferencia de la velocidad virtual á la velocidad actual se disminuye en proporcion de la distancia al corazón, y viene á ser casi nula en las extremidades: luego la sangre exerce contra las paredes de los vasos una presión tanto menor quanto mas distan estos de su origen y del corazón (1). Y si es cierto que la fuerza de estos vasos debe medirse por el grado de presión que experimentan, debe ser necesariamente mas considerable en los grandes troncos, y mucho mas pequeña en los capilares. Sauvages dice que la velocidad actual de la sangre en los capilares es una tercera parte menor que en las arterias medianas, y en estas aun menor otra tercera parte que en la aorta (2). Las fuerzas comparadas de estas arterias deben pues seguir las mismas proporciones, esto es, deberán crecer y disminuirse como la velocidad de la sangre, pues que este fluido comprime las paredes de los vasos en razon de la velocidad. De la misma manera se hacen entrar en la estimacion de las fuerzas reales inherentes á las diferentes porciones del sistema vascular, la gravedad específica de la sangre, y el diámetro y longitud de los canales por donde corre. Pero este cálculo fundado en principios meramente matemáticos, tiene siempre de defectuoso el no contar con los aumentos singulares y variables que los vasos son susceptibles de tomar como otro qualquier órgano viviente, por la energía activa y poderosa de la vitalidad. Aquí se ven efectos muy palpables de aquella fuerza de resistencia vital, que mantiene los elementos de las fibras vasculares en su estado natural de cohesion y solidez, pues ella es la que impide la rupcion de estas mismas fibras, aun quando parecen amenazarla causas que vendrian á ser superiores y predominantes, si solo fuesen combatidas por la cohesion ó tenacidad física de su tejido.

(1) Sauvages, Mem. y obra cit.

(2) Sauvages, id.

Las arterias gozan de una elasticidad considerable, particularmente en su segunda membrana, que cede á los medios de extension que se le aplican para acortarse despues ó restituirse á lo ménos á sus primeras dimensiones. Stewart estima, que la reduccion de una arteria cortada es igual á las $\frac{3}{4}$ de su longitud. Para apreciar hasta donde llega la elasticidad de estos vasos, cortó Hunter una porcion de la aorta ascendente á media pulgada de las valvulas; hizo despues en ella una incision segun su longitud, y halló que tenia trasversalmente dos pulgadas y $\frac{1}{2}$; pero aumentaba una pulgada quando se le daba toda la extension de que era susceptible, lo que exigia una fuerza igual al peso de veinte y seis onzas (1).

La virtud elástica de las tunicas arteriales, modificada por la influencia de la vida, y sujeta á leyes especiales en los cuerpos animados, se manifiesta por los movimientos de contraccion viva que le son ordinarios. Un experimento de Stewart da la medida de esta contractilidad de las arterias y de las venas. Descubrió en medio de las carnes la vena, la arteria y el nervio crural de un perro, y habiendo adaptado un hilo gordo á lo largo de estos tres cuerpos, hizo dos ligaduras á quatro dedos largos de distancia una de otra, cortando despues el cordón ácia cada una. La arteria y la vena se contraxeron al punto de quedar reducidas á dos dedos y medio de longitud (2). El movimiento contractil de los vasos se aumenta visiblemente en las calenturas agudas, inflamatorias, ardientes, en las quales adquiere una intensidad tal, que la sangre extraida de una vena salta con mas vehemencia de lo que acostumbra. Algunas veces es tan fuerte y general la crispatura del sistema vascular, que es capaz de impedir la salida de la sangre si no se modera ó

(1) Hunter, *an Treatise on the blood, &c.* Bibliot. Brit. num. 2. vol 2.

(2) Stewart, *Transact. filosof.* año 424. Tissot, *Enferm. nerv.* tom. 3. Véase nuestro tomo 1, parte 3, sec. 1.

se relaja. Así el frío febril, el espasmo **histérico**, detienen súbitamente el curso de la evacuación **menstrual**, suspenden las hemorragias, y no permiten **ningun** paso á la sangre por los vasos que la impresión del espasmo á crispado.

Pero la fuerza contractil de las **arterias** parece obrar mejor en la dirección **transversal** que en la de su longitud; y quando de esta manera se **pone** en acción, es muy fácil percibir en qué se **diferencia** de la elasticidad física de los cuerpos brutos. Hunter empleó la prueba siguiente para señalar el valor **exácto** de esta diferencia. Córtese, ó descúbrase solamente **una** arteria en un animal vivo, se verá disminuirse y **acortarse** por grados su diámetro al punto de no permitir **paso** alguno á la sangre. Si permanece en este estado de **contracción** hasta que el animal perezca, y despues de su **muerite** se extiende violentamente mas allá de los **términos** de dilatación natural, se contrae de nuevo y con **prontitud**; pero siempre se detiene en el punto de **contracción** que **resulta** naturalmente de su elasticidad, la qual es **muy inferior** á aquella de que la arteria parecia susceptible **durante** la vida. Reducida de este modo la arteria á la **contracción** dependiente de su elasticidad, habiendo **perdido** toda la que debia al principio de vida, conserva **un diámetro** mayor que si retuviese todavia su **contractilidad** vital; y el exceso del diámetro de la arteria **muerta**, comparado al de la arteria viva, da la medida **rigorosa** de la fuerza contractil, que el célebre Hunter **identifica** con la fuerza muscular (1).

Los límites respectivos de la **elasticidad** y la **contractilidad** estan señalados de un modo **tan** delicado, que nos vemos sin cesar tentados á **confundirlos**. Hunter, á pesar de su excelente juicio, me **parece** haber cometido esta falta, prescribiendo algunas **veces** reglas arbitrarias sobre las relaciones mútuas de estas **dos** fuerzas en la mis-

(1) Hunter, obra y diar. cit.

ma clase de animales. Estamos sin duda muy distantes de tener un conjunto de pruebas suficientes para afirmar, como él lo hace, que la fuerza elástica y la fuerza contractil de las arterias obran á veces de concierto y en las mismas proporciones; pero que de ordinario estan en razón inversa, y son recíprocamente antagonistas una de otra. Aunque la elasticidad predomine en los gruesos troncos arteriales, y la contractilidad en los vasos capilares, estas fuerzas no tienen entre sí otra cosa de comun que pertenecer ambas á órganos compuestos de materia: no conservan otras relaciones de oposición ni de semejanza, y cada una observa su modo particular de obrar, que es enteramente extraño para la otra.

La movilidad es pues un atributo de los vasos como de todas las partes vivas, y principalmente de las fibras musculares que entran en la composición de una de las tunicas arteriales. No se puede negar esta propiedad á los vasos pequeños, por donde la sangre corre y circula en virtud de su fuerza motriz propia, é independiente de la impulsión del corazón, cuyo poder no se extiende tan léjos (1). Hay circunstancias morbosas en que la pulsación de dos arterias diferentes corresponde á tiempos diversos; las hay tambiea en que las del corazón no coinciden con las de las arterias, lo que demuestra en estas últimas la facultad de moverse y de latir por sí mismas. La aplicación de los tópicos estimulantes, las fricciones, el calor, excitan las arterias mínimas y causan en ellas oscilaciones rápidas, que no inducen mudanza alguna en el ritmo natural del pulso: demostración cierta de que estos movimientos oscilatorios no son producidos ni por las fuerzas impulsivas del corazón, ni por las de la sangre. Las substancias astringentes, el frío, la calentura, las vivas emociones del ánimo, detienen las hemorragias obligando á contraerse á las extremidades vasculares.

(1) Prochaska, *Controv. question. fisiol. quæ vires cordis, &c.* Viena, 1778, 8.º

Quando en un animal poco ántes de morir llega á cesar la pulsacion del corazon y de las arterias, la sangre continúa todavía moviéndose irregularmente en todas suertes de direcciones ácia las extremidades capilares, las quales le imprimen un resto de su propio movimiento. Haller ha observado, que despues de haber vaciado el corazon, ó ligado completamente los vasos mayores, la sangre corria por los menores, y siempre con corta diferencia como corre por ellos en el estado ordinario; vió tambien que era posible reanimar ó restablecer su movimiento quando se debilitaba ó iba á extinguirse, aplicando sobre los vasos diversos medios de irritacion (1); y no es fácil concebir cómo con semejantes testificaciones se atrevió Haller á negar la irritabilidad del sistema vascular, y deducir exclusivamente de las fuerzas impulsivas del corazon la causa ó el agente único de la circulacion de los fluidos.

Para convencerse plenamente de que las arterias se contraen y se dilatan en virtud de una propiedad inherente á sus paredes, bastaría solo reflexionar sobre el objeto ó fin de esta doble accion. Porque supuesto que deben recibir é impeler la sangre, es preciso que se dispongan á admitir este fluido por el movimiento que las dilata y las abre, expeliéndole despues por el que las contrae y las cierra. De aquí se infiere que obran ántes de que la sangre entre en sus cavidades, que se prestan por sí mismas á esta accion, y como decia Galeno, que no se dilatan porque la sangre penetra en ellas, sino que la sangre penetra porque se dilatan (2).

A esta reflexion evidente y juiciosa añadía Galeno un experimento. Escogía una arteria gruesa, y poniéndola al descubierto, cortaba los ramos que comunicaban con las partes vecinas; hacia despues en ella una fuerte liga-

(1) Haller, *Op. min.* Mem. sobre el movim. de la sangre. Spallanzani, *de Fenomen. de lla circolazione osservata*, &c.

(2) Galeno, *de Administ. anat. de art.*

dura, y á alguna distancia del parage ligado é inferiormente, la abria segun su longitud para introducir en su cavidad un tubo, cuyas paredes no tuviesen mucho grueso, de suerte que el calibre de la arteria no se disminuyese notablemente; quitaba luego la ligadura, y observaba que las pulsaciones de la arteria se executaban como de ordinario en toda su longitud. Si apretaba con fuerza las paredes de la arteria contra el tubo introducido en su cavidad, las pulsaciones se extinguian en toda la porcion de arteria que estaba por baxo de la ligadura, aunque la sangre continuase circulando por ella (1). La fuerza motriz pertenece pues al tejido de los vasos, y no á la sangre que corre por ellos, puesto que para suspender el efecto de esta fuerza basta obrar sobre su tejido, y poner obstáculos á sus movimientos.

Sé muy bien que Haller y sus discípulos no quieren reconocer en los vasos principio alguno de irritabilidad, alegando para esto varias tentativas hechas con diferentes especies de estímulos, á cuya irritacion no se excitaban jamas las tunicas vasculares. Pero á estos experimentos se pueden oponer los de Bianchi, Baglivio, Vandembos, Krause, Lancisi y Verschuir, los quales las han visto contraerse quando se las irritaba con los venenos, los cáusticos y el yerro (2). El origen de esta contrariedad aparente viene del principio general de que todos los órganos son irritables cada uno á su modo, es decir, que cada qual posee su irritabilidad particular y específica. Así, los vasos tienen su irritabilidad específica, que solo se pone en accion á la presencia de sus estímulos apropiados, y que no siendo la misma que la de los mús-

(1) Galeno, *de Administ. anat.* lib. 2. Vesalio, Harveo, Vieussens, Schulze. Véase una Disertacion de este último, *de Elast. effect.*

(2) Verschuir, *de Arter. et venar. vi irritabili ejusque in vasis excessu et inde orienda sanguinis directione abnormi.* Goting, 1766. Kramp, *de Vi vitali arter.*

culos, no puede seguir las leyes de la irritabilidad muscular.

Los vasos en nada se diferencian de los otros órganos en quanto á la facultad de nutrirse, desarrollarse, crecer y reproducirse; se nutren, asimilando las partes de las substancias alimenticias que les son análogas; se desarrollan, distribuyendo con orden las que han asimilado á su organizacion; crecen, ya dando una extension forzada á estas partes, ya añadiendo á ellas otras nuevas que les son semejantes; se regeneran, produciendo una substancia semejante á la suya que retiene sus propiedades, sus caractéres, y que en lo sucesivo puede exercer todas las funciones de la substancia perdida que reemplaza. La regeneracion de los vasos, considerable despues de la operacion del aneurisma, da una prueba y un exemplo de lo que acabamos de asegurar.

La nutricion del cuerpo animal tiene tan íntimas relaciones con el movimiento de los vasos, que se ha creído mucho tiempo poderla mirar como efecto inmediato de las pulsaciones repetidas que las partes experimentan de ellos. Pero desde luego se hubiera debido advertir, que teniendo los vasos mismos necesidad de nutrirse, seria preciso admitir en esta hipótesis otros vasos para nutrir á aquellos, y este progreso de vasos sucesivos para nutrirse los unos á los otros, procediendo hasta el infinito, traeria consigo un absurdo así en los términos como en las cosas. Acaso podriamos decir con mucha mas razon que el sistema vascular es el instrumento mas activo de la descomposicion de los cuerpos vivos; pues los animales que tienen mas energía en este sistema sienten en general la necesidad de alimentarse y reponerse de un modo mas imperioso y mas frecuente; al contrario los que son de una textura blanda, linfática, mucosa, y no tienen ni corazon ni vasos, parecen descomponerse con ménos velocidad, pues que la necesidad de nutrirse es en ellos ménos urgente, y no consumen para reparar sus pérdidas habituales mas que una cantidad muy corta de

alimentos (1). Pero esto es suficiente sobre una cuestión que ofrece tantos atractivos para forjar hipótesis, y que por otra parte tendrá su lugar en el tratado de la nutricion (2).

Mas no puede negarse que uno de los usos del sistema vascular sea el de cooperar á la serie de funciones por las cuales se repone ó se alimenta el cuerpo del animal; porque el movimiento de los vasos y la circulacion de la sangre llevan los xugos nutritivos á todos los puntos de la máquina. Estos xugos distribuidos por los vasos, reciben en ellos otras preparaciones ulteriores que los disponen mas y mas á contraer las qualidades nuevas de los órganos en que van luego á convertirse. Así vemos que quando esta distribucion se impide, quando la sangre no circula ya en un miembro, quando la continuidad de sus vasos se halla interrumpida por una seccion ó una ligadura; el miembro dexa de nutrirse, y el marasmo, la consuncion, la atrofia, se siguen siempre á la pérdida de alguna rama esencial del sistema vascular.

La produccion del calor animal pertenece mucho mas directamente á este sistema, el qual tiene una conexión muy estrecha con los órganos pulmonales, donde los elementos del calor se reunen y se preparan. El volumen, fuerza, situacion y estructura del corazon difieren, como se sabe, en los animales de sangre fria y en los de sangre caliente. Los pulmones ofrecen asimismo diferencias notables que corresponden á las del corazon, y son tambien relativas en cada especie á su grado natural de temperatura. Un corazon entero de dos aurículas y dos ventrículos va siempre acompañado de pulmones dobles, anchos, extensos, robustos, cargados de vasos, y colocados profundamente en el torax. Tal es la co-

(1) Willis de Anim. brut. J. Ray, Sinops. anim. exang. Linc. Sistem. nat. Murray, Opusc. med. lib. 1. Blumembach, Fisiol. comp. int. anim. calid. et frigid.

(2) Véase tom. 3, part. 5, sec. 1.

mun prerogativa del hombre, de las aves y de los mamíferos, animales cuyo calor excede mucho al temple del medio en que habitan. En estos el sistema vascular obtiene tambien un desarrollo pronto y considerable.

Descendiendo de estas especies á los reptiles, peces, testaceos, insectos y gusanos, vemos que el calor animal decrece en todas ellas; que al mismo tiempo la estructura del corazon viene á ser mas simple, el número de sus cavidades menor, al paso que los órganos pulmonales experimentan mudanzas semejantes, que limitan mas y mas su volúmen, simplifican su tejido, y los reducen en fin en los seres del último orden, á las formas poco aparentes de los estigmas y las traqueas (1). La disminucion progresiva de temperatura trae consigo una disminucion igual de todo el sistema vascular, que siendo ya muy corto en los testaceos y los insectos, desaparece y se borra enteramente en los gusanos, los zoofitos y las plantas.

La influencia del sistema vascular en el calor vital es tan poderosa y universal, que no solamente varía el estado de este sistema en muchas especies de animales en razon de la temperatura, sino que en un mismo individuo y en una misma especie, estas dos cosas (los vasos y el calor) se desenvuelven siempre en razon directa una de otra. El sistema vascular dominado por los sistemas nervioso, linfático y visceral durante la infancia, adquiere un cúmulo de energía, y llega por último á predominar, quando el trabajo de la pubertad trae la revolucion tempestuosa de la adolescencia. En la misma época crece la intensidad del calor, y su distribucion se hace mucho mejor (2). La calentura y las enfermedades inflamatorias tienen esto de comun entre sí, que el sistema vascular arterial principalmente in-

(1) Tom. 2, part. 4, sec. 1, cap. 2. t. 3. part. id. sec. 2, cap. 2.

(2) Tom. 1, sec. 2, cap. 3,

teresado, peca por un exceso de fuerza, de vigor y de tono en alguna de sus partes ó en su todo (1). El carácter distintivo de estos dos órdenes de afecciones es tambien el de producir un calor mas ó ménos vivo, mas ó ménos molesto, mas ó ménos irregular, mas ó ménos ardiente, &c.

El testimonio de la experiencia corrobora estas pruebas generales, que por lo demas serian suficientes para lo que queremos establecer aquí. Si se comprime el tronco principal de una arteria, la frialdad se apodera del miembro donde iban á distribuirse las ramas de aquel tronco. El mismo accidente sobreviene si se practica en él la ligadura ó la seccion. En la operacion del aneurisma se quita una porcion de la arteria; se corta su continuidad; se destruye su influencia en las partes inferiores al parage cortado: entónces las pulsaciones se extinguen en aquellas partes que estan situadas por baxo de la arteria en que se hizo la operacion, y todas las que recibian ramos y sangre de ella, pierden prontamente su calor con el ejercicio del sentido y del movimiento. Es cierto que en lo sucesivo se animan, se vivifican y se calientan de nuevo los miembros que se habian marchitado por falta de arteria despues de la operacion; porque la naturaleza, acostumbrándose á su pérdida, la suple por medio de las arterias colaterales que con el tiempo vienen á ser otros tantos conductores suficientes para esparcir la vida y el calor. Este era el caso del enfermo de que habla Morgagni, que habiendo perdido una porcion considerable de la arteria braquial, volvió á cobrar poco á poco el movimiento del pulso y la fuerza del brazo. Molinelli tuvo ocasion de abrir el cuerpo de este hombre, muerto treinta años despues, y halló dividida la arteria braquial en dos partes, superior é inferior, las cuales no te-

(1) Una expresion feliz de Pinel indica bien la naturaleza de las enfermedades inflamatorias, á las quales les da el nombre de *angiotécnicas*. Véase Nosogr. filos.