

modo parecen ser susceptibles de locomoción, y que aun entre los mas considerables hay algunos cuyo cuerpo está tan fixo en su situacion por medio del tejido celular, que no es fácil poderlo separar ó desviar de ella. *Weitbrecht* exige en su hipótesis, que la sangre enviada por la contraccion del corazon dilate las arterias para que salgan de su lugar, aunque esta dilatacion le parezca imposible, y desde luego reconozca su imposibilidad. *Schreiber* le tachia de contradiccion en esto, y su objecion no tiene réplica, al ménos respecto de los grandes troncos arteriales como el de la aorta, en donde seria mas difícil obtener un grado conveniente de dilatacion.

Otro de los defectos de esta hipótesis, que *Schreiber*, *Haller* y *Lamure* han refutado, es estar fundada en hechos inciertos, en principios equívocos, y en suposiciones arbitrarias; porque en ella se asegura sin prueba suficiente, que las arterias no laten todas á un mismo tiempo, que no executan sino pulsaciones parciales; que se llenan siempre antes de moverse para mudar de lugar, &c. Es mas verosímil, que siendo la pulsacion y el movimiento de locomocion efectos de la fuerza viva que se halla distribuida por todas las porciones del sistema arterial, puedan ocupar tanto uno como otro el conjunto del sistema vascular á un tiempo, ó repartirse sucesivamente por cada tronco y cada rama de este sistema, apoderarse de todas las arterias, ó fixarse de una vez en una sola; para producir en ella el movimiento de locomocion, aunque la sangre no las haya llenado primero.

La mutacion que *Lamure* hizo despues en las ideas de *Weitbrecht*, allana una buena parte de estas dificultades; pero suscita otras no ménos sólidas, á las quales creo no sea fácil responder. Esté profesor de *Mompeller*, habiendo admitido el movimiento locomotorio de toda la arteria, buscó su causa en el movimiento de sistole ó contraccion del corazon, que se difunde por el sistema

arterial y le subleva totalmente. Observó en favor de su idea, que la pulsacion de las arterias era simultanea con la contraccion del corazon, y que la primera debia ser efecto de la segunda, puesto que las arterias nunca laten quando estan separadas del corazon, en lugar que este se contrae y pulsa muchas veces, aunque esté aislado y separado de las arterias (1).

Pero esta explicacion no ofrece mas que una pura hipótesis en que la sangre se ve despojada injustamente de toda influencia sobre los vasos; lo que los hechos y los experimentos parecen desmentir. Es imposible por otra parte considerar el movimiento de locomocion de las arterias, sin ver que se contraen y se dilatan al mismo tiempo; ¿por qué pues el movimiento de contraccion y de dilatacion no será el que las hace salir de su lugar? En fin es una asercion gratuita decir, que las arterias no se mueven quando dexan de estar unidas al corazon, pues se nota que laten en los animales que carecen de este órgano.

En muchos experimentos que alega *Lamure*, la ligadura que interceptaba la continuidad del sistema arterial no impedía que se observasen las pulsaciones de la parte cuya conexion directa con el corazon estaba interrumpida.

El examen crítico de las hipótesis que acabamos de exponer, nos convida á elegir, si es posible, una teoría que no tenga ninguno de sus defectos, y por la qual no sea tan fácil caer en ninguno de los inconvenientes que contra ellas hemos objetado. Acaso nosotros no acertáremos tampoco á romper enteramente el velo que cubre el mecanismo de que se sirve la naturaleza para obrar la accion de los vasos y del corazon; pero procuráremos á lo ménos llegar á establecer alguna cosa ménos conjetural y mas verosímil que lo que hasta ahora se ha hecho.

Antes es necesario tener presente, que el corazon y

(1) *Lamure*, Investig. sobr. la pulsac. de las arter. p. 83.

los vasos tienen de suyo inclinacion al movimiento por un efecto propio de sus fuerzas y de su vitalidad. Pero es preciso que esta tendencia se ponga en acto por un principio excitador. Trátase pues de buscar este principio, y explicar cómo produce la excitacion del sistema vascular.

Del mismo modo que los órganos vivientes tienen poder para obrar á ciertas distancias, y esparcir al rededor de ellos una atmósfera de vida, de sentimiento y de actividad; del mismo modo que en el cuerpo animal hay partes que aunque distantes se comunican mutuamente sus afecciones, y la influencia de las unas en las otras se extiende mucho mas allá del punto en que se tocan; en fin, así como las fuerzas de un centro de vitalidad animan, excitan, desarrollan las funciones de todas las partes comprendidas en su esfera, obrando en ellas desde muy léjos; así tambien la sangre en su curso progresivo obra de otra manera que por un simple y material contacto, llevando consigo y comunicando á toda su circunferencia impresiones vivíficas que la preceden y la acompañan de todas partes. Cada glóbulo de sangre, para servirme de una expresion metafórica bastante representativa, está como cercado de una atmósfera de vapores ó de emanaciones sanguineas, mediante la qual trasmite á largas distancias la excitacion y la vida. Admitiendo pues que la propiedad de estimular los vasos y el corazon sale de la sangre, podrá concebirse que se propaga y se extiende, por decirlo así, enviando rayos ácia todas las partes situadas dentro de la misma esfera.

De este modo se evitarian las contradicciones y los vicios de las teorías usadas, en que se contentan sus sectarios con explicar este fenómeno refiriéndolo todo á la presencia, choque, ó presion de la sangre, al movimiento subsultorio y locomotorio de las arterias, á alguna fuerza oculta de sus paredes, y á otras causas semejantes que no dan razon de nada. Aquí reconocemos una movilidad propia, inherente á las arterias, y esta

fuerza ó potencia que las contrae y las dilata alternativamente, puede ser excitada por todos los estímulos convenientes. Estos estímulos no hacen mas que realizar una série de acciones, que podrian hallar en la necesidad misma del animal una causa bastante determinante, aunque en rigor puedan executarse sin su socorro.

Creemos á la sangre capaz de excitar con ventaja estos órganos al movimiento, no por una impulsión física ó una qualidad química, sino por una expansion activa, una facultad vital, que se hace sentir á distancias mas ó menos remotas; de suerte que el principio estimulante expansivo de que la sangre ofrece una atmósfera que la rodea de todos lados, puede mover sucesivamente, en virtud de su fuerza expansiva independiente del contacto, todos los puntos del sistema vascular aun ántes de que el fluido mismo toque en ellos. Así el corazon ó los vasos para contraerse ó dilatarse no tienen necesidad de estar actualmente penetrados de sangre; basta que reciban la impresion estimulante del principio por el qual este líquido envia, distribuye, vibra rayos de su accion sobre todas las partes contenidas dentro de los límites de su esfera.

Despues de haber expuesto nuestra teoría, y mostrado en qué parece preferible á las demas, veamos ahora las razones que deben servirle de pruebas.

La primera se deduce de la analogía que hay entre el modo de obrar de las partes vivas que exercen su accion á grandes distancias, y el que nosotros atribuimos á la sangre. Estos dos fenómenos son absolutamente del mismo orden; por lo mismo conviene admitirlos juntos, y emplearlos cada uno en la explicacion de aquellos hechos que puedan depender de él.

La segunda analogía está en que todos los humores despiden ácia su circunferencia la impresion de sus qualidades particulares, las quales se transmiten á los órganos situados cerca de aquellos en que se preparan. Así la bilis y el semen imprimen su carácter en todo lo que existe á

alguna distancia de los testículos y del hígado, como con fundamento nos lo convencen el gusto, el olor y las sensaciones propias de todas estas partes. La sangre misma se modifica, y muda de naturaleza al llegar ácia el cerebro, los pulmones, el mesenterio, el hígado, los testículos, &c. ¿Pues por qué el corazón y los vasos no podrán experimentar tambien por analogía un movimiento sucesivo á la aproximacion de la sangre?

La tercera razon á favor de un principio sutil expansivo, derivado de la sangre para estimular los órganos con que no está en contacto, es que en los hombres y los animales en quienes este líquido es susceptible de una grande expansibilidad, el corazón y las arterias pulsau mas veces y mas á menudo que en los que se hallan cargados habitualmente de una cantidad muy abundante de él. La vivacidad y frecuencia de las pulsaciones se aumentan por la emision acelerada del principio estimulante; se disminuyen y cesan en las personas inactivas, en los viejos, en los enfermos, y siempre que perdiendo el fluido su vitalidad viene á ser ménos capaz de dilatabilidad y de expansion.

Reflexionando un poco sobre las analogías que parecen establecer la verisimilitud de mi explicacion, comencé desde luego á sospechar, que acaso podria llegar á confirmarla con algunas pruebas experimentales. En consecuencia resolví consultar con cuidado el efecto de la sangre en los vasos de un animal vivo, y sobre esto entablé un plan de observaciones y experimentos, que suplico á los fisiólogos se tomen el trabajo de repetir quando se les presente ocasion.

Primer experimento.

Se escoge una arteria de grueso calibre, como por exemplo, la crural; se separa de las partes adyacentes, se destruyen cuidadosamente las ramas colaterales, y se

practican á cierta altura una ó dos aberturas laterales. Despues se introducen por estas aberturas uno ó dos tubos que dexan salir la sangre de cada lado quando conviene, y se liga la arteria á tres ó quatro pulgadas por cima de la insercion de los tubos. Entónces la parte comprehendida entre estos y la ligadura se vacia, y se ven cesar las pulsaciones de la arteria por baxo de los tubos; pero continúan todavia hasta dos ó tres pulgadas por baxo de la ligadura: prueba evidente de que la sangre obra superiormenté al punto ligado de la arteria hasta la distancia de dos ó tres pulgadas mas allá del punto en que dexa de correr. Si se afloxa la ligadura, y se permite que la sangre vuelva á tomar su curso ácia los tubos, sucederá que este fluido ántes de salir por su abertura reanimará las pulsaciones de la arteria hasta dos ó tres pulgadas por baxo del parage en que estan colocados los tubos.

Segundo experimento.

Líguese una arteria considerable, y en la parte superior á la ligadura introdúzcase un tubo, torciéndolo de modo que se insinúe tambien en la parte inferior á ella: habrá pues entre los dos orificios del tubo una porcion de arteria que no recibirá sangre, y aun se podrá vaciar enteramente por medio de una incision toda la que haya quedado en ella. Esto supuesto, la sangre llega hasta el orificio superior del tubo, donde se inxiere; pero ántes de entrar en él excita pulsaciones á alguna distancia mas abaxo. Si el orificio inferior está muy desviado, se dará un término mas allá del qual cesarán las pulsaciones que ántes ocasionaba la sangre aplicada al orificio superior.

Tercer experimento.

¿Sucederia esto mismo en el corazón, si se pudiese impedir la entrada de la sangre en las aurículas, procurando su salida por tubos convenientemente adapta-

dos? ¿Se daría también allí cierta distancia, desde donde la sangre continuaria vibrando su acción sobre el corazón, mientras que está cesaria enteramente á una distancia mayor? ¿Seria posible aumentar ó debilitar, acelerar ó retardar los movimientos de dicho órgano, deteniendo la sangre á distancias mas ó ménos inmediatas á él en las venas cavas ó pulmonales? Hasta ahora no he emprendido verificar este experimento; pero la analogía me obliga á declararme por la afirmativa.

A medida que se vayan multiplicando las pruebas de este género, mi opinión se irá confirmando mas y mas. Entónces se persuadirá qualquiera, que la fuerza estimulante de la sangre no está limitada solamente al punto de contacto, que abraza una esfera mas extensa, y que puede sentirse de todos lados y por todos los puntos que sus emanaciones sobre manera expansivas pueden tocar. De aquí se sigue una consecuencia que tiene ayre de paradóxa, aunque en el hecho sea una verdad pura, y es que las diferentes porciones del sistema vascular y del corazón sucesivamente estimuladas, no se ponen en movimiento á la ola de sangre que las toca cada una actualmente; sino mas bien por la que precede y la que se sigue: conclusion legítima, ya sea que todas las partes de este sistema pulsen al mismo tiempo, ya que experimenten sus pulsaciones de un modo sucesivo y parcial. Citarémos otro experimento en apoyo de esta asercion.

Quarto experimento.

Si en una arteria gruesa se hacen tres ligaduras distantes una de otra quatro pulgadas, la porcion de arteria comprehendida entre la primera y segunda ligadura dará pulsaciones todavia, como Lamure y Lafosse lo habían observado en Mompeller (1). Pero una

(1) Véase anteriormente el capítulo 4.

cosa que no advirtiéron ellos, es que la pulsacion se sostiene aun despues de haber dado salida á toda la sangre contenida en la porcion intermedia, y se sostendrá mientras haya alguna en las porciones superiores é inferiores, de las que esta no está separada sino por medio de las ligaduras; por último se extinguirá solamente á cierta distancia, si se impide ó se intercepta el paso de la sangre por cima ó por baxo de ellas. En este caso no se podrá producir el movimiento en la arteria puesta entre las dos ligaduras por el choque ó la presión de la sangre, pues que subsiste aun despues de la expulsion completa de este líquido; pero depende mas bien de un principio sutil, expansivo, derivado de la sangre misma, que las partes superiores é inferiores hacen penetrar en ella, á pesar de los obstáculos de las ligaduras.

Para dexar sobre esto las ménos dudas que fué posible, me valdria si tuviese tiempo, de las observaciones y los experimentos que se han hecho con otras miras; y aunque haya puesto en los míos toda la atención de que soy capaz, sin embargo les daría mucha mas autoridad apoyándolos con los de algunos observadores conocidos y dignos de fe. Podria recurrir principalmente á las curiosas investigaciones de Rosa y Moscatti, que se han ocupado mucho del fluido expansivo contenido en las arterias, al qual han querido hacer representar en la economía animal un papel tan importante (1). Los trabajos de Haller, de Spallanzani, de Hunter y Prochaska suministrarian tambien muchas pruebas experimentales á mi explicacion (2). Se ha repetido muchas veces el experimento

(1) *Letter. Physiolog. del caval. Michele Rosa con osservat. ed experiens. sul sang. fluid., &c. del sig. Pietro Moscatti. Nap. 1788.*

(2) Haller, Mem. sobre el movim. de la sang. Spallanzani, Experim. sobre la circulac. Hunter, Sobre la sang. y la inflam. Prochaska, *Controv. quæst. Physiol. quæ vires cordis, &c.*

de Galeno al modo de Vieussens, es decir, tapando el tubo con un poco de esponja para detener el curso de la sangre, y se ha visto renacer la pulsación por baxo de la ligadura luego que se quitaba la que habia por cima del tubo, aun quando este quedase cerrado por la esponja.

El movimiento del corazon y de los vasos pide, como el de los músculos, muchas condiciones que son necesarias para su exercicio y para su duracion.

1.º Aunque la libre comunicacion de estos órganos con el cerebro por medio de los nervios no sea tan indispensable como parece serlo para los músculos voluntarios; sin embargo la integridad del sistema nervioso es una disposición importante, que sin concurrir tan esencialmente á su accion, debe favorecerla y sostenerla. Ens, Kaan Boerhaave, Bonh, Varignon, Berger y Whytt, han probado con experimentos directos, que se pueden excitar, aumentar y reanimar los movimientos del corazon, irritando el cerebro, la médula oblongada y los nervios cardiacos. Aleton, Whytt y Zimmermann confirmaron los efectos de la influencia nerviosa sobre el corazon, quando mostraron quàn sensible es este órgano á la impresion del opio y de las substancias que afectan mas especialmente los nervios. La irritacion metálica empleada segun el método de Galvani, es mas lenta y mas débil sobre el corazon; pero sin embargo tiene bastante fuerza para producir en él pulsaciones convulsivas y repetidas.

Una condicion esencial quando ménos, tanto á la duracion como al orden y buena armonía de los movimientos del corazon, es que este esté unido al sistema vascular por la conexiõn que tiene con los grandes troncos de las arterias y de las venas.

3.º La accion de los vasos exige igualmente que esten sometidos á la influencia del corazon, y que en cierto modo hallen en él su centro y su punto de apoyo.

4.º Es necesario que el corazon, para obrar como conviene, experimente á lo ménos á cierta distancia, el efecto estimulante de la sangre así arterial como venosa.

5.º El texido de las arterias y del corazon debe tener un grado medio de cohesion, igualmente que cierto grado de rigidez y de tension, para ceder de un modo ventajoso y fácil al movimiento.

6.º Debe gozar tambien de una libertad conveniente en las membranas ó tunicas celulares de que está cubierto.

7.º Las fuerzas del sistema arterial deben estar en estado de luchar contra las del corazon, y recíprocamente; para lo qual es preciso suponer entre ellas una especie de proporcion tal, que se contrabalanceen y se equilibren las unas con las otras.

CAPITULO VI.

De la sangre contenida en los vasos; de su direccion por las arterias y las venas; de su fuerza de pesantez ó de gravedad; de su volumen y su masa; cálculos sobre la cantidad de este fluido en circulacion; de sus diferencias en las arterias y en las venas; de su velocidad absoluta y relativa, &c.

No trataremos en este capítulo ni de la naturaleza de la sangre, ni de su composicion, ni de sus qualidades. Vamos solamente á considerar este fluido en masa, á exâminar si en el estado de vida llena todos los vasos del animal, ya sean estos arteriales ó venosos, ya anchos ó estrechos, ya esten distendidos ó deprimidos, &c., y valuar por último, en quanto nos sea dado, la cantidad, volumen, peso y diferencias sensibles de la que se halla actualmente en circulacion.

En primer lugar consta ciertísimamente que las arterias roxas, miradas de mucho acá como producciones del corazon, contienen sangre pura, y no un li-