

CAPITULO V.

Opiniones sobre la causa de los movimientos del corazon y de los vasos; nueva teoría de estos movimientos; condiciones necesarias para su ejercicio.

Es una fatalidad inherente sin duda á la condición natural del espíritu humano, que siempre haya habido sobre la causa de los fenómenos de la naturaleza, mas hipótesis que combatir que verdades que establecer. El movimiento del corazon y de los vasos es uno de aquellos fenómenos que han acarreado á la ciencia tantas conjeturas como explicaciones arriesgadas. Seria difícil, ó por lo ménos superfluo, dar una razon exácta de todas las opiniones de que parecen estar infectados los libros modernos de fisiología. Aquí las hallará explicadas muy por menor qualquiera que por curiosidad desee tener noticia de ellas, bien que nunca perderia mucho en ignorarlas. Sin embargo entre estas opiniones hubo algunas que metieron mucho ruido y contaron numerosos sectarios; y por esto mismo me imponen la obligacion de examinarlas, aunque no sea con otra mira que la de hacerles perder un poco de su crédito, presentándolas baxo su verdadero punto de vista.

Los antiguos admitieron en el corazon un fuego innato, sutil, invisible, y capaz de enrarecer la sangre quando de la aurícula derecha pasaba al ventrículo. Esta rarefaccion producida por el principio igneo, excitaba el movimiento del corazon, y arrojaba la sangre de este órgano en los vasos (1). Descartes supuso despues, que los ventrículos del corazon estaban llenos de un fermento particular, el qual enrarecia la sangre que á cada contraccion de la aurícula entraba en él. Este fluido así enra-

(1) Hipócrates, *de Diata, de Corde, et alibi.* Erasistrato, Platon, Aristóteles.

recido se precipitaba en la arteria pulmonal y en la aorta (1). El raciocinio de Descartes era especioso. Los latidos del corazon, decia, se perciben en el tiempo de la pulsación de las arterias, esto es, en el instante en que la sangre es expelida de los ventrículos. Pero el corazon no hiere las costillas si no porque aumenta de capacidad ó de volúmen; luego es necesario, concluia, que la sangre salga de los ventrículos en el momento en que estan dilatados, y que por consiguiente no pase á las arterias sino por haberse enrarecido.

La experiencia ha arruinado la opinion de Descartes. En el dia estamos seguros que la sangre es arrojada del corazon por la contraccion de los ventrículos; y aun quando no se pudiese explicar como el corazon choca contra las costillas en su estado de contraccion, esta dificultad nunca probaria nada contra una verdad de hecho. Por otra parte ¿cómo suponer que semejante fermento no obra sino por intervalos alternativos, como seria preciso para corresponder al orden y sucesion de los movimientos del corazon? En fin, por mas atención que los observadores hayan puesto en examinar el estado de la sangre mientras que se mueve de una cavidad á otra, jamas han podido distinguir en ella el menor indicio ó apariencia de rarefaccion. Así resulta á lo ménos indubitavelmente de los numerosos experimentos que Lowero ha prodigado para destruir la hipótesis de Descartes (2).

Willis fué autor de una opinion mas seductiva, que á pesar de los aplausos que recibió al principio, no dexa en el dia de estar generalmente abandonada (3). Este atribuye la accion del corazon, como la de los demas músculos, á la influencia nerviosa solamente. Para esto distingue dos órdenes de nervios, unos constituidos baxo el imperio del alma, y destinados á mover los músculos so-

(1) Descartes, *de Homine, de Format. fetus.* (1)

(2) Lowero, *Tract. de Corde.* (2)

(3) Willis, *Cerebr. anat. de anim. brutor.* (3)

metidos á la voluntad; otros libres de este poder, y encargados únicamente de la accion de las partes en que la voluntad no puede obrar. Los primeros nacen del cerebro, mientras que los segundos traen su origen del cerebello. De este último órden son los que se distribuyen al corazon.

Ya dexamos indicado nuestro modo de pensar sobre esta pretendida distincion de los nervios, que algunos han establecido arbitrariamente (1). Pero aun quando fuese tan verdadera como incierta es en realidad, esto no seria una razon suficiente para limitar la causa de los movimientos del corazon á los nervios derivados del cerebello: porque los movimientos de este órgano se executan en muchas especies de animales, en que el cerebello no se distingue del cerebro, ó si se distingue es solamente por una línea de demarcacion casi insensible.

La opinion de Willis estaria apoyada en un cimiento muy frágil, si para sostenerla fuese preciso alegar con él los hechos observados por Drelincourt, Perrault, Ridley, Vieussens y Hoffman, en los quales se ha visto extinguirse el movimiento del corazon y cesar la vida del animal, en el instante en que la menor causa nociva irrita, hiere, altera, comprime, ó destruye el quarto ventrículo ó el cerebello. Es fácil oponer á esto los experimentos contradictorios de Chirac, de Francisco Petit y de Zinn, por los quales consta que el cerebello puede ser herido profundamente, y aun perder una porcion considerable de su substancia, sin ocasionar repentinamente ni la extincion de los movimientos del corazon, ni la muerte. Los observadores citan á cada paso exemplos de heridas, de obstrucciones, de escirros, de esfacelos, que han ocupado muchos dias consecutivos el cerebello, dexando á los enfermos la facultad de vivir y exercer plenamente todas sus funciones (2). No tenemos necesidad de

(1) Tom. I, part. 3, sec. 1.

(2) Véanse unos y otros hechos en los Elementos de fisiología de Haller, tom. I, pag. 474 y 477.

añadir á esto una cosa sabida de todo el mundo, y es que los nervios del corazon no pertenecen únicamente al cerebello, puesto que el intercostal da una gran cantidad de ramos que se reunen en plexôs al rededor de él.

La misma refutacion se aplica á las hipóteses de Mayow, Vieussens, Ridley y Lancisi, las quales tienen con la precedente analogías mas ó ménos inmediatas (1). Este último pretendia que los movimientos no voluntarios del corazon, de los pulmones, del estómago y de los intestinos eran debidos al modo difícil y lento con que el fluido nerveo corria de dichos plexôs complicadísimos ácia estos órganos, siguiendo una direccion sembrada de obstáculos, de que la voluntad no podia triunfar. Asociaba á esta idea puramente hipotética la de un principio estimulante, producido por el calor y las partes volátiles de la sangre, el qual obraba á la similitud de un aguijon en las fibras musculares y nerviosas. Pero estas son causas auxiliares, que faltan en muchos animales, y á las quales no se puede atribuir de un modo exclusivo la accion natural y no interrumpida del corazon.

Lowero consideró el corazon y el cerebro como dos máquinas antagonistas, que obraban recíprocamente una en otra segun una correspondencia tal, que el cerebro ponía en movimiento el corazon, y este excitaba la accion y movimiento del cerebro (2). A pesar de la insuficiencia de esta opinion, no dexa sin embargo de tener una ventaja preciosa sobre las otras, por quanto establece la influencia mútua del corazon y del cerebro, que en el dia se cuenta entre el número de las verdades fisiológicas mas importantes y mas fecundas.

Borelli, cuyos raciocinios sobrecargados de cálculos, no siempre tuvieron la precision y la exáctitud ma-

(1) Mayow, de Spirit. anim. de Respirat. Biblioth. anat. de Manget. Vieussens, Neurograf. Id. Trat. del corazon. Lancisi, de Cord. et aneurism.

(2) Lowero, Op. cit.

temáticas, se contentó con buscar la causa de los movimientos del corazón en una efervescencia imaginaria de los espíritus animales con la sangre (1). No hizo pues otra cosa que añadir á la hipótesis de Descartes otra hipótesis mas, determinando la naturaleza del fermento imaginado por el filósofo frances; hipótesis que no puede subsistir contra las razones convincentes, con que en otra parte hemos combatido la del fluido nervo (2).

En la doctrina de Stahl todos los fenómenos de la economía animal eran dirigidos por el alma, que aplicaba sus fuerzas á usos determinados y previstos. El mismo principio sostenia la acción del corazón, sin alterar en nada ni su permanencia ni su continuidad, pues que la juzgaba tan necesaria á las necesidades de la vida, que no se podía interrumpir ó suspender aun durante el sueño, donde su activa vigilancia presidia (3). Se afirmaba en esta hipótesis que los movimientos del corazón eran libres y arbitrarios como los de los demas músculos, citando en prueba el exemplo del capitán Towshend, que detenia ó moderaba á su gusto las pulsaciones del suyo. Una explicacion tan modesta está muy lejos de satisfacer, pero anuncia la expresion simple y fiel del fenómeno; y esta reserva laudable hubiera debido evitar á Stahl las censuras amargas de sus antagonistas y de sus ribales.

Contra esta hipótesis se ha objetado, que la acción del corazón no dexaba despues de ella aquel sentimiento interior, por el qual tiene el alma conocimiento ó consciencia de todas sus operaciones. Siendo pues este conocimiento, segun Locke, como la característica de los actos del alma, aquellos en que no se manifiesta deben ser independientes de su poder. Los Estalianos han respondido á esto, que el habito y la repeticion de los

(1) Borelli, *de Mot. anim.* Bibliot. anat. de Manget.

(2) Tom. 1, part. 3, sec. 1, cap. 8.

(3) Stahl, *Theor. med. ver.* Junker, *Conspect. fisiol.*

mismos actos borraban en el alma este sentimiento interior; insistiendo en la analogía de muchos movimientos voluntarios, de que el alma á fuerza de habito no conserva consciencia ó idea alguna, y en el efecto necesario de algunas afecciones que existen en ella las mas veces sin saberlo. A pesar de los ratiocinios especiosos de sus defensores, en el dia estan desterradas de la ciencia estas teorías fundadas en las determinaciones libres y premeditadas de un principio inteligente, como lo estan todas aquellas que se habian establecido antes sobre las leyes rigurosas de la fisica y de la química.

Todas las teorías de Boerhaave ofrecen, como se sabe, el colorido de estas últimas, manifestándose bien claramente en la hipótesis imaginada para explicar la causa de los movimientos del corazón (1). Esta causa, segun él, era el fluido sutil animal que corria por los nervios. La contraccion del corazón se verificaba necesariamente, siempre que recibia una cantidad suficiente de espíritus animales por los nervios, y de sangre por las arterias coronarias. La dilatacion formaba una verdadera parálisis, la qual sobrevenia tambien necesariamente siempre que se impedia el afluxo ordinario de la sangre y de los espíritus en la substancia de dicho órgano. Quando el corazón se contrae, decia Boerhaave, la sangre llena, distiende y comprime los vasos mayores; y como los nervios principales del corazón pasan entre estas arterias, se sigue que deben comprimirlos por su distension. Entónces dexan de obrar, y este defecto de acción determina en parte la relaxacion. Ademas, el impulso de la sangre aplica las válvulas de la aorta contra sus paredes, echándolas ácia el orificio de las arterias coronarias que quedan cerradas completamente por ellas; de suerte que impidiendo el curso de la sangre por la substancia del corazón, este cae necesariamente

(1) Boerhaave, *Inst. rei med. cap. de Circulat. Comment.* de Haller.

en parálisis; lo que ocasiona también el estado de dilatación, que debe subsistir hasta que contrayéndose la aorta por su elasticidad natural, restituya su libertad á las arterias coronarias y á los nervios.

Discurriendo de esta misma manera, pudiéramos explicar nosotros un fenómeno absolutamente contrario á lo que se observa en la acción del corazón, demostrando con iguales argumentos, que este músculo nunca debe dilatarse. Diríamos pues: quando el corazón se contrae, la sangre llena, distiende y comprime las arterias mayores; es así que los principales nervios del corazón pasan por entre dichas arterias; luego deben ser irritados por su impresión; esta irritación los obliga á obrar, y su acción continua impide en parte el que se verifique la relajación. Ya hemos indicado este método filosófico de las inversiones para hacer juicio de las buenas ó malas teorías: si la explicación de un fenómeno se acomoda igualmente al mismo fenómeno en sentido inverso, es claro que no vale nada (1).

Mucho tiempo ha que se ha dicho, que ni aun la compresión total de los nervios del corazón interrumpe sus movimientos. Porque se ha probado: 1.º, que cortando la mayor parte de estos nervios, el corazón no dexa de contraerse y de latir: 2.º, que irritándolos, las contracciones no vienen á ser ni mas rápidas ni mas violentas: 3.º, que segun su posición es imposible que nunca sean tocados ó comprimidos por la aorta. Se sabe así mismo que el origen de las arterias coronarias está mas allá de las válvulas semicirculares, y de consiguiente que estas al desplegarse no pueden cerrar su abertura. Ultimamente consta que el corazón arrancado del animal, subtraído á la influencia del cerebro, separado de los vasos y de los nervios, continúa contrayéndose por sí mismo sin tener necesidad de su socorro.

Disgustados de estas hipótesis los Fisiólogos mo-

(1) Véase nuestro discurso preliminar.

ernos, han estudiado con mas cuidado los fenómenos del movimiento del corazón, á fin de comprender mas fácilmente sus causas: recorramoslos pues: 1.º, las aurículas se contraen á un mismo tiempo, y su contracción se manifiesta por la palidez de las fibras: 2.º, los ventrículos se contraen también en un mismo instante, y su contracción acompaña á la dilatación de las aurículas, perdiendo igualmente su color las fibras contraídas de uno y otro ventrículo: 3.º, en fin el tronco de las venas cavas tiene un movimiento de sistole y diastole, que se efectua en el tiempo del sistole y diastole de los ventrículos. Esto supuesto, se ha discurrido del modo siguiente: el corazón es un músculo que no tiene antagonista, y que por su naturaleza tira siempre á contraerse. Esta propiedad de los músculos está demostrada por los hechos. Si se cortan los músculos extensores de la pierna, los flexores, que no tendrán ya antagonistas, se retirarán y mantendrán la pierna en estado de flexión: luego es necesario que los ventrículos del corazón que no están contrabalanceados por antagonistas, estén naturalmente contraídos. Considerémoslos en este estado de contracción, y veamos lo que debe suceder. La sangre, por la contracción de la vena cava que corresponde á la de los ventrículos, se acumula en las aurículas y distiende sus fibras; estas fibras elásticas reacen contra ella, y la impelen ácia el orificio de los ventrículos; pero no pudiendo hacer esfuerzo contra las paredes de estos orificios sin comprimir los nervios cardiacos que se distribuyen por la substancia del corazón, se sigue que comprimidos estos, los ventrículos caerán necesariamente en parálisis, se relajarán, y la sangre se introducirá en ellos: este es el tiempo de la dilatación. Mas quando las aurículas estén vacías, la compresión de los nervios cesará, y el corazón volverá á cobrar la facultad de contraerse: la sangre impelida por las aurículas comprimirá otra vez los nervios cardiacos, y el corazón se dilatará de nuevo.

Tal es á poca diferencia la hipótesis de Senac sobre los movimientos del corazón (1), que seguramente es muy ingeniosa. Pero no se le podrá preguntar, ¿por qué causa se dilatan las aurículas? Estas son músculos lo mismo que los ventrículos, músculos que no tienen antagonistas, y cuyo estado natural es por consiguiente el de contracción. ¿Cuál es pues la fuerza que podrá vencer esta contracción y dilatarlas? No sé que respuesta se podría dar á estos argumentos. Por lo demás, Senac no concede á esta opinion mas que un poco de verosimilitud; y lejos de creerla exenta de dificultades, he aquí como él mismo se explica: "sucede con el corazón lo mismo que con los primeros principios de las cosas: nos contentamos con las apariencias, pero la realidad se nos oculta las mas veces, quando creemos someterla á nuestras indagaciones."

Tantos sistemas fútiles pedían que se les substituyese alguna opinion mas sólida y mejor fundada. En efecto, se traslució una causa muy simple de los movimientos del corazón en la propiedad que tiene de ser irritable en grado eminente, y hallarse continuamente irritado. En consecuencia se miró la impresion estimulante que hace la sangre en las fibras de este órgano, como la causa ocasional y determinante de sus movimientos. Esta era la doctrina de Haller, y fué en lo sucesivo la que seguian casi todos los fisiólogos de su tiempo (2): Todos se esforzaron á explicar, cómo el corazón irritado por un estímulo se agita y se mueve mas vivamente que los músculos voluntarios. Imagináronse hipótesis sobre hipótesis para esto; pero por fin se vino á admitir el he-

(1) Senac, *Trat. del coraz.* tom. 1. Lietaud, *Anat. hist. et pract.*

(2) Berenguer, Fontana, Lancisi, Morgan, Senac, Winter, Kruger, Whytt, Caldani, Fontana, Blumembach, Jadelot, Spallanzani, Goodwin, Beddoes, &c. Véase Haller, *Mem. sobre las part. sens. é irrit.* *Elem. fisiol.* tom. 2.

cho sin buscar la causa. Sin embargo Haller escribió, que la mayor irritacion del corazón dependia solamente de que sus nervios tocando inmediatamente en su túnica interna, estaban mas expuestos á la accion estimulante de la sangre que lo estan los de los otros músculos á la impresion irritante de los cuerpos exteriores. En apoyo de su sentir sobre la sangre, estímulo directo del corazón y causa única de sus movimientos, cita muchos experimentos, y entre otros uno que consiste en trasportar al lado izquierdo las últimas contracciones de dicho órgano, atrayendo aquí la sangre del lado opuesto por la incision de las venas cavas y la ligadura de la aorta.

Pero los nervios del corazón no concurren á sus movimientos ni por su estructura ni por su situacion; y este órgano, como dice Fontana, no debe á tales circunstancias la mayor irritabilidad de que goza. La presencia continua de la sangre es sin duda para él una causa muy particular de irritacion; pero esta es una causa simplemente ocasional, que puede muy bien poner en accion, mas no producir por sí misma el principio de los movimientos del corazón. La sangre, irritando esta viscera, la dispone eficazmente al exercicio de sus funciones, como las diferentes materias recibidas, admitidas, trabajadas en otros órganos, promueven, excitan y favorecen en ellos la facultad de obrar. Así los pulmones hallan en la impresion del ayre un medio que los excita, el estómago en la de los alimentos, los intestinos en la de las materias fecales, de la bilis, &c.

Las dificultades que se pueden proponer contra el sistema de Haller y de casi todos los Fisiólogos modernos son tan insuperables como numerosas. Si la contraccion del corazón tuviese exclusivamente por causa el estímulo de la sangre, ¿por qué estando vacío, y de consiguiente privado de su estímulo, continúa latiendo y obrando como ántes? En los animales de sangre fria se han visto sostenerse los movimientos del corazón, aunque estuviese enteramente exhausto de sangre, é

interceptado el refluxo de este fluido por la accion ó la ligadura de las venas cavas. Asimismo se ha percibido la alternativa reglada de los movimientos de sistole y diastole entre los ventrículos y las aurículas, mucho tiempo despues que ya no se encontraba en estas cavidades una sola gota de sangre, ni de otro ningun licor. Mas arriba hemos referido los experimentos y observaciones hechas con corazones arrancados del cuerpo de los animales y privados de toda comunicacion con los grandes troncos vasculares capaces de transmitir á ellos la sangre; y siempre han demostrado los mismos movimientos, tanto en los que se dexaban unidos al cuerpo del animal, como en los que estaban separados mucho tiempo habia. Es pues evidente que la presencia de la sangre no es de una necesidad indispensable para la accion del corazon, sino que tiene solamente como causa estimulante una influencia útil en el principio oculto de sus movimientos.

Otra dificultad no ménos sería contra este sistema es que por él nunca se podrá explicar, como la dilatacion sobreviene siempre y sin interrupcion á la contraccion, ni aun por qué medio debe obrarse la primera. Porque la irritacion habitual que la sangre ocasiona en el corazon, no tiene mas que un solo efecto conocido y confesado por todos, que es el de contraerle. Pero en los ventrículos del corazon existe constantemente una cantidad bastante grande de sangre, que el sistole no puede expeler. Weitbrecht, Senac y Spallanzani han verificado este hecho. Ligando con fuerza el origen de las venas, de manera que la sangre no pueda pasar á las cavidades derechas del corazon, se ha visto que despues de cada contraccion quedaba en el ventrículo una cantidad mas que suficiente para irritarle. Sin embargo el corazon se relaxa y se dilata: sus contracciones cesan un instante á pesar de la sangre que el ventrículo contiene todavia, y no habria razon para que cesasen, dando lugar á dilataciones proporcionadas, si la presencia de la sangre fuese

una causa estimulante que debiese necesariamente determinarlas.

La tercera objeccion que se puede hacer contra todas las hipóteses, en que se limita la causa de los movimientos del corazon á la idea de un principio estimulante, aplicado á las partes de este órgano actualmente en accion, es que las diferentes porciones de él obran siempre cada una á su modo, es decir, se contraen y se dilatan como lo hacen ordinariamente, aunque se sometan al mismo tiempo todas á un mismo medio de irritacion; de suerte que las unas se contraen y las otras se dilatan á la impresion de agentes semejantes que las irritan todas igualmente. Así, Metzger asegura haber visto las aurículas y los ventrículos atormentados de una vez por un mismo estímulo, entrar en movimientos diametralmente contrarios, que producian siempre, como sucede en el estado natural, la dilatacion de las primeras, quando la contraccion de los últimos sobrevenia. Haller, que tuvo noticia de esta observacion, y la recogió, no echó de ver el resultado simple y verdadero que presenta á todo el mundo; tanto imperio tenia la preocupacion á favor de ciertas opiniones sobre su modo de ratiocinar y de ver los hechos (1). Metzgerus adeo certam legem esse reperit, ut etiam tum aurículas et ventrículos alternis vicibus moveri viderit, licet utrisque eodem tempore stimulos eosdem admovisset (2).

Aunque los fisiólogos no esten de acuerdo sobre el principio que debe considerarse en la sangre como estímulo directo del corazon; sin embargo en general quieren que la elaboracion que necesita este fluido para estimularle mejor, se execute esencialmente en los pulmones por el concurso del ayre inspirado. Pero la menor atencion india, que si esto fuese así, estariamos sin cesar expuestos á ver comprometida nuestra

(1) Metzger, de Antagon. nat. solem. p. 170. (1)

(2) Haller, Actuar. ad fisiol. p. 89. Ooo

vida en todas las vicisitudes é irregularidades que la respiracion experimenta por las mutaciones repentinas de la temperatura exterior, por las variaciones habituales de la atmósfera, por el movimiento mismo de nuestros cuerpos; vicisitudes, irregularidades de que la accion del corazon deberia sin duda participar mas de lo que participa, si no tuviese su causa eficiente en otra parte que en el principio estimulante introducido con el ayre en cada acto de respiracion. Porque entónces recibiendo los pulmones mas ó ménos ayre, la sangre recibiria tambien mas ó ménos cantidad de este principio estimulante; irritaria el corazon con mas ó ménos actividad, y los movimientos de esta víscera, ya fuertes, ya débiles, ya precipitados, ya torpes, no observarian entre sí el orden, la constancia, la armonía que jamas quebrantan, sino en los casos morbosos en que la naturaleza se aparta de su curso, y de sus leyes acostumbradas. Esta dificultad recae especialmente sobre la opinion de Goodwin y de algunos fisiólogos de Inglaterra y Francia, que atribuyendo el movimiento del corazon, no á la presencia sola de la sangre, sino á ciertas qualidades de ella, han creído que las mutaciones químicas impresas á este fluido en los órganos pulmonales por la respiracion, le dan una qualidad estimulante, por medio de la qual se hace capaz de excitar las contracciones de la aurícula y ventrículo izquierdo del corazon; de donde concluyen que la qualidad química que la sangre adquiere al pasar por los pulmones, es necesaria para mantener la accion del corazon, y de consiguiente el buen estado del cuerpo (1).

Despues de tantos sistemas inverosímiles y defectuosos, debemos estar convencidos, que la cuestión sobre las causas del movimiento del corazon no está todavía completamente resuelta, y que hasta el presente ofrece mas

(1) Goodwin, *Conex. de la vida con la respirac.* traduc. por el prof. Hallé, pag. 33 y 55.

errores que destruir que verdades que recoger. Combatidas y exâminadas una vez todas estas hipóteses, consideremos ahora el movimiento que contrae y dilata las arterias; busquemos las causas de este movimiento, que lo son tambien del pulso; estudiemos las teorías en que se trata de asignar estas causas, y veremos despues si entre ellas hay algunas que podamos legítimamente adoptar.

La causa de la pulsacion de las arterias se atribuyó antiguamente á una facultad particular, que Galeno llamaba *facultad pulsífica*, y que el corazon por su irradiacion poderosa comunicaba al texido de los vasos (1). Galeno alegaba por prueba el experimento citado en el capítulo precedente, de que él mismo fué autor. Esta explicacion modesta no satisface la curiosidad; pero nos ahorra tal vez algunos errores, conservando al hecho toda su pureza.

Fernelio, Bartolino y los anatómicos de esta época, combinaron el efecto de una facultad pulsífica inherente á las arterias, con la impulsión del espíritu vital y de la sangre impelida por la contraccion del ventrículo izquierdo (2). Pero Harveo y sus sucesores, contentos con esta última causa, se limitaron á mirar la pulsacion de las arterias como efecto necesario y pasivo de su dilatacion producida por la cantidad, fuerza expansiva, y accion física de la sangre que el corazon arroja en ellas para distenderlas y llenarlas (3). Esta opinion, que vino á ser comun á todos los fisiólogos modernos, estaba fundada principalmente en los experimentos que probaban, que las arterias dexan de latir por baxo de las ligaduras que se hacen en ellas, y vuelven á cobrar esta propiedad luego que se aflojan aquellas. En el día solo se añade á la primera idea de Harveo, que la

(1) Galeno, *de Puls. differ.* lib. 2., cap. 3., *Id. de Us. puls.*

(2) Fernelio, *de Abdit. rer. caus.* Bartolino, *Anat.*

(3) Harveo, *de Sang. circulat. exercit.*

sangre exerce á cada contracción una presión lateral sobre las partes de la arteria, cuya separación repentina y pronta determina la pulsación. Despues se ha sostenido, que la presión lateral no se manifiesta siempre con la misma fuerza, que se aumenta quando el corazón se contrae, y que se disminuye quando la contracción de este órgano es reemplazada por la de las arterias; de suerte que los mayores esfuerzos de la presión corresponden á la pulsación de la arteria, la qual coincide siempre con la contracción del corazón.

Esta causa de la pulsación de las arterias, cuya realidad no está hasta ahora demostrada, hubiera sin embargo recibido la aprobación unánime de los fisiólogos, si en estos últimos tiempos no se hubiesen encontrado algunos observadores atentos, que han pesado y examinado rígidamente sus pruebas. Weitbrecht, médico de Petersburgo, fué el primero que notó que la cantidad de sangre impelida en las arterias por la contracción del corazón, repartiéndose entre todas las divisiones del sistema arterial, no podia producir un movimiento bastante considerable para la intensidad de cada pulsación (1). En efecto, el ventrículo izquierdo contiene con corta diferencia dos onzas de sangre, y como hemos dicho, no se vacía enteramente quando se contrae. Pero aun admitiendo que por su evacuación total pasasen á la aorta estas dos onzas á cada contracción, siempre resultaria muy poco efecto de tan pequeña masa de fluido con relación á la universalidad del sistema arterial. Porque en toda la extensión de este sistema se cuentan diez libras de sangre poco mas ó menos. Recibiendo pues las arterias dos libras solamente á cada pulsación, no contendrían mas que la octuagésima parte sobre la que deben habitualmente tener, pues que dos onzas son $\frac{1}{80}$ de diez libras, ó de ciento se-

(1) Weitbrecht, *Comment. Acad. scient. Petropol.*

venta onzas; luego no adquirirían al dilatarse mas que la octuogésima parte de su capacidad. Pero consta que la arteria radial ó de la muñeca, la temporal ó de las sienas, tienen al ménos tres líneas de diámetro: luego en su dilatación no aumentarían mas que una vigésimasexta parte de línea: aumento demasiado débil para hacerse perceptible y apreciable por el pulso. De donde resulta, segun Weitbrecht, que la cantidad de sangre arrojada en las arterias por la contracción de los ventrículos del corazón, no puede causar ni el movimiento que las dilata, ni la pulsación, que es su consecuencia. Despues de esto propone el mismo autor otra teoría sobre la pulsación de las arterias, en que supone que no laten todas al mismo tiempo, sino que executan su movimiento sucesivo de manera que cada una pulsa á su vez en toda su extensión sin apartar sus paredes (1).

Segun esta teoría, ni la entrada de la sangre ni su presión son las causas que dilatan las arterias y producen su pulsación, sino que esta reconoce por tal el choque de las mismas arterias, que se elevan y salen de su lugar por el efecto que hace la sangre contra el cayado ó corvadura de la aorta. Este movimiento total de locomoción de las arterias es bien visible en las que son tortuosas, estan enroscadas, y forman un gran número de corvaduras y circunvoluciones.

Tres cosas hay que considerar en la opinión de Weitbrecht: la una es haber observado contra el comun sentir, que la dilatación de la arteria muñeca podria producir un aumento suficiente en su diámetro; la otra, haber reconocido que en cada pulsación sale toda la arteria de su lugar, y se adelanta ácia el dedo que la toca; la tercera, atribuir esta salida al choque de la sangre impelida con esfuerzo contra las paredes tortuosas y enroscadas de los principales troncos arteriales.

(1) Weitbrecht, *op. cit.*

Baxo el último punto de vista viene á coincidir con el mismo sistema á que su autor queria sustituirla, y apoyándose en una suposicion semejante, debe sufrir las mismas dificultades.

Estas dos hipóteses tienen un vicio radical que permite comprehenderlas en una refutacion comun, y es que ambas suponen, que la accion de la sangre determina la pulsacion de los vasos, aunque en cada una pueda esta accion aplicarse de diferente manera; porque, faltando esta circunstancia, las arterias no dexan de moverse y de latir como si existiese, pues se han visto individuos cuyo sistema vascular estaba completamente exhausto de sangre, y sin embargo se executaba el movimiento de las arterias, y el pulso se sostenia en toda su fuerza hasta la muerte (1). Por eso la entrada de la sangre en las cavidades de las arterias parece mas bien ser efecto que causa de su dilatacion, y es mas natural decir con Galeno, que las arterias se dilatan y se abren para recibir la sangre (2), que creer contra toda verosimilitud con Harveo, que se llenan primero de sangre para abrirse despues y dilatarse (3).

Todas las dificultades indisolubles que hemos propuesto contra las explicaciones de los movimientos del corazon fundadas en la presencia ó en las qualidades de la sangre, tienen aquí el mismo lugar, y podrán servir igualmente para combatir todos los sistemas que hacen representar á este fluido un papel indispensable y necesario en el fenómeno del movimiento arterial, en el qual influye útilmente con título de causa estimulante ú ocasional, pero de ninguna manera con el de causa eficiente ó natural.

Ademas de estas objeciones generales, hay algunas otras particulares que no son de ménos peso; y comenzando por el sistema vulgarmente admitido de la presion lateral de la sangre, y de la separacion forzada de

- (1) Haen, *Rat. med.* t. 3. Lieutaud, Wanswieten, &c.
 (2) Galeno, *de Differ. puls. admin. anat.*
 (3) Harveo, *de Circulat. sang. exercit.* (1)

las paredes arteriales, ¿no debe preguntarse á los que lo profesan, cómo esta presion puede imprimir á las arterias un movimiento sensible, si en qualquiera hipótesis que sea, el diámetro interior de dichos vasos nunca sería capaz de adquirir un aumento proporcionado á la violencia del choque que ellos quieren explicar? Si el diámetro de la aorta que tiene diez líneas, por exemplo, se aumenta una octava parte de línea á la mas fuerte presion, el de las arteriolillas de los intestinos, que es de una décima parte de línea, se aumentaría $\frac{1}{800}$ solamente;

ellas tardarian en llegar á este punto la mitad de un segundo quando mas, suponiendo que el tiempo de la dilatacion sea igual al de la contraccion. Pero una mutacion tan ligera, tan rápida, no podria estar al alcance de nuestros sentidos, y léjos de confirmar la accion de la sangre contra las paredes vasculares, la reduce á nada, tomándose el trabajo de examinarla.

Por otra parte, ¿es una verdad sentada, que las paredes de la arteria deban ceder al esfuerzo de la sangre? ¿Por qué este fluido no podria hallar en las paredes mismas del vaso una resistencia que pudiese contrarestar su fuerza y destruir su exceso? ¿Por qué no produciria una separacion análoga durante el sistole, si entónces las arterias estan efectivamente llenas de sangre, como deben estarlo en el diastole?

En el capítulo precedente indicamos un experimento famoso de Galeno, que está palpablemente en contradiccion con las ideas que refutamos en este. Si despues de haber separado una arteria de todas las partes que la rodean, se abre longitudinalmente para introducir en ella un tubo, y despues se liga con fuerza sobre el mismo tubo, se verán cesar las pulsaciones por baxo de la ligadura, aunque la sangre prosiga corriendo como antes (1). Este expe-

- (1) Creo deber copiar aquí las expresiones de Galeno, que en el cap. 4 no hice mas que interpretar.

rimento, dirá alguno, fué repetido sin suceso por Harveo, Vieussens, Senac, los quales viéron latir la arteria casi igualmente por cima que por baxo de la ligadura hecha sobre el tubo introducido segun el método de Galeno (1). Pero todos han observado un decaimiento sensible en ella por baxo de la porcion que habian ligado. Por otra parte, Vesalio y Schulze lo comprobáron en muchas tentativas, en que la pulsacion pareció extinguirse (2). Posteriormente Sotira, reiterándolo muchas veces, se ha asegurado por sí mismo de la certeza y constancia del mismo hecho. Este observa oportunamente, que Vieussens hacia á la arteria una ligadura muy apretada, *arctissimam*, y que este modo de obrar podía alterar muy bien el resultado, el qual hubiera sido diferente, si como lo recomienda Sotira, se hubiera ligado la arteria poco á poco, hasta que se viesse cesar enteramente la pulsacion inferior, sin destruir la organizacion de la membrana muscular (3).

Otro experimento no ménos contrario á la suposicion

"Arteriam unam è magnis et conspicuis quampiam, si vales, nudabis, primoque pelle remota, ipsam ab adjacenti suppositoque corpore tandiu separare non graveris, quoad filum circum immittere valeas: deinde secundum longitudinem arteriam incide, calami que et concavum et pervium in foramen intrude, vel aneam aliquam fistulam, quo et vulnus obturetur, et sanguis exilire non possit; quoad usque sic se arteriam habere conspicies, ipsam totam pulsare videbis; cum primum verò obductum filum in laqueum contrahas arteriæ tunicas calamo obstrinxeris, non amplius arteriam ultra laqueum pulsare videbis, etiamsi spiritus et sanguis ad arteriam que est ultra filum, sicuti prius faciebat, per cavitatem calami feratur." *Galen. lib. an sanguis in arteriis natura continetur, cap. 8.*

(1) Harveo, *de Cord. exercit.* Vieussens, *Trat. del coraz.* Senac, *Trat. del coraz.*

(2) Vesalio, *de Corp. hum. fabr.* Schulze, *Thes. anat. de Haller.*

(3) Sotira, *Nuev. teor. de la circul. de la sangre.*

de que la sangre obre para dilatar las arterias en virtud de la fuerza que recibe por la impulsión del corazón, es el que Lamure y Lafosse hicieron juntos en Mompeller. Descubrieron la arteria crural de un perro robusto, y practicando dos ligaduras distantes una de otra una buena pulgada, observáron que la porcion comprehendida entre las dos ataduras quedaba llena de sangre y con su diámetro ordinario; despues apretáron bastante la ligadura superior para interceptar el curso de la sangre en toda la extension ligada de la arteria; y hecho esto se convencieron tanto con la vista como con el tacto, de que el vaso pulsaba tan evidentemente entre las ligaduras como por cima de ellas (1). He aquí un experimento inverso del precedente, el qual nos conduce como él á concluir, que las arterias tienen en sí mismas la causa determinante de su movimiento; y que si la sangre las excita á moverse debe ser, no por via de choque ó de presión, sino por la fuerza expansiva que la anima, y que hace de este fluido, como de todos los líquidos vivientes, un principio estimulante, activo, y capaz de ejercer su acción á ciertas distancias, como mas adelante diré proponiendo mis ideas sobre la causa del movimiento de las arterias, que acaso serán preferibles á las que hasta aquí llevamos expuestas.

Las dificultades particulares que se pueden oponer al sistema de Weitbrecht son tambien del mayor momento. En primer lugar supone como una de las causas del movimiento locomotorio que sufren las arterias, las flexiones ó corvaduras que estas forman. En consecuencia seria preciso imaginar otro medio para explicar las pulsaciones de las que laten sin ser encorvadas ni tortuosas. Si no tienen mas movimiento que el que las hace salir de su centro, ¿por qué en todas las que se mueven no se ve el esfuerzo que hacen para mudar de lugar? Hemos notado ya que hay muchos vasos que de ningun