

CAPITULO III.

Accion, movimientos, irritabilidad, sensibilidad del corazon y de sus diferentes partes; experimentos sobre todos estos puntos; fuerza de este órgano; modo de valuarla; cálculos de muchos fisiólogos; centro y móvil del movimiento circulatorio de los fluidos.

Parece incontestable por las investigaciones infructuosas de los anatómicos expuestas en el capítulo precedente, que la estructura interna del corazon está todavía por descubrir. Asimismo parece cierto que los movimientos de este órgano tienen una conexión íntima con su estructura, pero que no dependen de ella exclusivamente, y que los fenómenos observados durante su acción reconocen otra causa. Es necesario ahora recoger observaciones, extraer sus principales resultados, compararlos con los de los experimentos tentados en animales vivos, reunirlos á otros hechos observados en el estado de salud ó enfermedad, y combinar despues todos estos datos para explicar en quanto nos sea dado, las funciones y el mecanismo del corazon.

Si por medio de algun estímulo se pone en acción este órgano, desde luego se ven nacer y sucederse en él los mismos fenómenos que acompañan al movimiento de los órganos musculares; sus fibras se retiran, se acortan, se aprietan, se apartan, se encrespan, se arrugan, y ceden á undulaciones mas ó ménos evidentes, mas ó ménos veloces, segun la naturaleza y fuerza del animal. Estas undulaciones y crispaturas se establecen poco á poco en el corazon con cierto esfuerzo de palpitation y temblor, que en los animales endebles y lánguidos no agita todo el ventrículo á un tiempo, sino algunas porciones de sus carnes solamente, pasando por grados de un hacecillo á otro, hasta venir por último á completar su contraccion total. Al contrario, en los animales vigor-

osos, todas las fibras se contraen al mismo tiempo y con una velocidad incalculable. Los dos ventrículos súbitamente contraidos, se precipitan juntos ácia el tabique medio, aproximando á él sus paredes. En esta acción, la punta del corazon se arrima ácia la base; se acorta y desaparece; se endereza algun tanto ácia delante, y se replega á la derecha de abaxo arriba. La base por su parte viene tambien ácia la punta, pero tan poca cosa en razon de su mayor adhesion, que parece no moverse de donde está. De este modo sucede que se disminuye necesariamente la longitud total de esta víscera, sus carnes se endurecen, su posición natural se altera, y el corazon mudando de lugar describe con su punta un arco de círculo entre la quinta y sexta costilla donde se sienten sus mas fuertes pulsaciones.

A este estado sobrevienen fenómenos enteramente opuestos; las oscilaciones del corazon cesan, se disipan sus arrugas, se ablanda su substancia, se aparta la punta de la base, se retiran sus paredes del tabique, entra el órgano en su lugar, vuelve á tomar su direccion recta, y se aumenta de nuevo su longitud.

De los hechos contenidos en esta exposicion resulta, que la acción del corazon es producida por dos movimientos distintos y alternativos que observan un orden constante y determinado, de los quales el uno contrae y aprieta todas sus partes, el otro las dilata y las relaxa. Se sigue tambien, que en un animal lleno de fuerza y de vigor, las contracciones se executan con una celeridad suma, al paso que en los animales débiles y lánguidos se dividen en muchas contracciones sucesivas, que son mas ó ménos lentas, mas ó ménos tardas. Ultimamente se sigue que al estado de encogimiento ó contraccion sobreviene siempre otro de dilatacion ó relaxacion que lo reemplaza.

Quando el corazon se contrae, sus cavidades se disminuyen en todos sentidos, pero no se borran de modo que se cierran enteramente; porque en los ventrículos queda siempre una cantidad bastante grande de sangre

que pide cierto espacio donde estar contenida. Senac dice que si se mete un dedo en una abertura hecha, ya en la punta ya en la base del corazón, se siente violentamente comprimido (1). Pero Haller se ha convencido que si el dedo se introduce dentro de sus mismas cavidades, no experimenta mas que una presión ligerísima (2). Sin embargo el corazón se estrecha siempre que se contrae; sus paredes se acercan al eje, y de consiguiente se acorta el diametro de sus cavidades. Quando está ligado en un animal vivo, se observa que durante la contracción se retiran sus paredes de la ligadura. Esta prueba experimental era mas que suficiente, como juzgó muy bien Senac; y lo que dice sobre esto pudiera convenir á aquellos inventores rutineros de experiencias, que amontonándolas segun se ofrece, no saben discernir ni los objetos en que son útiles, ni en los que solo sirven para alucinarnos (3). Omito de propósito los racionios extraordinarios, las analogías defectuosas, las falsas aplicaciones de la geometría de que muchos fisiólogos abusaron, para debilitar la certidumbre bien adquirida de que el corazón se estrecha quando se contrae (4).

No es tan fácil demostrar que este órgano se acorta en el acto de contraerse; y aunque esto sea un efecto ne-

(1) Senac, *Trat. de la estruct. del coraz.* t. 1, pag. 320.

(2) Haller, *del Movim. del coraz. Id. elem. fisiol.* tom. 1.

(3) "En muchas cosas, dice Senac, la teoría decide de la experiencia. Tal es la teoría de la constricción del corazón; la sangre contenida en los ventrículos es expelida de ellos por la acción de este órgano; de aquí se sigue que las paredes internas deben acercarse; y si estas se acercan, todas las otras capas de fibras deben seguir las tambien, porque todos los planos que rodean las fibras internas tienen el mismo principio de acción, es decir, que se acortan, se aprietan y se ponen mas compactas por la contracción." Senac, *Trat. de la estruct. del coraz.* tom. 1, pag. 289.

(4) Borelli, *de Mot. anim.* tom. 2. Charleton, *The lectures.*

cesario de la contracción que tira la punta ácia la base y recíprocamente la base ácia la punta, ha sido mucho tiempo entre los anatómicos el objeto de venas é interminables disputas. Vesalio escribió que su longitud era mayor en el sistole, y menor en el diastole. Riolano, Albertino, Borelli y Winslow creyeron y publicaron tambien que las contracciones del sistole debian alargar el corazón, la disposición de las fibras, el número de las transversales superior al de las longitudinales suministraron algunas razones anatómicas especiosas á favor de la supuesta prolongación (1). Esta cuestión causó en otro tiempo mucho ruido en las escuelas de París y de Mompeller. La última, contra su costumbre, la sostuvo con un calor poco digno de su antigua fama, olvidándose en tan estéril como superflua discusión hasta de su reserva y de su filosofía ordinarias. Mas esta es la única vez en que se ha visto inculcada en disputas de esta clase, y solo los ignorantes ó preocupados se atreven á acusarla de haber tomado parte en otras. La contestación se hizo tan viva que fué menester consultar á la Academia de las Ciencias. La Academia multiplicó sus experimentos, habló mucho, y no resolvió nada. Se abrieron cuadrúpedos, aves, peces, anfibios, reptiles, y la inspección de todos estos animales no pudo sentenciar el pleito. Hunaud solamente aseguró que él via siempre acortarse el corazón (2).

Mientras la Academia incierta titubeaba en decidir, se defendia en Mompeller, que en la contracción la punta se aparta de la base, y que el corazón se alarga visiblemente. Gerónimo Queye quiso establecer y confirmar este hecho con repetidas experiencias; y despues de cincuenta tentativas infructuosas, nóó en el perro y en el buey, que el corazón en el momento del sistole

(1) Winslow, *Exposit. anat.* Hist. de la Acad. de las Cienc. año de 1725.

(2) Hunaud, *Mem. de la Acad. de las Cienc. de París.*

despedía de sí el dedo, y que despues se retiraba. Habiendo abierto una tortuga, tocó la punta del corazon con un cuerpo extraño, y sintió que este recibia un golpe á cada contracción (1).

Por otro lado demostraba Bassuel, atendida la disposicion y juego de las válvulas, que el corazon debia acortarse necesariamente; porque es constante que durante el sistole se levantan aquellas y cierran la abertura de los ventriculos; lo que debe obligar el corazon á acortarse, puesto que seria imposible la elevacion de las válvulas, si tomase mas longitud, ó solamente conservase la que tiene. Pero una experiencia decisiva prueba á mas de esto la necesidad de que sea así, y consiste en comprimir el corazon lleno de agua alargando su diámetro; entónces las válvulas se baxan, el agua se sale, y penetra en las aurículas. De donde se sigue que estas darian paso á la sangre y la recibirian en lugar de las arterias, si el corazon se alargase en el sistole. Al contrario quando se acorta este órgano comprimiéndole de la base á la punta, las válvulas se levantan con prontitud, y el agua contenida en los ventriculos pasa fácilmente por la arteria pulmonal y la aorta (2).

Un exámen algo mas atento del corazon en movimiento hubiera debido bastar sin duda para terminar la contestacion. En efecto, las fibras van de la base á la punta, se dirigen en forma espiral, son atraídas á la parte media por la contraccion, y del mismo modo que en todos los músculos se acumulan en el medio; lo que no puede suceder sin que las extremidades, la base y la punta se acerquen, y el órgano pierda alguna cosa de su longitud.

Otro fenómeno relativo á la contraccion del corazon, es el movimiento circular que le saca totalmente de su lugar; pues por él viene un poco ácia delante y se inclina

(1) Queye, *de Sincop. thes. pract. collect.* Haller, t. 7. ds

(2) Bassuel, *Histor. de la Acad.* año de 1731. (2)

ligeramente á la derecha; entónces con su punta describe un arco de círculo, y girando sobre la misma, va á herir las paredes del pecho á la izquierda, entre la quinta y sexta costillas verdaderas. La mayor parte de los fisiólogos atribuyen este movimiento á la aurícula izquierda, que estando vuelta á la columna vertebral y llenándose de sangre quando los ventriculos se contraen, debe imprimir al corazon una impulsión que lo echa fuera de su centro, lo hace venir ácia acá y le obliga á dar con la punta en las costillas opuestas. Añadamos con Senac, que el sistole impele la sangre con ímpetu en las arterias mayores; que la aorta y la arteria pulmonal llenándose repentinamente, se enderezan, se prolongan, tiran á describir una línea recta, y que por este esfuerzo concurren á empujar ácia delante toda la masa del corazon suspendida de su extremidad. Por grande que sea la probabilidad de estas causas, es preciso admitir otras mas simples en los animales cuyo corazon no tiene mas que una aurícula, situada posteriormente, y una sola arteria no ahorquillada, incapaz de enderezarse y dar al corazon la direccion que le hace venir ácia las costillas (1).

Los movimientos del corazon se sostienen y perpetúan por una serie de contracciones y dilataciones alternativas; pero la última no es un efecto rigoroso, necesario y puramente pasivo de la que ha precedido, sino que constituye una accion real que conviene no tomar de ninguna manera por un estado de reposo, ó una simple relajacion de la accion muscular. Algunos habian ya insinuado que el sistole exigia de parte del corazon menos esfuerzo que el diastole. Hambergerio halló mas firme, compacta, sólida y dura la carne del corazon en el momento que se dilataba. Pechlin demostró indicios ó vestigios de actividad en esta dilatacion, trayendo el exemplo de los peces

(1) Harveo, *de Gener. anim.* pag. 157. Haller, *Experim. sobr. la circulacion.* Senac, *trat. del cor.* Spallanzani, *Exper. sobr. la circul.*

cuyo corazón se contrae y se dilata alternativamente sin que en él se verifique la introducción y expulsión sucesivas de ningún humor. Comprimiendo con fuerza el corazón de un animal, sintió que se extendía y cedía á la dilatación, la qual era de consiguiente activa, puesto que fué capaz de vencer el obstáculo ó la resistencia de una violenta compresión (1). Pero si aun quedase alguna duda sobre esto, se disipará solo con referir aquella antigua observación de Galeno renovada por Langrish, que el corazón se dilata para recibir la sangre en sus cavidades, y que esta dilatación anterior á la entrada del fluido no puede de ningún modo depender de ella (2). Luego las fibras de este músculo se dilatan con esfuerzo por sí mismas ó por su propia energía.

A pesar de esto no hay necesidad de suponer en el corazón fibras particulares para el ejercicio de esta especie de movimiento, como habian imaginado Perrault y Hambergerio y los quales admitieron dos órdenes, unas rectas, otras transversales, cuya oposición ó antagonismo continuo producian sin cesar por alternativas consecutivas los dos esfuerzos opuestos de constricción y dilatación. Las mismas fibras ejecutan sus oscilaciones de las extremidades al centro y del centro á las extremidades; las mismas fibras se apartan y se acercan, se retiran y se dilatan en diversos tiempos: luego todas pueden producir así el movimiento que dilata, como el movimiento que comprime.

Haller combatió la dilatación activa de las fibras del corazón, la qual, segun él, no es dependiente de ninguna facultad vital ni exige ningún esfuerzo de las potencias musculares; pero sus objeciones recaen mas bien sobre la hipótesis de las fibras dobles y opuestas, cuya existencia tenia razon de negar, que sobre el hecho mismo de la actividad vital en el diástole, que no tuvo ninguna

(1) Hambergerio, *Fisíol. med.* pag. 43. de *Cord.*

(2) Langrish, *Lectio the thrid on muscular motion.*

para no admitir (1). La reacción de un músculo separado del cuerpo, el rebote de una cabeza dividida del tronco, la extensión forzada de los miembros de un animal quando está para espirar, el rastreo vermicular de los intestinos arrancados del abdomen (2); he aquí unos fenómenos á los quales se ha asignado por causa la dilatación viva de algunos haces de fibras musculares, que hallando en el suelo un punto de apoyo fijo, se estiran y saltan á una altura considerable, ó mueven en diversas direcciones las partes cuya acción determinan.

Los movimientos alternativos del corazón tienen efectos secundarios que se refieren á la sangre contenida en sus cavidades; sabemos que por el diástole se llena y por el sistole se vacía. ¿Pero se exprime por el segundo toda la sangre que recibió en el primero? ¿Es suficiente cada contracción para evacuar completamente toda la de los ventrículos y las aurículas? Es cierto que en este acto el corazón se endurece, se condensa y se pone pálido; pero lo es ménos que por la dilatación vuelve á adquirir su rubicundez. Este tránsito de pálido á rojo y de rojo á pálido viene á ser principalmente notable en los animales en extremo sanguíneos. Es mas durable y perceptible la palidez en los que tienen un líquido blanquecino en lugar de sangre; de donde se ha concluido, que si el corazón pierde su color en el sistole, es porque la contracción de sus fibras arroja de un golpe toda la cantidad de sangre que ántes contenia. Observando el corazón medio transparente de la rana, de los peces, del pollo, se ven quedar enteramente vacias sus cavidades despues del sistole (3). Pero esta conclusión no ha podido sostenerse contra la experiencia diaria que la está desmintiendo á cada paso.

(1) Haller, *Elem. fisíol.* tom. 1, pag. 386.

(2) Bacon, *de vit. et mort.* Fontana, *op. cit.* Whytt, *on vital motions.*

(3) Bartholino, *Anat. veno.* pag. 174. Haller, *op. cit.* tom. 1, pag. 196. Willis, *de anim. brut.*

Los grumos de sangre, las concreciones poliposas halladas con tanta frecuencia en el fondo del corazón de los cadáveres humanos, testifican que no se expelle toda en el momento de la muerte. Las mas veces queda bastante en los ventrículos de los animales sometidos á nuestros experimentos, y esto no procede, como se cree, de que la última contracción que termina una vida desfallecida, carece de la fuerza necesaria para su expulsión, y de que por otra parte no es favorecida por los movimientos de los órganos vecinos: porque se encuentra sangre agrumada ó concreta en las cavidades del corazón aun despues de una muerte accidental ó forzada, á la qual no preceden ni la extenuación ni la languidez (1).

Pero no conoceríamos la acción del corazón, si nos contentásemos solo con estudiar los movimientos comunes que agitan todas sus partes á un tiempo. Estas partes se mueven cada una á su vez, á su modo, y sus movimientos se suceden en un orden correlativo á los de las arterias y las venas. Quando se abre el pecho de un animal vivo, se ven executarse las contracciones y dilataciones del corazón y de los vasos como se sigue:

1.º Las dos aurículas se contraen de un solo golpe, al mismo tiempo que los dos ventrículos se dilatan. Despues se dilatan las aurículas y entonces los ventrículos

(1) A fin de probar que no existe ya sangre en el corazón despues del diastole, Haller discurre en vez de observar. Si no quedase cierta cantidad de ella, dice, la irritación perpetuamente producida por su presencia, solicitaria este músculo á movimientos continuos que no le permitirían relajarse jamas. *Et primo si insignior aliqua sanguinis copia maneret, irritatio perpetua nasceretur, quæ cordis perennes labores excitarer, neque sineret eum musculum in legitiman laxitatem se remittere.* Mas filósofo hubiera sido sin duda verificar primero el hecho, y sacar despues esta inducción positiva, que la contracción del corazón no tiene solamente por causa el estímulo de la sangre, y que la dilatación no es una simple relajación. Haller, Elem. fisiol. tom. 1, pag. 397.

se contraen por un movimiento comun lo mismo que las aurículas; luego los ventrículos y las aurículas obran en razon inversa los unos de los otros; ó lo que es lo mismo, la contracción de los primeros coincide siempre con la dilatación de las segundas, y recíprocamente.

2.º Las venas cavas se contraen quando las aurículas se dilatan, es decir, en el instante en que los ventrículos estan tambien contraídos.

3.º La aorta y la arteria pulmonal tienen movimientos opuestos á los de los ventrículos y las venas, pero simultaneos con los de las aurículas, pues se contraen y se relaxan al mismo tiempo que estas últimas. Luego entre las arterias mayores y las aurículas hay la misma correspondencia, la misma asociación de movimientos, que entre los ventrículos y las venas; y al contrario hay antagonismo ú oposicion entre los ventrículos y las arterias, como la hay entre las arterias y las venas, las venas y las aurículas, las aurículas y los ventrículos.

4.º Durante la contracción de las aurículas, la sangre agitada refluye en parte por las venas cavas y pulmonales. Asimismo vuelve por un refluxo semejante ácia el origen de las venas quando estas se contraen (1).

5.º Como las dos aurículas se contraen á un mismo tiempo, se vacían tambien en un mismo instante; y los ventrículos dilatados, abiertos, recogen entonces toda su sangre. Sobreviniendo despues la contracción de los ventrículos, la sangre es espelida de ellos é impelida en las arterias.

6.º La aorta no retiene tampoco toda la cantidad de sangre que es introducida en ella; y una porción de este fluido vuelve al ventrículo izquierdo por las arterias coronarias. Fontana, hablando de la estructura y situación de las válvulas, ha demostrado que por el simple efecto de su movimiento en la aorta, la sangre de-

(1) Haller ha observado este refluxo, y seguido algunas veces su efecto en venas muy distantes.

de refluir al corazón, y que este refluxo debe tener lugar, no solamente respecto de la parte que existe entre la convexidad de las válvulas y las paredes de la arteria, sino también respecto de aquella que se ha introducido en la aorta hasta los bordes mas altos de las válvulas, ó que impelida con ellas, las distiende y sale fuera.

7.º Mientras que el animal conserva su vigor, el movimiento de las aurículas no es sucesivo y distinto con relación á sus diferentes partes, las cuales ceden todas juntas á una sola y única contracción. Boerhaave queria que se hiciese esta en dos tiempos, y que fuese sucesivamente del seno á la aurícula. Este progreso era común á la dilatación y al paso de la sangre; de suerte que según su idea, los movimientos y el fluido se dirigian de la vena al seno, del seno á la aurícula, y de la aurícula al ventrículo (1). Pero esto es solo una suposición arbitraria; porque el seno y la aurícula, es decir, todo el saco comprendido entre el origen de las venas y el ventrículo, tienen movimientos simultáneos, entre los quales no se puede distinguir ni intervalo ni separación.

8.º A medida que el animal se debilita y se desanagra, las contracciones se hacen, ya mas pronta ya mas lentamente; entonces no se suceden ya con la misma regularidad; los ventrículos no aguardan para dilatarse á que se complete la contracción de la aurícula; el movimiento de flujo es mas considerable de un instante á otro; los intervalos de las contracciones á las dilataciones se prolongan mas, y ácia el fin de la vida la aurícula derecha se contrae por lo ordinario mas tiempo y mas frecuentemente que la izquierda.

9.º Si se hace una ligadura en la arteria aorta cerca del corazón, y se abre una de las venas cavas, la sangre abandona las cavidades derechas, se estanca y acumula en las izquierdas, fixando todas las contracciones en el mismo lado. De esta manera lograba Haller transportar

(1) Boerhaave, *Prelect. Acad.*

cómo queria á la aurícula izquierda, la propiedad que posee la derecha de moverse y de obrar la postrera (1).

10. Si se liga ó se comprime la vena cava, el volumen del corazón se disminuye, su calor baxa, sus fuerzas se debilitan, su acción se abate y por último se apaga. Si se afloxa entonces la ligadura, la sangre vuelve á entrar en el ventrículo derecho, reanima sus resortes, y restituye á las pulsaciones del corazón su primera vivacidad.

11. La ligadura de las venas pulmonales no produce la misma debilidad, ántes parece excitar y corroborar al principio la acción del corazón. La sangre tiene que refluir por necesidad al ventrículo derecho, acumularse en él, llenar su cavidad; y lo que hay de particular es que la aurícula vacía no envía sangre al ventrículo de su lado, y sin embargo este no dexa de obrar y de contraerse. Estos experimentos demuestran quanto influye la presencia de la sangre en los movimientos y contracciones de todas las partes del corazón.

12. Es posible restituir los movimientos del corazón despues de que han cesado, introduciendo ayre en los pulmones. Entonces se desarrolla el sistema pulmonal, se restablece en él la circulación, la sangre pasa de los pulmones al corazón, excitando de nuevo sus contracciones. De este modo se puede hacer circular la sangre por los pulmones deprimidos; como se vió en la experiencia de Hook, que reanimaba á su arbitrio los movimientos del corazón soplando por la traquea.

Si se reflexioná un poco sobre los experimentos precedentes, y se comparan con ellos las observaciones hechas con el mismo designio, será fácil convencerse que no dexan que desear sobre el movimiento del corazón y de sus partes: de lo que no quedará duda alguna, si se analizan bien las circunstancias y los fenómenos de este movimiento, cuyo resumen vamos á presentar.

(1) Haller, *Mem. sobre el movimiento del corazón.*

Primeramente, las dos aurículas derecha é izquierda, como igualmente los senos venosos, se llenan de sangre, la una por la vena cava, y la otra por las venas pulmonales; con lo que se dilatan, se hinchan, se ponen tumidas y elevadas.

En el mismo instante los dos ventrículos, derecho é izquierdo, se vacian y arrojan la sangre en la aorta y en la arteria pulmonal; en este tiempo se contraen, se comprimen, y todo el corazon impelido ácia delante y ácia arriba se acorta.

En este mismo instante las dos arterias, pulmonal y aorta, se dilatan, se ensanchan y se llenan de la sangre que han vertido en ellas los ventrículos.

Síguese pues que la dilatacion de los senos venosos, aurículas y arterias mayores por una parte, y la contraccion de los ventrículos por otra, se executan en un solo y único tiempo.

En segundo lugar, las dos aurículas, igualmente que los senos venosos, se descargan de sangre y la arrojan en los ventrículos; entónces se contraen, se apartan, se baxan y se retiran.

En el mismo momento se llenan tambien los dos ventrículos, y reciben la sangre expelida por los senos venosos y las aurículas; entónces se dilatan, se relaxan, y el corazon cayendo en una especie de colapso se alarga.

En este mismo momento se contraen y se vacian las arterias mayores, arrojando en sus ramos la sangre que habian recibido primero.

De aquí resulta que la dilatacion de los ventrículos y de las venas por un lado, y la contraccion de los senos, aurículas y arterias mayores por otro, se efectuan tambien en un solo y único tiempo.

Luego no se dan, como han pensado algunos, quatro movimientos distintos para las quatro partes del corazon, á saber, dos para los ventrículos y dos para las aurículas; sino que el movimiento, ya de sistole, ya de diastole de la aurícula derecha, es isocrono ó simultáneo

con el mismo movimiento de la aurícula izquierda, como lo es igualmente con el de las arterias; los movimientos de los ventrículos son isocronos ó simultáneos entre sí y con el de las venas, como son asincronos ó inversos con los de las arterias, las aurículas y los senos, &c.

Los anatómicos han considerado los movimientos del corazon de diversas maneras, queriéndolos acomodar algunas veces á un orden de sucesion que no les era natural. Quando Harveo con la evidencia de sus pruebas se llevó tras sí el voto general de los sabios de Europa, obligados estos á declararse por la circulacion de la sangre, no dexaron por eso de obstinarse mas y mas en sus disputas y opiniones particulares acerca de los movimientos del corazon (1). Lancisi mudó todas las ideas, pretendiendo que el movimiento de las aurículas no alternaba con el de los ventrículos, y que la contraccion de estos no podia ser precedida de una contraccion absoluta ó total de las primeras; sino solamente que la aurícula comenzaba á contraerse primero, y que despues el final de su contraccion coincidía con el principio del sistole del corazon. Este autor distinguia así tres tiempos ó periodos en la accion sucesiva de los ventrículos y de las aurículas (2).

Hasta el presente han sido contrarios los experimentos á la division de cada sistole ó de cada diastole de las diferentes partes del corazon en tres momentos, y ellos nos autorizan á desecharla como destituida enteramente de fundamento; 1.º porque seria imposible descubrir estos tres tiempos, á no ser por los sentidos ilusorios de la imaginacion, en medio de la celeridad inconcebible con que se executan dichos movimientos, y hasta ahora ningun anatómico se ha lisongeado haberlos distinguido; 2.º porque de esta conseqüencia paradógica resultaria, que el corazon contraido exprimiria

(1) Harveo, *Exerc. tom. 1. de mot. cord.*

(2) Lancisi, *de Corde. libr. cit.*



la sangre ántes de estar lleno, pues es cierto que en el instante en que los senos y las aurículas impelen la sangre en el corazon, este no puede expelerla al mismo tiempo en las arterias, por quanto la sangre una vez introducida en los ventrículos es retenida en ellos por las válvulas tricuspidales y mitrales, que inclinándose ácia el orificio arterial, lo cierran é impiden que admita la menor cantidad mas.

No es ménos falsa la hipótesis de Nicholls, el qual considerando en abstracto los movimientos de cada parte aislada del corazon, los referia todos á tiempos distintos y medidos. Se necesitaban pues, segun Nicholls, seis momentos para que el corazon se hubiese de contraer totalmente, á saber: el primero para la aurícula derecha, el segundo para el ventrículo derecho, el tercero para la arteria pulmonal, el quarto para la aurícula izquierda, el quinto para el ventrículo izquierdo, y el sexto para la aorta (1). En consecuencia no admitia simultaneidad ni entre los movimientos de las dos aurículas, ni entre los de los dos ventrículos, los quales en lugar de ser isocronos en sus contracciones y dilataciones, eran opuestos de un modo tal, que el lado derecho, aurícula ó ventrículo, se contraia siempre quando el lado izquierdo se relajaba, y reciprocamente.

Pero no es posible conciliar la estructura anatómica del corazon con la idea de un movimiento parcial en cada cavidad: pues estando formado el tabique medio y comun que las separa de las fibras entrelazadas y reunidas de una y otra, debe haber entre ellas una conexi6n tan íntima, que es preciso que sus movimientos se ejecuten de una vez y á un mismo tiempo. Esta hipótesis, desmentida por otra parte por los experimentos y los hechos, tiene contra sí todas las razones con que hemos combatido y refutado el sistema imaginario de Lancisi.

La muerte se va apoderando de las diferentes partes

(1) *Compend. anat. econom.*

del corazon sucesivamente, y siempre son las cavidades izquierdas las que mueren las primeras; porque estas dexan de obrar y de vivir en el instante en que el ventrículo derecho no tiene ya bastante fuerza para enviar á los pulmones la cantidad de sangre que necesitan. La accion y la vida de las cavidades derechas subsisten mas tiempo, solo por la razon de que la sangre refluye á ellas de todo el cuerpo aun despues que ya no penetra en las izquierdas. Pero interceptándose el paso de este fluido por los pulmones, el ventrículo derecho sobrecargado, dexa de latir, y muere. La aurícula derecha palpita todavia despues de él, y es la postrera que acaba. *Ultimum moriens.*

El corazon entra espontáneamente en alternativas perpetuas de contraccion y dilataci6n, pasando del estado de quietud al de movimiento, luego que es excitado por el ayre, el calor, la sangre, el escalpelo, por la materia de una inyeccion, por un licor acre, por sales, por venenos, &c. conservando y reteniendo esta propiedad vital aun mucho tiempo despues que todos los músculos del cuerpo animal han caido irrevocablemente en la inercia y en el reposo de la muerte (1). Si se arranca el corazon del pecho de un animal, sigue moviéndose en el mismo orden que se movia ántes de la extracci6n. Apagados una vez estos movimientos, es posible restablecerlos aplicando diversos medios de irritaci6n á su substancia, y principalmente á las paredes interiores de sus cavidades, que son las partes mas irritables de todas. En un animal de sangre fria late y salta todavia este órgano por espacio de doce horas, aunque los intestinos y los músculos voluntarios hayan perdido mucho ántes y para siempre toda su accion. Los intestinos de los animales de sangre caliente participan con el corazon de la prerogativa de tener una irritabilidad mas constante y durable que la de todos los demas músculos. Sin embargo, la accion del ayre, llegando hasta las

(1) Plinio, *Hist. mund.* lib. 2. Senac, obr. cit. Haller y sus discipulos.

cavidades del corazon, ha restituido algunas veces su movimiento mucho mas allá del tiempo en que el de los intestinos se había extinguido sin recurso (1).

Está probado positivamente, que la irritabilidad del corazon sobrevive á la de los demas órganos irritables, y que se distingue en él por la duracion ó permanencia de sus movimientos. Esta duracion es mas larga respecto de las aurículas que de los ventrículos, pues que aquellas se mueven y pulsán aun mucho después de la extincion absoluta del movimiento de estos últimos. Galeno había ya escrito que las partes del corazon mas cercanas á su base eran tambien las mas vivaces, y que las fuerzas de este órgano consumiéndose sucesivamente, las abandonaban descendiendo de la punta á la base, donde por último se concentraban (2).

¿Pero el corazon es verdaderamente mas irritable que los otros músculos, ó solo parece serlo porque es irritado con mas frecuencia por la sangre, que viene á ser para él un estímulo habitual extraño á su tejido? Fontana reconoce muchos que igualan y aun exceden en irritabilidad al corazon; pero que siendo ménos estimulados y ménos exercitados que este, no manifiestan tal vez la misma aptitud á producir sin interrupcion ni obstáculo sus contracciones por tanto tiempo. Si esto es así, los movimientos del corazon no serian mas constantes, mas durables, mas expeditos y fáciles sino en razon del estímulo directo que obra en él incesantemente, y no como Haller creia, por la causa de la situacion particular de sus nervios, que estando mas cerca de la túbica interna de los ventrículos, óeran estimulados por la sangre con mas vehemencia, y mas inmediatamente (3). Pero concedien-

(1) Haller, Mem. sobr. las part. sens. é irrit. *Idem*, elem. fisiol.

(2) Galeno, *Admin. anat.*

(3) Fontana, *Richerche filosof. sobr. la fisic.* &c. cap. 5. Haller, elem. fisiol.

do á Fontana, contra las pretensiones injustas de Haller, que si el corazon puede contraerse sin el socorro de los nervios no debe á la distribucion singular de ellos el privilegio inciertísimo de ser el mas irritable de los músculos; siempre nos quedará que preguntarle, cómo la aplicacion repetida y no interrumpida de un mismo estímulo puede mantener en toda su fuerza la irritabilidad del corazon, en lugar de embotarla y destruirla con el tiempo por el hábito inveterado de las mismas irritaciones.

Se formaria una idea falsa y limitada de los movimientos del corazon qualquiera que presumiese que no deben ser excitados sino por la sangre; pues vemos que nacen y se producen á la impresion estimulante de una multitud de agentes diversos, como el ayre, el calor, el hierro, el agua, los alcalis, los ácidos, las sales neutras, los óxidos metálicos, los vapores de azufre, los de amoniacó, la chispa eléctrica, &c. Pero ninguno de estos medios suple por la sangre para determinar la acción del corazon con la fuerza, la regularidad y la constancia que se observa en el estado natural; los demas solo producen movimientos débiles, irregulares y morbosos. Es preciso exceptuar el ayre que es el mejor estímulo después de la sangre, y el que restituye al corazon sus contracciones aun después que ninguno de los otros es ya capaz de afectarle (1). El corazon de los animales tiernos es en general mas vivamente irritable y mucho mas tiempo que el de los animales mas hechos. Tosséti ha experimentado que daba muestras de poca irritabilidad en un perro viejo, y que perdía el movimiento para siempre antes de haber perdido su calor; mientras que en un cachorro batió y pulsaba sin cesar, aunque el calor se hubiese extinguido completamente (2).

(1) Senac, Haller, Tosetti, Fontana, Caldañi, Zimmerman, Whytt, Brochlesby, Goodwin, Beddoes, &c.

(2) Tosetti, *Littera 2, exper.*

La irritabilidad es pues la causa ó principio de los movimientos del corazón como de todos los músculos; pero en esta víscera no es lo que parece ser en los demás órganos. En primer lugar se diferencia de la de aquellos en la facultad de obedecer á un ejercicio continuo sin descansar ni interrumpirse jamas, en vez que los músculos voluntarios solo la exercen de tiempo en tiempo, y de manera que su uso se interrumpe por intervalos determinados de reposo, pues que no es ménos imposible continuar siempre la acción de estos músculos, que suspender un instante la del corazón. En segundo lugar este órgano se diferencia de los demás relativamente á la irritabilidad y á las fuerzas motrices, por la duración de sus efectos, que en el corazón se renuevan mucho despues de su muerte á la presencia de algunos estímulos exteriores. Ultimamente difiere de ellos por la necesidad de recibir la influencia del cerebro y de los nervios, que siendo indispensable para los músculos, no lo es tanto ni con mucha diferencia para el corazón, como lo acreditan mil y mil experimentos.

Los nervios del corazón han sido irritados y atormentados repetidas veces, sin que esta irritación haya alterado en nada, ni la energía, ni el orden, ni la regularidad de sus movimientos. En una fuerte ligadura se han visto comprehendidos los numerosos ramos que este órgano recibe del octavo par, y su acción no pareció ni alterarse ni suspenderse (1). Pero como el octavo par no es el único que da nervios al corazón, pues que el intercostal le suministra tambien muchos, se han practicado las mismas operaciones con los ramos de este último, y se ha notado que ligando ó cortando el intercostal con el par vago, no se destruía enteramente el movimiento del corazón ni la vida, que subsistian sin alteración aun algunas horas despues de la prueba (2).

(1) Haller, elem. fisiol. tom. 1.º (1)

(2) Petit, Mem. de la Acad. de las Cienc. de París, año de 1727, Brunner, Vans Wieten.

Si llevando mas adelante nuestras investigaciones subimos hasta el origen de estos nervios, hallaremos que la influencia de la médula espinal y del cerebro en el corazón es mucho mas limitada que lo es respectó de los músculos sometidos á la voluntad. Haller destruyó y arrancó toda la médula espinal de muchos perros vivos, y vió que la respiración continuaba executándose como ántes, y que el corazón palpitaba aun despues de hecha la operación. Finalmente asegura Wepfer, que la amputación de la cabeza en animales de muy poco tiempo no impide que el corazón se mueva y pulse algunas horas á su modo ordinario (1). Estos hechos, no lo disimulemos, han tenido contradictores, que deben moderar pero no destruir absolutamente las inducciones que se deben sacar de ellos, para establecer como conviene un término fijo entre las fuerzas propias del corazón y las del cerebro.

A pesar del número y variedad de los nervios que van al corazón, este órgano nunca se ha encontrado demasíadamente sensible ni en los experimentos ni en las enfermedades. La mayor parte de ellos se invierten en su superficie, y hay muy pocos, como no sean algunos filamentos muy finos, que penetren en el interior de su tejido; por eso las afecciones de este órgano no vienen acompañadas en general de muy vivos dolores. ¿Pero se deberá concluir de aquí que sea absolutamente insensible? No sin duda; y aunque Harveo cita la observación de un caballero inglés en quien este órgano puesto al descubierto no dexó ver la menor demostración de sentimiento, un exemplar semejante, único en su género, dependía de alguna de aquellas condiciones singulares que se sustraen á las leyes de la naturaleza en vez de dimanar de ellas (2). Se ha experimentado muchas veces que descubriendo el corazón de un animal y comprimiéndole despues en la punta, el animal sujeto á la prueba demuestra por todas las señales

(1) Haller, Op. cit. Wepfer, de Cicut. aquat. (1)

(2) Harveo, Exercit. de Cordo.