

EN TORNO A LA INTEGRACION DE LA DOCTRINA CIRCULATORIA Y SU DIFUSION EN AMERICA

Palabras clave: Doctrina circulatoria. Circulación pulmonar. Circulación sistémica. Miguel Servet. Realdo Colombo. William Harvey. Marcello Malpighi.

Dr. Alfredo de Micheli

*Instituto Nacional de Cardiología
"Ignacio Chávez". México.*

INCICH

FAX (015) 4852947

E-mail: archivos@cardiologia.org.mx

RESUMEN

Se describen los diferentes eslabones del proceso que llevó a la integración y difusión de la doctrina de la circulación sanguínea. Éstos van de las primeras descripciones de las estructuras cardíacas por autores del mundo antiguo a las cuidadosas observaciones anatómicas efectuadas por investigadores pre-renacentistas y renacentistas, como el propio Leonardo da Vinci. A mediados del siglo XVI se realizaron las primeras descripciones conocidas de la circulación pulmonar debidas, de manera independiente, a Miguel Servet y a Realdo Colombo. Más tarde se logró el conocimiento de la circulación sistémica, incubado en la Universidad de Padua y llevado a la luz por William Harvey con el método experimental cuantitativo conforme al pensamiento de Galileo. Se relatan asimismo los avatares de la doctrina circulatoria, inicialmente rechazada por los ambientes tradicionalistas -como la Sorbona parisiense- y aceptada por elementos jóvenes e innovadores tanto en la propia Inglaterra como en la Europa continental. En la segunda mitad del siglo XVII, y en la primera del XVIII, la doctrina mencionada fue aceptada y difundida por toda

Europa y por el continente americano.

Ésta inspiró, además, la práctica de las inyecciones intravenosas y de las transfusiones sanguíneas. La integración de tal doctrina -como acontece en la evolución de las ideas científicas en general- ha permitido desechar ciertas creencias que formaban parte constitutiva de ella: por ej. el hechizo renacentista de la circularidad.

SUMMARY

The different steps of the process leading to the integration and diffusion of the blood circulation doctrine are described. These go from the first descriptions of the heart structures by authors of the ancient world to the careful anatomical observations of Renaissance scientists, such as Leonardo da Vinci. Towards the middle of the XVI century, the first well-known descriptions of pulmonary circulation were made independently by Miguel Servet and Realdo Colombo. Later, William Harvey, based on the experimental quantitative method according to Galileo's thought, achieved the knowledge of systemic circulation.

The vicissitudes encountered by the circulation doctrine are also disclosed. At the beginning, this concept was rejected by the traditional milieu -such as the Sorbonne of Paris-, but was accepted by the young and innovative researchers in both England and Continental Europe. In the second half of the XVII century, and in the first half of the XVIII, the mentioned doctrine was accepted and spread throughout Europe and the American continent. Furthermore, this doctrine inspired the

medical practice of intravenous injections and blood transfusions. Its integration, as generally appears in the evolution of scientific thinking, allowed to reject some believes deeply rooted in the doctrine's constituent structure, i.e. the Renaissance spell of circularity.

ÉPOCA MÁS ANTIGUA

Los sacerdotes del antiguo Egipto ofrecían en forma ritual el cuerpo del difunto a los dioses: "apoteosis de aceptación". (1) Los nombres con los que, a capite ad calcem, todos y cada uno de los miembros quedaban identificados con una divinidad constituyen, según H. Grapow, el léxico anatómico más antiguo de la historia. Debe hacerse énfasis en que las nociones más precisas se refieren al corazón y a los vasos. De hecho, el corazón representaba para los egipcios el centro de la personalidad.

Un tratado esotérico "El secreto del médico: conocimiento del corazón y de sus movimientos" -contenido en los papiros de Ebers (c. 1500 a.C.) y de Edwin Smith, de la misma época describe a este órgano como una masa cárnea, en la cual tiene su sede y su centro el sistema vascular. (2) Los vasos (entw) van a todas las partes del cuerpo y se consideran en número de 48 en una copia y de 22 en la otra. Se dice en este tratado que: "Con el pulso, habla el corazón por los vasos a

todos los miembros ... El aire inspirado penetra por la nariz hasta los pulmones y el corazón, desde donde se reparte".

ÉPOCA CLÁSICA

En el tratado hipocrático tardío *Peri kardih* (De corde), ya se halla la justa distinción entre aurículas y ventrículos, así como un estudio acucioso de las válvulas cardiacas y de ciertos aspectos particulares del ventrículo izquierdo (3). Según Aristóteles (384 - 322 a. C.), la sangre se encuentra sólo en el corazón y en las venas, fuera de estos órganos se coagula. El Estagirita dejó una descripción insuficiente del corazón y de las grandes arterias de su base, que él examinó solamente en animales pequeños. Así que atribuyó al corazón sólo tres cavidades independientes, en comunicación con los pulmones: del ventrículo derecho se desprende la vena cava, de la que la arteria pulmonar constituye una rama, mientras que la aorta -a la que dio el nombre (*awrth*) y que consideraba también como una vena- sale del ventrículo medio. Aristóteles fue el primero en observar la pulsación cardiaca en el embrión de pollo al tercer día (lo afirmó Harvey en el *De motu cordis* ...) y consideraba que el corazón es el primero en vivir y el último en morir (*primum vivens, ultimum moriens*). Tal concepto pasó a la Edad Media y perduró hasta el siglo XVIII.

Diocles de Caristo (4) fue el autor del más antiguo tratado de anatomía que nos ha llegado. Praxágoras, renovador de la escuela de Cos, estudió arterias y venas, acuñó el nombre de vena cava (*phléps Koile*) (5) y elaboró un esquema de la circulación sanguínea: el ventrículo izquierdo y las arterias contienen aire, mientras que el ventrículo derecho y las venas están repletas de sangre. Redactó asimismo un tratado sobre la importancia del pulso definiendo la diferencia entre el normal y el patológico.

Herófilo de Calcedonia, discípulo de Praxágoras, enseñó en la célebre escuela de Alejandría, fundada por Tolomeo I Sóter hacia fines del siglo IV a.C. Demostró el isocronismo de los latidos del corazón y de las arterias, estudió las características del pulso, señaló el pulso dicrótico y trató de relacionar las fases de la pulsación arteriosa con las de la respiración. A su vez Erasístrato de Cos, ya alumno de Teofrasto en Atenas y de Crisipo el joven en la escuela de Cnido, discípulo y después rival de Herófilo en Alejandría, comprendió el significado de las válvulas cardiacas: impiden a la sangre y a los "espíritus", que salen del corazón, volver atrás. El término válvula será introducido por el anatomista italiano Alessandro Benedetti en 1493. Concebió Erasístrato dos sistemas: uno transportador de la sangre y el otro transportador de aire. Son éstos independientes en condiciones normales; sólo en condiciones patológicas (fiebre, heridas, etc.), la sangre lograría pasar de los extremos de las venas hacia las arterias a través de pequeñas comunicaciones: las sinostomosis. (5) En el campo de la terapéutica, se opuso siempre a la práctica de la sangría.

Durante la era romana, las noticias más completas acerca del sistema cardiovascular son las que figuran en el libro VI de la enciclopedia *Artes*, sección denominada *De medicina*, de Aulo Cornelio Celso (siglo I d. C.).

En lo referente al corazón, él describe la existencia de dos ventrículos y su estructura muscular, así como su localización en el tórax. Acerca de la necesidad de efectuar estudios anatómicos en el hombre, escribió: "*Mortuorum corpora incidere discen-tibus necessarium*" (6) (Es necesario hacer disecciones en cuerpos humanos para los que quieren aprender).

Galeno de Pérgamo (129-200 ó 201 d.C.) al investigar en animales vivos

demostró que las arterias contienen solamente sangre; éstas transmiten la pulsación pero no la crean. Consideraba el corazón como una especie de reservorio, que recibe la sangre por una abertura y la expulsa por otra. Según él, las venas se originan del hígado y las arterias del corazón. El centro de las arterias es el corazón izquierdo, en donde se forma la parte más pura de la sangre, que le llega casi toda del ventrículo derecho a través de poros invisibles: *foramina septi*. Ésta, mezclada con *pneuma*, es enviada durante la sístole hacia todos los órganos. La sangre viene del corazón porque allí se ve antes de la formación de las venas, cuyo centro es el hígado. Para Galeno los movimientos de la sangre están relacionados esencialmente con las contracciones y las dilataciones rítmicas de las arterias. En el embrión, se ve precozmente un punto con movimientos contráctiles: *punctum saliens*. Autores modernos consideran a Galeno (7) como el creador de las ciencias fisiológicas, a Hipócrates como el padre de la medicina y a Aristóteles como el padre de las ciencias naturales.

ÉPOCA RENACENTISTA.

Leonardo da Vinci (8) realizó numerosos dibujos concernientes al sistema cardiovascular. Representó el corazón en forma de cono con las arterias y las venas coronarias en su superficie y también el corazón abierto con los ventrículos, el tabique inter-ventricular, la aurícula derecha y las grandes arterias de la base (Figura No 1), con las válvulas sigmoides abiertas y cerradas y con el estudio del movimiento de la sangre.

Figura N° 1.
Los ventrículos, el tabique interventricular, la aurícula derecha y las grandes arterias, dibujados por Leonardo da Vinci (Ref. No. 6).



Escribió que el corazón está envuelto en una "cassula" -el pericardio-, mientras que un panículo -el epicardio- lo reviste directamente y fija sobre él los vasos coronarios. Preocupó mucho a Leonardo la función de las válvulas cardíacas, por lo que realizó varios experimentos para estudiar el paso de la sangre del ventrículo izquierdo hacia la aorta utilizando modelos de vidrio y de yeso. Estudió aun la función de las arterias y las venas pulmonares. Pero, al mantenerse fiel a la doctrina galénica, no vislumbró la circulación sanguínea. Berengario de Carpi, en sus *Commentaria*, ya expresaba dudas acerca de la existencia de agujeros septales.

La circulación menor.

Al contrario de lo que opina Mattioli, (9) no hay ninguna prueba de que Miguel Servet haya sido alumno de la Universidad de Padua, (10) aunque pudiera haberla visitado cuando estuvo en Italia en el séquito del emperador Carlos V, en el período 1529-1530, i.e. mucho antes de que Realdo Colombo figurara en el rotulus de aquella universidad (1540) y obtuviera la cátedra de anatomía como sucesor de Vesalio (1544). Este último

menciona la integridad del tabique interventricular sólo en la segunda edición de su "Fábrica", (11) es decir, cuatro años después de que saliera a la luz el tratado *De re anatomica* de Colombo (1559). Tampoco puede afirmarse que Colombo haya sido influido por la obra de Servet: *Christianismi Restitutio* -como insinuaba Pedro Laín Entralgo (12) porque este tratado se dio a conocer solamente en 1694 por G. Wotton. (13)

Cabe otra posibilidad. En un escrito del médico damasceno Ibn-an-Nafis (1210-1288), que ejerciera su arte en el Hospital Mansouri de El Cairo, se describe la circulación pulmonar. Tal escrito está comprendido en los "Comentarios" al Canon de Avicena. Lo que concierne a la circulación menor lleva el título "Shaar Tshrih Al Canun", i.e. "Comentarios sobre la anatomía del Canon" y fue elaborado verosíblemente después de 1245. El autor lo desarrolla en forma eminentemente práctica comparando lo que relataba Avicena, con base en publicaciones galénicas, con sus observaciones personales. Ya había realizado Nafis estudios de anatomía comparada con el fin de establecer relaciones anatómicas entre diferentes especies animales. Autores modernos (14) creen justo reivindicar para él la primacía en el estudio de dicha disciplina, aunque éste se haya iniciado con Alcmeón de Crotona. (15) La descripción de la circulación menor por Nafis se hizo de dominio público en Occidente sólo en el siglo XX, gracias a la tesis doctoral del médico egipcio Tatawi en 1924 (16) y a dos artículos de Meyerhof. (17,18) Al discutir los conceptos de Avicena sobre la arteria venalis (vena pulmonar), Nafis expresó lo siguiente: (19) "...Una de las funciones del corazón es la generación del "espíritu", que consiste en sangre altamente purificada y muy mezclable con una sustancia aérea. El espíritu animal se engendra en la cavidad cardíaca izquierda. Es también esencial que exista en el

corazón del hombre, y en el de los animales que poseen pulmones, otra cavidad en la que la sangre se purifica para volverse apta a la mezcla con el aire. Si este último se mezclara con sangre espesa, no podría originarse un compuesto homogéneo. Tal cavidad es la derecha, de las dos que tiene el corazón. Cuando la sangre se ha vuelto sutil en dicha cavidad, debe pasar a la izquierda en donde se origina el espíritu animal. Pero no hay ninguna comunicación directa -como pensaban algunos- entre las dos cavidades, porque el tabique interventricular es hermético, sin fenestraciones aparentes. Ni, como afirmaba Galeno, unos poros pequeñísimos permitirían el paso de la sangre, porque no hay evidencia de tales poros y el tabique interventricular es sólido. Por eso la sangre, después de haberse hecho sutil, pasa por la vena arterialis (arteria pulmonar) a los pulmones para mezclarse con el aire en el parénquima pulmonar. La sangre aerada se purifica y se dirige por la arteria venalis (vena pulmonar) hacia la cavidad cardíaca izquierda, tras haberse mezclado con el aire y siendo así idónea para la elaboración del espíritu animal ...".

No puede descartarse la posibilidad de que la escuela anatómica patavina de la primera mitad del siglo XVI tuviese conocimiento de las ideas de Nafis por una transmisión verbal iniciada tal vez por los médicos Andrea y Paolo Alpago, de Belluno, quienes residieron en Damasco de 1487 a 1517 y en la isla de Chipre de 1517 a 1520.20 Andrea regresó a Venecia en 1520 y al año siguiente le fue encomendada una cátedra de Medicina en la Universidad de Padua. Podría pensarse, pues, que en su estrecha vinculación a la universidad patavina y en sus contactos con los anatomistas de allí, haya comunicado algo de las observaciones de Nafis. Después de su muerte, en 1522, tales contactos continuaron por obra de su sobrino Paolo. Andrea Alpago

estaba familiarizado con autores árabes, según declara él mismo en el prólogo a sus anotaciones a la traducción latina del Canon", (21) efectuada por Gerardo de Cremona. Entre tales autores estaba el propio Nafis, ya que en las traducciones publicadas en 1547 por Paolo Alpago se hallaba la *Expositio super quintum canonem Avicernae*. Más aún, en el prólogo mencionado, está la sección *Arabicorum nominum interpretatio*, en la cual, al razonar acerca de la interpretación de un vocablo, el autor aduce como fuente el criterio filológico expresado por Nafis. De todos modos, lo antes dicho no permite descartar que Colombo haya podido describir la circulación pulmonar con base en sus observaciones directas. Su discípulo Juan Valverde de Amusco, en el proemio de su "Historia de la composición del cuerpo humano", (22) escribe que las láminas del tratado ya estaban listas desde hace mucho tiempo y que todo lo que él dice del corazón y de los vasos sanguíneos constituye un epitome de la anatomía de Colombo, su maestro. Los grabados incluidos en el texto de Valverde se deben al español Gaspar Becerra, alumno de Michelangelo Buonarroti.

Por lo que toca a Miguel Servet, debe recordarse que estudió Medicina en París, dedicándose a efectuar disecciones anatómicas como ayudante del catedrático Juan Guenther de Andernach. (23) En Viena del Delfinado, redactó y publicó una obra de controversia teológica *Christianismi Restitutio ...* (1553), (24) en donde las páginas 168 a 173 del libro V están consagradas a la descripción de la circulación menor. Tal publicación completa un manuscrito anterior de 1546, que se conserva inédito en la biblioteca nacional de París (MS Lat. 18212).

Más tarde (1571) se publicaron *Peripateticarum quaestionum libri quinque* (25) de Andrea Cesalpino de Arezzo (1519-1603), quien fuera

alumno en Pisa de los anatomistas y cirujanos Realdo Colombo y Guido Guidi (Vidus Vidius). En esta publicación, se emplea por vez primera la palabra circulación en el sentido actual pero solamente referida a la pulmonar: "... A esta circulación de la sangre del ventrículo derecho del corazón a través de los pulmones hacia el ventrículo izquierdo, corresponden de manera fidedigna los hechos constatados por las disecciones anatómicas". El concepto de circulación se expresa mejor todavía en otra obra suya *Quaestionum medicarum L II, q XVII*: "Sic enim perpetuus quidem motus est ex vena cava per cor et pulmones in arteriam aortam" (así hay un movimiento continuo de la sangre de la vena cava a través del corazón y los pulmones hacia la aorta). Afirma aun que la vena arteriosa es una verdadera arteria y la arteria venosa es un vaso venoso... La contribución más importante de Cesalpino consiste probablemente en la demostración de que, al comprimir un miembro, las venas se hinchan por debajo y no por encima de la ligadura. Esto refleja evidentemente el curso de la sangre venosa hacia el corazón, aunque el autor no se hubiera percatado de tal hecho. Los méritos esenciales de éste, según Mattioli, (26) consisten en haber establecido, en contra de la tradición galénica, que la sangre no se forma en el hígado, que el corazón es el órgano central de la circulación y que la función de la arteria pulmonar es de tipo general y no particular, como resalta en su último importante tratado *Praxis universae artis medicae L VI, c XIX De constitutione cordis*. (27) Sin embargo, sus ideas no se aceptaron ni se difundieron por largo tiempo. Así pues, no se mencionan en el libro *De affectionibus cordis* de Ippolito Francesco Albertini, publicado en Venecia en 1618 -quince años después de la muerte de Cesalpino- y que parece ser el primer tratado italiano de cardiología. Pero Bernardino Genga,

en su "Anatomía quirúrgica" (28) de 1672, incluyó un apartado sobre la circulación sanguínea, en el que se lee lo siguiente: "... En nuestra época sólo se alaba a Inglaterra por haber sido Guillermo Harveo (como dicen) de esa nación, al que admito debe tributarse mucho honor por haber sido el primero en darla a conocer pero no por haber sido el primero en conocerla, pues antes que él ya había sido demostrada por médicos italianos como Realdo Colombo y Cesalpino". Aquí se trata, en realidad, de la circulación pulmonar.

ÉPOCA POSRENACENTISTA.

A principios del siglo XVII (1603), salió a la luz el tratado de Gerolamo Fabrizi de Acquapendente (1533-1619), sucesor de Falloppio en la cátedra de anatomía de la Universidad de Padua, acerca de las válvulas venosas. (29) En palabras de Fabrizi: "Tales válvulas son tenues membranas situadas en la luz de las venas, especialmente las de los miembros; se presentan aisladas o, en ocasiones, dispuestas en parejas y espaciadas. Sus bocas están dirigidas hacia el corazón y, en el sentido opuesto, se cierran ...". De hecho, las válvulas venosas ya habían sido señaladas por Giambattista Cannano (1515-1579) en la vena ázygos del caballo y, un año después, por Juan Rodríguez de Castelo Branco o Amatus Lusitanus (1510-1566). Falloppio consideraba que dichas válvulas "recte sunt a Canano explicatae" y Vesalio las describió en la segunda edición de su "Fábrica del cuerpo humano".(11)

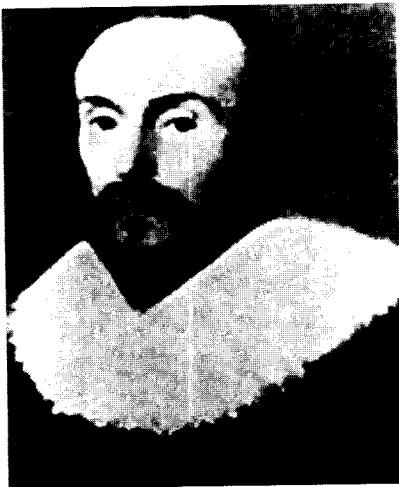
Se lograron varios descubrimientos médicos en el período que va de Vesalio a Harvey. La nueva anatomía y los antecedentes próximos de la doctrina circulatoria aparecen vinculados sobre todo a la Universidad de Padua. Pero la influencia de Aristóteles y Galeno estaba aún presente en figuras destacadas del avance científico de la época. Todos deseaban la corrección

de los errores que adulteraban los textos clásicos, pero nadie pensaba en desechar o reemplazar a los antiguos. El propio Harvey se consideró aristotélico y galenista hasta el fin de sus días.

La circulación mayor.

El descubrimiento de la circulación de la sangre se considera hoy día como el único adelanto fisiológico de principios del siglo XVII, comparable con los avances de las ciencias físicas en aquella época. La historia de tal hazaña podría escribirse legítimamente desde el punto de vista del avance progresivo del conocimiento.

Fig. N° 2
William Harvey (1578-1657).



Educado en Cambridge, William Harvey (Fig. 2) se trasladó en 1597 a Padua, en donde asistió inicialmente a los cursos de Galileo. De los programas académicos, que se han conservado, puede inferirse que el estudiante inglés escuchó las lecciones concernientes a "La esfera" y a "La geometría de Euclides", sustentadas en los años 1599-1600 (Freisleben: Galileo Galilei Physik und Galube ander Wende Zur Neuzeit, p.34). El 18 de octubre de 1600, día de la inaugu-

ración de los cursos de Medicina, se incorporó como alumno de Gerolamo Fabrizi de Acquapendente y de Giulio Casseri (Cassero). El 25 de abril de 1602 obtuvo su diploma de doctor en Medicina con las firmas del conde palatino Segismundo Capodilista, de Fabrizi y de Casseri: (30) "idoneus et sufficientissimus in Artibus et Medicina fuerit iudicatus". Aquel mismo año revalidó su título en Cambridge y se estableció en Londres para ejercer la libre profesión. En mayo de 1604 fue admitido al "Royal College of Physicians", que fundara el doctor Thomas Linacre en 1518. Más tarde entró como facultativo al Hospital de San Bartolomé y, en 1615, fue nombrado profesor de Anatomía en las "Lumleian Lectures" del Royal College. Su primera lección tuvo lugar el 16 de abril de 1616 y la segunda, al día siguiente. En ésta, expuso públicamente sus ideas revolucionarias acerca del movimiento del corazón y de la circulación de la sangre en los animales. Según comunicación personal de Harvey a su amigo Robert Boyle, la idea de la circulación mayor le fue sugerida por la configuración anatómica de las válvulas venosas.

Doce años después de la primera exposición pública de su concepto de la circulación sanguínea, Harvey hizo imprimir su hermosa monografía de 72 páginas titulada *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. (31) La obra consta de tres partes: las dedicatorias, el proemio y la presentación de la doctrina circulatoria. Está dedicada al rey Carlos I Stuart, al doctor Argent, entonces presidente del Royal College, y a los demás colegas. El proemio se basa en su experimentación personal. La exposición de la doctrina comprende 17 capítulos. El autor señala, en el cuarto, que la actividad de las aurículas precede a la de los ventrículos y persiste después del paro de estos últimos. El concepto

de la circulación sanguínea está expresado en forma sintética al final del capítulo VI y al comienzo del capítulo XI: "... como resultado hay un movimiento circular de la sangre de un punto a otro y de este último al primero, a saber, existe un movimiento del centro a la periferia y después de la periferia al centro". En este capítulo, se formula la hipótesis de que, en los miembros y en las extremidades, pasa la sangre de las arterias a las venas por anastomosis o porosidades. El XVII trata de anatomía comparada y de la nueva nomenclatura: la vena arteriosa se define como arteria pulmonar y a la arteria venosa se le designa como vena pulmonar.

El propio Harvey relató la elaboración de la doctrina circulatoria en esta forma: "Comencé a pensar si no existía un movimiento de algún modo circular". De acuerdo con la expresión de Alexandre Koyré, él era aún sensible -como lo fuera Copérnico- al hechizo renacentista de la circularidad. Termina, pues, con las afirmaciones siguientes: "... es necesario concluir que la sangre, en el cuerpo de los animales, es impelida circularmente y se encuentra en movimiento incesante, que ésta es la función que ejerce el corazón mediante sus latidos y el único fin del movimiento y de la contracción cardiacos".

En su primer ensayo anatómico dedicado al anatomista francés Jean Riolan, detractor de su obra, Harvey expresa lo siguiente: (32) "No hay conocimiento que no se base en una percepción previa y no existe idea certera y ampliamente verificada que no tenga su origen en los sentidos". Éstos son conceptos que bien podrían atribuirse a Locke y a los sensualistas del siglo XVIII, aunque ya habían sido enunciados por Bernardino Telesio en el siglo XVI. Fue este último el inspirador de las utopías científicas, que se exponen en "La ciudad del sol" (1623) de su coterráneo

Tommaso Campanella y en la "Nueva Atlántida" (1627) de Francis Bacon. Merece subrayarse, además, que la parte esencial de la doctrina de Harvey estriba no tanto en la simple observación, sino en el principio galileano de la medida, fruto de las enseñanzas del ilustre maestro toscano. En conclusión, es legítimo considerar al sabio inglés como el iniciador de la medicina experimental. (33) Tal aseveración se fundamenta en su obra y en su pensamiento, que puede sintetizarse en una reflexión suya: (34) "Aunque sea un camino nuevo y difícil descubrir la naturaleza de las cosas por el estudio de las mismas, revela mejor los secretos de la filosofía natural y conduce menos al error que derivar nuestro saber de las opiniones de otros".

Se conocen bien pocos ejemplares de la primera edición del *De motu cordis...*, dispersos en las principales bibliotecas del mundo: p. ej. la del "Magdalene College" de Cambridge. De los ejemplares obsequiados por el autor, el único que nos ha llegado -actualmente en la "Houghton Library"-, es el enviado a un compañero de estudios en Padua: Marco Aurelio Severino (1580-1636), famoso anatomista y cirujano calabrés, que enseñó en la Universidad de Nápoles.

La brillante sistematización harveyana estaba incompleta; faltaba la demostración de las comunicaciones existentes entre el sistema arterial y el venoso. Tal eslabón será soldado por Marcello Malpighi (1628-1694), fundador de la anatomía microscópica, la que nació con el estudio de la estructura alveolar de los pulmones (1660). Observó Malpighi los vasos capilares en el pulmón y en el mesenterio de la rana, cuatro años después de la muerte de Harvey, y los describió en el tratado *De pulmonibus observationes anatomicae*,³⁵ cartas dirigidas al napolitano Giovanni Alfonso Borelli,

matemático, físico y biólogo insigne, adalid de la corriente iatromecánica en Italia. Las investigaciones de Malpighi fueron numerosas y se realizaron en diferentes especies animales. Además, observó los hematíes en los pequeños vasos del erizo -sin lograr identificarlos- mediante los excelentes microscopios contruidos por Eustachio Divini, óptico y astrónomo romano. En la segunda mitad del siglo XVIII, Lazzaro Spallanzani, catedrático de historia natural en el Studium Ticinense, describió los capilares en el embrión de pollo y el flujo continuo de los hematíes en tales vasos, gracias a un microscopio modificado por Lyonet.⁽³⁶⁾ Él mismo relató las circunstancias de su descubrimiento en la introducción a la obra "De' fenomeni della circolazione, dissertazione 4^a". Con sus estudios sobre la mecánica circulatoria, la acción del corazón y la elasticidad de las arterias, demostró que la corriente sanguínea adquiere mayor velocidad en la fase sistólica y tiene menor velocidad en la diástole. Más aún, en los grandes vasos, la velocidad de la corriente axial es mayor que la de la corriente periférica, que acarrea los elementos morfológicos de la sangre, de menor peso. Estos resultados fueron confirmados por Poiseuille en 1834 (ley de Poiseuille). Spallanzani demostró también la elasticidad de los hematíes en los capilares (37) y estableció las primeras leyes que regulan la función cardíaca, por lo que fue definido como un "legislador de la hemodinámica", título que comparte con Albrecht von Haller. Los resultados de sus observaciones acuciosas se presentaron en la obra "Fenomeni della circolazione osservati nel giro universale dei vasi" (1773). Autores modernos opinan que Spallanzani fue para las ciencias biológicas lo que fuera Galileo para las ciencias físicas. También sus contemporáneos le apreciaron mucho, p. ej. José Antonio Alzate, que le dedicó la disertación publicada en una de sus

Gazetas Literarias (tercer volumen, 1795).

Circulación linfática.

Por otra parte, Gaspare Aselli (1581-1626), catedrático de anatomía en la Universidad de Pavia, observó los vasos quilíferos del perro (*venae albae et lacteae*) durante una demostración anatómica sobre los movimientos del diafragma y el recorrido de los nervios recurrentes, efectuada en Milán el 23 de julio de 1622 en presencia de Ludovico Settala, entonces presidente del Consejo de Sanidad, y de Alessandro Tadino. Aselli descubrió asimismo las relaciones existentes entre los vasos quilíferos y las glándulas linfáticas del mesenterio del perro, mas no entendió la función de los primeros. Su libro *De lactice sive de lacteis venis*,³⁸ publicado póstumo en 1627, fue el primero en presentar cuatro tablas en colores. Dicha monografía se hallaba en la biblioteca del Dr. Bartolache. (39)

Años después (1634), los vasos quilíferos fueron identificados asimismo en el cuerpo de un hombre ajusticiado, por el juez francés Claude Fabri de Peiresc, aficionado a los estudios anatómicos y conocedor del libro de Aselli. En 1648 Jean Pecquet (1622-1674), de la Universidad de Montpellier, descubrió en el perro el conducto torácico, (40) que constituye el lugar de convergencia de muchos troncos linfáticos: los de las regiones subdiafragmáticas del cuerpo y de la mitad izquierda de la sección supradiafragmática (cabeza, tórax, patas anteriores). Pecquet describió también la llamada cisterna (cisterna chili), que es una dilatación en la base del conducto (*receptaculum Pecqueti*). (40) Jan van Horne (1621-1670), catedrático en la Universidad de Leiden, demostró a su vez la presencia del conducto torácico, y su desembocadura en la vena subclavia izquierda, en el hombre. Poco después (1651), el sueco Olof Rudbeck, que estudiaba en

Padua, identificó los vasos linfáticos del hígado y su desembocadura en el conducto torácico. Describió asimismo los vasos linfáticos de la superficie pulmonar, del tórax y de la pelvis. Resultado de sus investigaciones fue la obra *Nova exercitatio anatomica ...*, publicada en 1653. Por su lado, el anatomista danés Thomas Bartholin demostró la existencia de vasos quilíferos, más tarde llamados linfáticos, en todo el cuerpo como un sistema único. (41)

Frederijk Ruysch, profesor de anatomía y cirugía en Amsterdam, en su *Dilucidatio vavularum in vasis lymphaticis* (1665) dio una completa descripción de las válvulas de los vasos linfáticos, las que atestiguan el recorrido unidireccional de la linfa. El cirujano italiano Giovanni Guglielmo Riva, en su manuscrito *De lactice in animante conservado* en la biblioteca del hospital romano de la Consolación, elaboró la primera tabla anatómica completa de los vasos quilíferos del hombre. Riva fue también uno de los iniciadores de la transfusión sanguínea (1668) después de Richard Lower (Londres, 1665) y de Jean -Baptiste Denis (París, 1667). Ya en el siglo XVIII se interesó en los vasos linfáticos Paolo Mascagni, (42) catedrático de anatomía en Siena, quien elaboró 41 tablas concernientes al sistema linfático, publicadas más tarde por Francesco Antonmarchi.

LA SANGRE NUTRICIA DEL CORAZÓN.

Encontramos la primera mención de los vasos cardiacos en un ensayo de Galeno: *De Hippocratis et Platonis decr. L I, c 7*: (43) *Ex ipsa arteria maxima (la aorta) autem haec ea primum progerminat peristefanousa, idest quae cor ipsum coronat: ita enim dissectionis studiosi appellant*", a saber, la arteria coronaria se origina como la primera rama de la arteria máxima (la aorta) y se denomina peristefanousa, es decir, la que corona el corazón porque así la llaman los anatomistas.

Sin embargo, es probable que los vasos coronarios ya habían sido descritos por los maestros de Alejandría. Galeno hablaba de dos coronarias y así lo hicieron Lower y Lancisi. Este último señaló los depósitos de grasa que envuelven las ramas superficiales. El mismo Leonardo dibujó el recorrido de dichos vasos y Vesalio los denominó vasos coronarios. Se ha demostrado recientemente que el ventrículo derecho posee una red coronaria más desarrollada que la del ventrículo izquierdo.

La circulación coronaria, como escribió Harvey en el prólogo al *De motu cordis*, lleva la sangre nutricia al corazón, a saber, la misma sangre que nutre y calienta todo el organismo. Lower, en 1669, con base en disecciones y tinciones estableció que el tronco principal de las coronarias no penetra en la masa miocárdica, sino que los vasos se disponen en forma de corona; sus ramificaciones pueden distribuirse en la superficie de los ventrículos y penetrar en sus paredes. Frederijk Ruysch, por medio de inyecciones de colorantes y corrosión de la parte muscular, pudo seguir estos vasos hasta la red que forman en el interior del corazón. Vieussens y Morgagni señalaron la existencia de una tercera coronaria. Adam Christian Thebesius, en su *Disputatio medica inauguralis de circulo sanguinis in corde* (1708), indicó los vasos que hacen comunicar las arterias y las venas intramiocárdicas con las cavidades ventriculares, con posibilidad de actuar como arterias o como venas. Una descripción en detalle de la circulación coronaria se halla en un tratado de Lancisi, (44) en el que se establece la posición exacta de los orificios coronarios, confirmada después por Morgagni.

El primero en ocuparse del movimiento de la sangre en las coronarias fue, al parecer, Giovanni Battista Scaramucci. En su libro de 1689 (45)

escribió que, contrariamente a lo que ocurre en la circulación mayor, en la cardíaca el flujo sanguíneo avanza esencialmente durante la diástole, mientras que en la sístole, debido a la compresión ejercida por las fibras miocárdicas sobre los vasos, pueden llegar al miocardio sólo pequeñas cantidades de sangre. En efecto, los vasos intramurales se hallaban vacíos durante la sístole. Lancisi opinaba que la circulación coronaria se debe al impulso sistólico y Rébatel demostró el sincronismo del movimiento cardíaco con el coronario. Se cree actualmente que el flujo sanguíneo por las coronarias es de tipo continuo, aunque con variaciones i.e. con cierta reducción durante la sístole. Debe tenerse presente que las regiones endocárdicas y subendocárdicas reciben sangre, con mecanismo osmótico, de las cavidades ventriculares repletas de sangre (diástole), mientras que las regiones epicárdicas y subepicárdicas la reciben por los vasos coronarios tanto en diástole como en sístole. El problema de la función del flujo coronario ha llamado la atención de los investigadores desde hace siglos.

IRRUPCIÓN DE LA DOCTRINA CIRCULATORIA EN AMÉRICA.

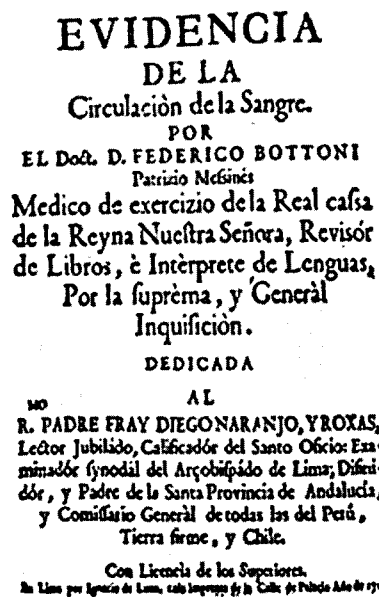
La doctrina de Harvey, que despertó envidias y celos entre los médicos ingleses sus contemporáneos, se conoció y se aceptó favorablemente en las colonias de la Nueva Inglaterra desde 1687, gracias a las enseñanzas de Charles Morton, antiguo alumno de la Universidad de Oxford. Se habían reunido éstas en el *Compendium physicae*, recopilado hacia 1680. (46) Durante el siglo XVIII, el propio Benjamín Franklin se interesó en ellas y trató de reproducir el sistema circulatorio en modelos de vidrio.

Un médico italiano de fines del siglo XVII, Federico Bottoni originario de Messina y egresado de la otrora famosa Escuela de Medicina de Salerno, estaba enterado de las lec-

ciones y demostraciones anatómicas del doctor Francisco San Juan y Campos en Zaragoza. El doctor Bottoni se trasladó al Perú en 1716, con el séquito del virrey don Nicolás Caracciolo príncipe de San Bono, y ejerció en Lima la práctica profesional siendo nombrado familiar de la Inquisición. Según refiere Unanue, en dicha capital había sido publicado un opúsculo anticirculatorio por el doctor Bernabé Sánchez: "Discurso contra la circulación de la sangre". Sin embargo, la monografía de Bottoni: "Evidencia de la circulación de la sangre" (47) (Fig.3) fue aprobada por los doctores Juan de Avendaño, catedrático de Medicina, y Pedro Peralta, catedrático de Matemáticas, y aceptada muy favorablemente en el ambiente médico.(48)

Fig. N° 3

Monografía del doctor Federico Bottoni (Lima, 1722). (Ref. No. 48)



El autor hace una revisión completa de los clásicos de la medicina, muestra su conformidad con Paracelso acerca de la composición química de la sangre y pone de manifiesto los resultados de las investigaciones de Boyle, de Willis y de otros autores. Da

también una descripción cuidadosa de los elementos morfológicos sanguíneos conforme a las observaciones de Leeuwenhoek y de Hooke y hace hincapié en el papel de la perspiratio insensibilis con base en los experimentos de Santorio Santorio. (49) Hace referencia, además, a los procesos enzimáticos de la digestión, de acuerdo con Willis, a la circulación del quilo según Aselli y Pecquet y, en fin, analiza en detalle los movimientos del corazón y la circulación sanguínea reconociendo a William Harvey la paternidad del descubrimiento de esta última. La monografía de Bottoni fue reimpresa en España, incluida en el libro "Medicina invencible legal" de Francisco Suárez de Rivera (Madrid, 1726).

Amén del reconocimiento académico, Harvey encontró en el Perú también el favor popular, gracias a la publicación de los almanaques del médico español Cosme Bueno. Muchas páginas del opúsculo "El conocimiento de los tiempos. Efemérides del año 1796" (Lima, 1795) conciernen a la mecánica de la circulación de la sangre, a las diferencias entre el circuito menor y el mayor, así como al papel del corazón, de las arterias, de las venas y de los capilares.

En la Nueva España, que mantenía relaciones directas con la madre patria, el médico poblano Marcos José Salgado (1671-1740) se interesó mucho en la anatomía y la fisiología del sistema cardiovascular. Su tesis De anathomia cordis y su Disputatio de pulsibus fueron sustentadas en 1690. El autor fue nombrado, en 1722, catedrático de Prima de Medicina en la Real y Pontificia Universidad de México, cargo que mantuvo hasta su muerte. Poco después de su nombramiento (1727), publicó Salgado el primer libro americano de fisiología, (50) cuyas páginas 179 a 217 están dedicadas a la tratación de temas concernientes al origen de la sangre, al

movimiento del corazón y a la circulación sanguínea. Así se lee: Caput VI. De facultatibus humani corporis ... Sectio III. De chyli in sanguine conversione. Sectio IV. De sanguinis circulatione. Sectio V. De cordis motu et pulsu. El autor afirma (p.184) que el mecanismo de la circulación "... ha sido claramente demostrado por William Harvey. En este movimiento circular de la sangre, la causa principal es el corazón que, con sus latidos, la expulsa empujándola en las arterias. La repetición de latidos cardiacos vigorosos hace que la sangre, que ha dejado el corazón a través de las arterias, regrese a él por las venas ... ". Describe Salgado la circulación pulmonar y la sistémica, así como los movimientos de las aurículas y de los ventrículos. Muestra una tendencia conciliatoria entre las doctrinas clásicas y las modernas, pero refuta de manera categórica el concepto galénico del origen hepático de la sangre. Se expresa en forma vaga acerca del papel de las válvulas venosas y de la circulación capilar pese a que, en una de sus escasas citas, mencione a Malpighi refiriéndose probablemente a la obra Exercitationes de structura viscerum (Francfort, 1678).

Según el fisiólogo Izquierdo,(51) Marcos José Salgado no tuvo conocimiento directo de la monografía De motu cordis... Esto es posible porque dicha publicación no figura en ninguno de los inventarios presentados al Tribunal de la Inquisición durante el siglo XVII. Tampoco se menciona entre los libros de la Real y Pontificia Universidad de México, catalogados en 1758 ni en los citados en una lista de 1778 (la biblioteca universitaria se creó en 1760). Creía Izquierdo que esta ausencia era debida a la falta de una traducción del texto original al español. Pero tal suposición parece ser poco viable, puesto que el mismo libro de Salgado se redactó en latín. Más aún, en los inventarios mencionados, figuran

otros libros de la época, y más antiguos, redactados en latín al igual que el de Harvey. De ninguna manera puede invocarse la leyenda negra de la Santa Inquisición, porque varias personas que contribuyeron mucho a la aceptación y a la difusión de la doctrina circulatoria en Europa y en América eran oficiales del tan temido Tribunal.

La doctrina circulatoria fue conocida y aceptada en la Universidad de México y el propio José Antonio Alzate (1738-1799) contribuyó a divulgarla en sus periódicos. Y ambas monografías harveyanas *De motu cordis ...* y *Exercitationes de generatione animalium ...* se mencionan en el inventario de la biblioteca de la Nacional y Pontificia Universidad de México, (52) redactado el 26 de octubre de 1833 con motivo de la primera clausura de la Universidad.

El largo camino que llevó a la integración y la difusión de la doctrina de la circulación sanguínea fue bastante largo y movimentado. Refleja la evolución general de la cardiología desde sus primeros balbuceos hasta sus aspectos modernos de investigaciones sistematizadas. Y ésta concuerda a su vez con la evolución del pensamiento científico desde Kant, quien consideraba que la ciencia expresa sus conocimientos en juicios de experiencia, hasta los pensadores modernos, que la conciben como una investigación organizada.(53) Merece subrayarse el hecho de que, al igual de lo que ocurre en la evolución de las ideas científicas en general, se han desechado de manera progresiva ciertas creencias. En un momento dado, éstas formaban parte constitutiva de la teoría y jugaban un papel importante en su interior. Encontramos un claro ejemplo de esto en el embrujo renacentista de la circularidad: "sólo el movimiento circular es perfecto". Tal concepto, aún vigente en Harvey, desapareció en sus continuadores. Por

otra parte, la descripción morfológica del sistema circulatorio constituyó el punto de partida de estudios ulteriores acerca de la función de la sangre en la economía del organismo animal.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- HORNUNG E: Los agujeros negros vistos desde el interior. (Trad. F. Patán). *Diógenes* ; No. 165: 124-146, 1997
- 2.- LAÍN ENTRALGO P: Historia de la Medicina. Barcelona. Salvat Editores, p.20, 1978
- 3.- LAÍN ENTRALGO P: Op. cit. p.73
- 4.- LAÍN ENTRALGO P: Op. cit. p.74
- 5.- LAÍN ENTRALGO P: Op. cit. p.74-75
- 6.- CELSO AC: *Artium Liber sextus, idem medicinae primus*. Biblioteca Nacional de México. Sección de libros antiguos y raros.
- 7.- GALENO: *Iniciación a la dialéctica*. (Intr. M. H. Otero). México. UNAM, 1982
- 8.- PAZZINI A: *Leonardo nella storia della cardiologia*. Florencia. Edizioni *Mediche Italiane*, 1959
- 9.- MATTIOLI M: *La scoperta della circolazione del sangue*. Nápoles. Edizioni *Scientifiche Italiane*, p.159, 1972
- 10.- DE MICHELI A: *Bosquejo histórico del descubrimiento de la circulación sanguínea*. *Principia Cardiologica* ; 4 (2): 23-30, 1988
- 11.- VESALIO A: *De humani corporis fabrica*. II Ed. Venecia. Giunti, 1563
- 12.- LAÍN ENTRALGO P: Op. cit. p.277
- 13.- WOTTON G: *Reflections upon ancient and modern learning*. Londres, 1694
- 14.- BARÓN FERNÁNDEZ J: *Historia de la circulación de la sangre*. Madrid. Espasa Calpe. Col. Austral, p. 45, 1973
- 15.- ARCIERI JP: *Alcmeon of Croton and the Pythagorean School*. Nueva York. Paolella, 1937
- 16.- TATAWI M: *Der Lungenkreislauf nach el-Korashi*. *Medizinische Facultat von Ludwig Universitat zu Friburg im Brisgau*, 1924
- 17.- MEYERHOF M, TATAWI M: *Ibn-Nafis und sein theorie des Lungen-Kreislauf*. *Quellen Studien Heft Naturwiss Med* ; 4: 37-88, 1924
- 18.- MEYERHOF M: *Ibn-an-Nafis and his theory of the lesser circulation*. *Isis*; 23: 100-120, 1935
- 19.- BARÓN FERNÁNDEZ J: *Miguel Servet*. Madrid. Espasa Calpe, p. 193, 1970
- 20.- LUCCHETTA F: *Il medico e filosofo bellunese Andrea Alpagò*. *Profilo biografico*. Padua. A. Arzignano & A. Dal Molin, 1964
- 21.- AVICENA: *Liber canonis medicinae*. (A. Alpagò, ed.). Venecia, Giunti, 1527
- 22.- VALVERDE DE AMUSCO J: *Historia de la composición del cuerpo humano*. Roma. Antonio Blado, 1556
- 23.- GUENTHER DE ANDERNACH J: *Institutiones anatomicae*. Basilea, 1539
- 24.- SERVET M: *Christianismi Restitutio ...* Viena del Delfinado. (Balthasar Arnollet), 1553
- 25.- CESALPINO A: *Peripateticarum quaestionum libri V*. Venecia. Giunti, 1571
- 26.- MATTIOLI M: Op. cit. p.p. 208-209
- 27.- CESALPINO A: *Praxis universae artis medicae*. Treviso. Meietti, 1606
- 28.- GENGA B: *Anatomia chirurgica ...* Roma, 1672 y 1686
- 29.- FABRIZI D'ACQUAPENDENTE G: *De venarum ostiolis*. Padua. L. Pasquati, 1603
- 30.- CASTIGLIONI A: *Historia de la Medicina*. Barcelona, p. 458, 1941
- 31.- HARVEY G: *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. Francfort. W. Fitzer, 1628
- 32.- HARVEY G: *Exercitationes duae anatomicae de circulatione sanguinis ad J. Riolanum, filium*. Rotterdam. 1649
- 33.- DE MICHELI A: *William Harvey y los orígenes de la ciencia experimental*. *Principia Cardiologica* ; 1 (4): 63-66, 1985
- 34.- HARVEY W: *Disputations touching the generation of animals*. (Traducción del latín al inglés por G. Whitteridge). Oxford. Blackwell Ed., 1981
- 35.- MALPIGHI M: *De pulmonibus observationes anatomicae*. Bolonia. Ferroni, 1661
- 36.- FYE W B: *Lazzaro Spallanzani*. *Clin Cardiol* ; 13: 817-819, 1990
- 37.- LAÍN ENTRALGO P: Op. cit. p.306
- 38.- ASELLI G: *De lactibus sive de lacteis venis*. Milán. Bidellium, 1627
- 39.- SÁNCHEZ FLORES R: *José Ignacio Bartolache ...* Bol AGNM 2ª Serie, 13: 187-216, 1972- 1976
- 40.- PECQUET J: *Experimenta nova anatomica*. Harderwijk. Tollius, 1651
- 41.- BARTHOLINUS T: *Vasa lymphatica*. Copenhague. Hakius, 1653
- 42.- MASCAGNI P: *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et iconographia*. Siena. Carli, 1787

- 43.- GALENO: Opera omnia. Venecia. Giunti, 1697
- 44.- LANCISI G M: De motu cordis et aneurysmatibus. Nápoles, 1728
- 45.- SCARAMUCCI GB: De motu cordis mechanicum theorema. Senigallia, 1689
- 46.- MORTON CH: Compendium physicae. Publications of the Colonial Society of Massachusetts. Vol. 33. Boston, 1940
- 47.- BOTTONI F: Evidencia de la circulación de la sangre. Lima. Ignacio de Luna, 1723
- 48.- BARREDA LAOS F: Vida intelectual del virreinato del Perú. Lima. Ed. Un Nal Mayor de San Marcos, 1964
- 49.- SANTORIO S: De statica medicina aphorismorum sectionibus septem comprehensa. Venecia, 1614
- 50.- SALGADO MJ: Cursus medicus mexicanus. México. Impr Her Vda de Miguel de Rivera, 1727
- 51.- IZQUIERDO JJ: Harvey en México hacia el tercer centenario de su muerte. Gac Med Mex; 89: 49-62, 1959
- 52.- Inventario de la biblioteca de la Nacional y Pontificia Universidad de México BNM, Fondo de origen, MS 6431 (26 de octubre de 1833).
- 53.- DE MICHELI A: Por una síntesis de la evolución conceptual hacia la medicina científica. Gac Med Mex ; 135 (1): 67-72, 1999