

## Evolução do Conhecimento Anatomofisiológico do Sistema Cardiovascular: dos Egípcios a Harvey

*Development of Anatomophysiological Knowledge Regarding the Cardiovascular System: From Egyptians to Harvey*

Reinaldo Bulgarelli Bestetti, Carolina Baraldi A. Restini, Lucélio B. Couto

Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, Ribeirão Preto, SP - Brasil

### Resumo

O conhecimento da anatomofisiologia do Sistema Cardiovascular (SCV) progride desde o quarto milênio AC. No Egito (3500 AC), acreditava-se que um conjunto de canais conectava-se ao coração, transportando ar, urina, ar, sangue e a alma. Mil anos após, o Corpo Hipocrático, na escola médica de Kós, estabeleceu o coração como o centro do SCV, definindo algumas características deste órgão. O SCV transportava sangue via ventrículo direito pelas veias, e o pneuma via ventrículo esquerdo pelas artérias. Duzentos anos depois, em Alexandria, com o aparecimento da dissecação anatômica do corpo humano, Herophilus descobriu que as artérias eram seis vezes mais espessas que as veias, enquanto que Erasistratus descreveu as válvulas semilunares, enfatizando que as artérias eram preenchidas por sangue quando o ventrículo esquerdo se esvaziava. Duzentos anos depois, Galeno demonstrou que as artérias continham sangue, não ar. Com o declínio do Império Romano, todo o conhecimento médico Greco-romano do SCV foi preservado na Pérsia, e posteriormente no Islã, onde Ibn-Nafis descreveu incompletamente a circulação pulmonar. Aqui, deve-se enfatizar a incompleta descrição da circulação pulmonar por Ibn-Nafis. A ressurgência da dissecação do corpo humano na Europa no século XIV é associada ao renascimento do conhecimento do SCV. Os principais marcos foram a descrição da circulação pulmonar por Servetus, as descobertas anatômicas de Vesalius, a demonstração da circulação pulmonar por Colombo, e a descoberta das válvulas das veias por Fabricius. Tal contexto abriu o caminho para Harvey descobrir a circulação do sangue.

### Introdução

O conhecimento do sistema cardiovascular (SCV), que levou William Harvey à descoberta da circulação sanguínea, foi obtido por meio de grandes esforços ao longo dos tempos. Tais descobertas começaram no Egito em 3500 a.C., tornando-se um pouco mais elaboradas na Grécia antiga, e bem mais

elaboradas em Alexandria, e cessaram na época dos romanos. Este conhecimento foi preservado no mundo islâmico e nos mosteiros europeus e reviveu com a introdução da dissecação anatômica nas universidades europeias, abrindo o caminho para a descoberta de Harvey. Esta revisão fornece uma visão geral de como o conhecimento do SCV foi adquirido através dos tempos.

### Egito

No Egito antigo (1500 a.C.), o coração era considerado o elemento central de um sistema de canais distribuídos por todo o corpo, responsável pelo transporte de sangue, fezes, sêmen, espíritos malignos e benignos, e até mesmo a alma: o *metw*<sup>1</sup>. Erroneamente, os egípcios acreditavam que tais elementos circulavam dentro de um vaso ligado ao coração (vaso receptor), provavelmente a aorta, que vinha do cérebro. Um segundo vaso coletor estaria localizado na região anal<sup>2</sup>.

Havia a noção de que o pulso periférico originava-se do batimento cardíaco, como pode ser visto no papiro de Edwin Smith (1700 a.C.), e que a medição do pulso podia ser executada utilizando um relógio d'água. É concebível que o médico comparasse o pulso do paciente com o dele próprio. Portanto, apenas grandes aumentos ou diminuições no batimento cardíaco, bem como as irregularidades de pulso, poderiam ser detectadas<sup>3</sup>.

O papiro de Edwin Smith revelou que anormalidades no pulso periférico poderiam ser o reflexo de uma doença cardíaca subjacente<sup>4</sup>. No papiro de Ebers (1500 a.C.), a importante relação entre o coração e o sistema de vasos também tinha sido enfatizada, bem como a medição da pulsação. Além disso, a presença de doença cardíaca diagnosticada por meio de anormalidades na pulsação havia sido destacada: "quando o coração está doente .... seus vasos provavelmente tornam-se inativos, de modo que você não consegue palpá-los"<sup>5</sup>.

Apesar do conhecimento da relação entre a frequência cardíaca e a pulso periférico, a maneira pela qual os elementos de *metw* estariam distribuídos por todo o corpo não foi atribuída à força do coração. De fato, a pulsação seria consequência do ar mantido no canais<sup>1</sup>. Além disso, acreditava-se que os elementos da *metw* fluíam por todo o corpo.

Considerando que os egípcios não realizavam autópsias rotineiramente, e que a dissecação não era utilizada como uma forma de aprendizagem médica, os egípcios não conseguiram avançar no conhecimento anatomofisiológico do SCV<sup>1</sup>. No entanto, eles foram os primeiros a associar o batimento cardíaco com a pulsação periférica, bem como estabelecer a correlação entre o ar e o SCV<sup>6</sup>.

### Palavras-chave

Sistema Cardiovascular; Conhecimento; Civilização / história; Egito; Mundo Grego / história; Antropologia Cultural / tendências.

#### Correspondência: Reinaldo B. Bestetti •

Jeronimo Panazolho, 434, Ribeirão, CEP 14096-430, Ribeirão Preto, SP - Brasil  
E-mail: rbestetti44@gmail.com; rbestetti@cardiol.br  
Artigo recebido em 30/05/14; revisado em 23/07/14,; aceito em 24/07/14.

DOI: 10.5935/abc.20140148

## Grécia

## Período pré-aristotélico

O surgimento dos filósofos na Grécia por volta do século 7 a.C., começando com Tales de Mileto, abriu o caminho necessário para a realização de investigações sobre a anatomia humana. As escolas de medicina apareceram junto com os filósofos no século 5 a.C. Alcmeon, da escola de medicina de Crotona (520-450 a.C.), foi o primeiro a produzir o conhecimento anatômico a partir de observações experimentais. Alcmeon acreditava que o cérebro era o centro das emoções, conhecimento, mente, e alma, e associou as funções dos órgãos dos sentidos ao cérebro<sup>7</sup>.

Além disso, Alcmeon acreditava que o sistema venoso era distinto do sistema arterial, apesar de ele não ter feito uma distinção anatômica entre eles. A função dos vasos foi associada à vigília: o sangue, retirado das veias, induzia o sono. As artérias, levando sangue ao cérebro, induzia a vigília<sup>8</sup>. De acordo com Alcmeon, todos os vasos originavam-se na cabeça, e sua função era distribuir o pneuma (espírito) ao cérebro<sup>9</sup>. No entanto, outros autores acreditavam que o pneuma era distribuído ao cérebro diretamente da respiração nasal<sup>10</sup>. Alcmeon não atribuiu nenhuma função ao coração no SCV.

Empédocles de Agrigento (492-432 a.C.) tinha uma visão diferente. Para ele, o coração era a sede da alma e o centro do SCV; vasos sanguíneos distribuíam o pneuma, que era internalizado através da respiração pulmonar<sup>9</sup>. Empédocles também acreditava na existência de vasos corpóreos, que continham sangue, e cujas porções terminais exteriorizavam-se na pele, absorvendo e expelindo ar<sup>10</sup>. Empédocles não forneceu detalhes anatômicos do coração.

A escola de Cós, cujo principal expoente foi Hipócrates (460-375 a.C.), contribuiu de forma decisiva para a racionalização da medicina. Com relação ao SCV, no livro "O coração" ("On the heart"), atribuído aos membros da escola de Cós, os detalhes anatômicos do coração foram descritos pela primeira vez, atribuindo ao SCV o transporte de vida por todo o corpo. De acordo com estes autores, os pulmões circundavam o coração no tórax para resfriar o excesso de calor produzido pela atividade cardíaca incessante. O coração apresentava um formato piramidal, coloração vermelha, e atividade elétrica intrínseca. Em contraste com o restante do corpo, que era alimentado com sangue através das veias, o coração nutria a si próprio a partir da substância pura criada durante a dialise do sangue<sup>8</sup>.

Dois ventrículos são reconhecidos como unidos pelo septo interventricular. O ventrículo direito é maior do que o ventrículo esquerdo, embora o esquerdo seja mais espesso do que o direito, considerando que a parede ventricular esquerda tem que suportar o calor excessivo produzido por esta câmara. O ventrículo direito se comunica com o ventrículo esquerdo através de um poro no septo interventricular. O ventrículo esquerdo, em contraste com o direito, não tem sangue, mas apenas bile amarela e membranas, e abriga a mente e o espírito, que predominam sobre o restante da alma<sup>8</sup>.

Todos os vasos do SCV se originam no coração e se conectam a ele através de membranas que se estendem da parede cardíaca. Alguns vasos foram identificados (veias pulmonares), que transportariam ar ao ventrículo esquerdo. Outro grande vaso (artéria pulmonar) transportaria ar ao ventrículo direito, e ao mesmo tempo, sangue aos pulmões. Duas válvulas cardíacas foram descritas, cada uma contendo três folhetos. No entanto, a estrutura anatômica da aorta não foi descrita. Eles descreveram duas estruturas semelhantes ao átrio cardíaco, que teria o objetivo de captar o ar, mas tais estruturas não pertenceriam ao coração<sup>8</sup>. O pericárdio também foi descrito, o qual, através da absorção de água da epiglote, resfriaria o coração<sup>11</sup>. Não houve menção da veia cava.

Em outro livro do *Corpus Hippocraticum*, "A doença sagrada" ("The sacred disease"), o SCV é descrito em detalhe, e pouca menção é feita ao coração. Há um par de vasos originários do fígado e baço, em direção ao cérebro e aos membros inferiores. Ramificações destes vasos se juntam ao coração no tórax<sup>10</sup>.

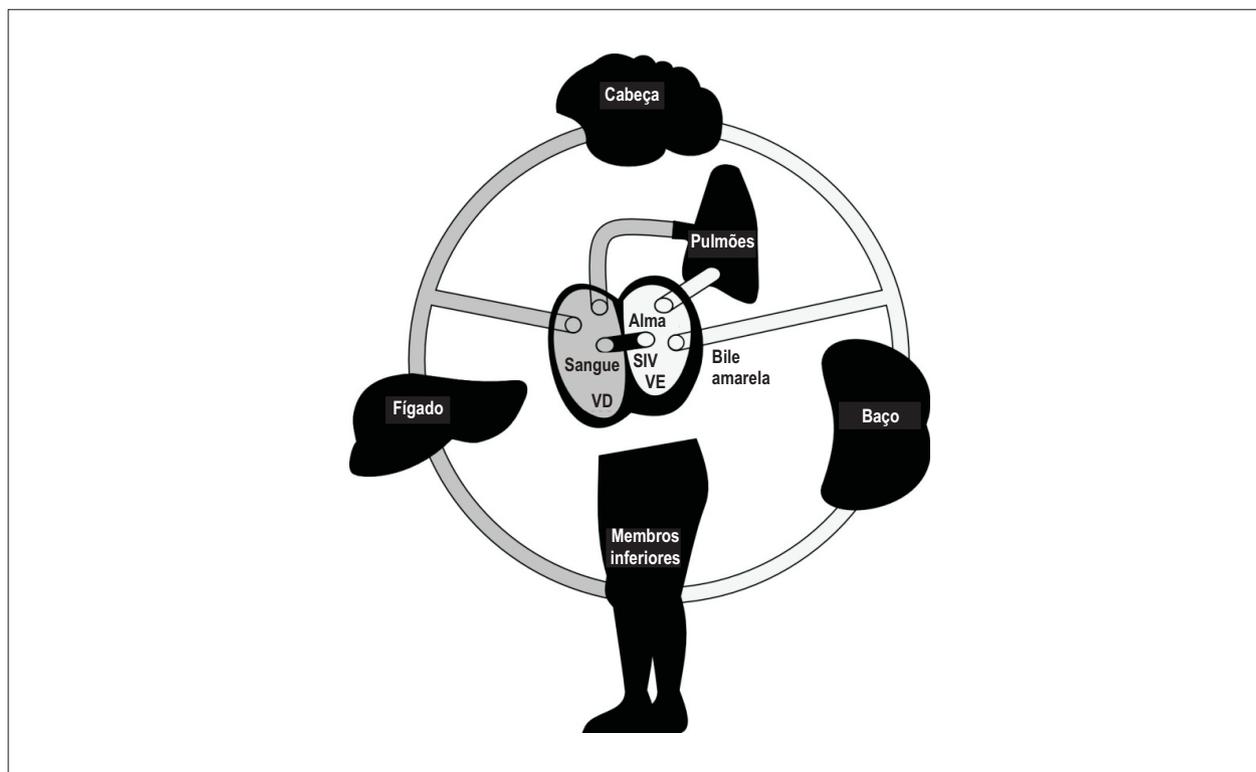
A divisão siciliana da escola de Cnido, provavelmente com as obras de Philistion de Locri em torno de 370 a.C., também contribuiu para o conhecimento anatômico da SCV. A presença de dois ventrículos era bem conhecida, o esquerdo sendo mais hipertrofiado do que o direito; a presença de dois átrios, cujos batimentos são discordantes em relação aos batimentos dos ventrículos; a presença de um vaso conectado a um único ventrículo; e a presença de valvas semilunares<sup>11</sup>. Aparentemente, nada se sabia sobre a anatomia das valvas atrioventriculares<sup>10</sup>. A Figura 1 ilustra o conjunto de descobertas descritas anteriormente.

## Período aristotélico

Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que o coração era o órgão mais importante do corpo, a sede da alma. Ele não acreditava que o pneuma era inspirado pelo corpo. O pneuma era uma parte da alma, mas a respiração continha apenas ar, e a sua principal função era resfriar o coração<sup>11</sup>. Da mesma forma, ele concebeu o cérebro como um mecanismo de resfriamento cardíaco<sup>12</sup>. Ele realizou centenas de disseções em animais<sup>8</sup>, mas aparentemente não teve a oportunidade de dissecar cadáveres humanos. Portanto, ele acreditava que a experimentação animal era um método importante para se obter conhecimento<sup>11</sup>.

Ainda que errônea, a grande inovação introduzida por Aristóteles na anatomia do SCV foi descrever três ventrículos cardíacos, em ordem decrescente de volume do lado direito ao esquerdo do corpo, mas todos eles conectados ao pulmão. Ele também descreveu a presença de vasos comunicando ambos os ventrículos ao pulmão, que transportava ar ao coração. Aristóteles acreditava que a artéria pulmonar e a veia cava superior eram subdivisões de outro grande vaso, que ele chamou de "grande veia". Além disso, ele descreveu outro vaso conectado ao ventrículo medial, que ele chamou de aorta, e acreditava que o coração era a origem de todos os nervos e vasos<sup>8</sup>.

Segundo Aristóteles, o ventrículo direito continha sangue mais quente e em maior quantidade em relação ao ventrículo esquerdo, que tinha ar e sangue mais puro. Provavelmente, este fato estava relacionado ao



**Figura 1** – Esquema do sistema cardiovascular de acordo com os gregos antigos. Observe a presença de dois vasos paralelos originários no fígado e no baço, conectados ao coração no tórax, aos membros inferiores e à cabeça. Observe o coração com um poro no septo interventricular conectando o ventrículo direito ao ventrículo esquerdo, dois vasos conectados ao ventrículo direito, e um vaso conectado ao ventrículo esquerdo vindo dos pulmões. O ventrículo direito é maior do que o esquerdo, ao passo que o ventrículo esquerdo é mais espesso do que o direito. O ventrículo direito contém sangue, ao passo que o ventrículo esquerdo é preenchido com ar e bile amarela, de acordo com o *Corpus Hippocraticum* (século 5 a.C.). VE: ventrículo esquerdo; VD: Ventriculo direito; SIV: Septo interventricular.

mecanismo de morte dos animais (estrangulamento) antes da dissecação. Ele não mencionou as válvulas cardíacas, em contraste com os membros do *Corpus Hippocraticum*, nem os átrios cardíacos. Portanto, existiam dois grandes vasos no modelo cardíaco de Aristóteles: o grande vaso (veia cava e a artéria pulmonar) e a aorta (aorta e veias pulmonares)<sup>12</sup>. Hoje, acredita-se que o ventrículo médio seja de fato a aorta, ao passo que o ventrículo esquerdo corresponde ao átrio esquerdo, que não foi identificado por Aristóteles<sup>13</sup>.

Praxagoras de Cós (340 a.C.) avançou um pouco mais no conhecimento anatômico da SCV através da distinção entre veias e artérias, embora sem confirmação anatômica, e estas foram chamadas de vasos sanguíneos (flebes). De fato, Praxagoras fez esta distinção com base na suposição errônea de que as veias transportavam o sangue, ao passo que as artérias transportavam o pneuma<sup>14</sup>. Além disso, ele afirmou que apenas as artérias estavam associadas ao pulso cardíaco, ao contrário do que se acreditava anteriormente, e enfatizou o valor diagnóstico da medida do pulso cardíaco pela primeira vez<sup>14</sup>. No entanto, ele cometeu um erro importante em afirmar que as veias transportavam sangue, enquanto que as artérias transportavam o pneuma<sup>15</sup>.

## O Período de Alexandria

O conhecimento anatômico mais amplo a respeito do SCV ocorreu posteriormente, com as obras de Herófilo da Calcedônia (325-255 a.C.) e Erasístrato de Quios (310-250 a.C.), da escola de Alexandria, no Egito. Antes deste período, disseções de cadáveres não eram realizadas, e quase todo o conhecimento anatômico era proveniente da dissecação de animais. Em contraste, na famosa escola de Alexandria, disseções do corpo humano eram realizadas rotineiramente, provavelmente estimuladas pelo faraós ptolomaicos<sup>16</sup>.

A contribuição principal de Herófilo para o conhecimento da SCV estava associada à diferenciação da espessura das artérias em relação às veias, sendo que as artérias eram 6 vezes mais espessas do que as veias. O vaso conectado ao ventrículo direito foi denominado "veia arterial", observando-se que as artérias eram menos espessas do que as veias nos pulmões<sup>17</sup>. Herófilo também acreditava que apenas as artérias estavam associadas ao batimento cardíaco devido aos movimentos de contração e relaxamento dependentes do coração<sup>12</sup>.

Herófilo reconheceu que os nervos se originavam no cérebro e na medula espinal, e não no coração, e negou a participação do coração no processo de respiração<sup>8</sup>.

Além disso, ele incluiu os átrios como parte da anatomia do coração<sup>8,13</sup>. Provavelmente, ele foi o primeiro a realizar disseções anatômicas publicamente<sup>12</sup>. Herófilo descreveu as artérias carótidas, a veia subclávia, os vasos mesentéricos, vasos do aparelho genital, e os vasos linfáticos. Ele identificou as terminações nervosas dos pequenos vasos, e observou o sangue dentro das artérias<sup>14</sup>. Ele acreditava que as artérias se originavam no coração, mas não especificou o seu local de origem<sup>18</sup>.

Erasístrato reconheceu a atividade do coração como uma bomba impulsora, que contrai devido à sua força intrínseca. Ao contrário do que Herófilo acreditava, Erasístrato enfatizou que as artérias não apresentavam movimento ativo de contração e relaxamento, mas eram passivamente preenchidas devido à contração do coração. Ele descreveu as valvas atrioventriculares, de modo que a valva cardíaca direita foi nomeada tricúspide, e esquerda foi denominada bicúspide. Além disso, ele verificou uma subdivisão progressiva das veias e artérias ao ponto em que, devido ao seu calibre extremamente pequeno, não seria mais possível distingui-las anatomicamente, enfatizando que esses vasos estavam sempre cheios de sangue. Ele chamou estes pequenos vasos de sinanastomoses, e foram mais tarde denominadas de capilares<sup>19</sup>. Alguns autores acreditam que Erasístrato foi o primeiro a descrever a presença de válvulas nas veias<sup>14</sup>.

No entanto, Erasístrato acreditava que as artérias também transportavam o pneuma. Por esse motivo, embora ele tenha observado terminações arteriais próximas ao início da estrutura das veias, ele não identificou a relação funcional de continuidade entre elas. O sangue seria formado no fígado e transportado ao ventrículo direito e, a partir daí, a todo o corpo através das veias. O ar (pneuma) seria inspirado pelos pulmões e chegaria à região esquerda do coração através das veias pulmonares. O espírito vital seria formado no ventrículo esquerdo e distribuído por todo o corpo através de nervos ociosos (artérias, que não continham sangue). Nas sinanastomoses, pneuma e sangue seriam utilizados para a nutrição do organismo, ao passo que os produtos do metabolismo seriam excretados. Portanto, nenhum material retornaria ao ventrículo esquerdo<sup>12</sup>. Ao contrário de Herófilo, Erasístrato acreditava que os vasos sanguíneos se originavam no coração<sup>18</sup>.

Com a conquista do Egito pelo Império Romano, a atividade científica em Alexandria diminuiu progressivamente, e as disseções de corpos humanos foram interrompidas.

### O período romano

Rufus de Éfeso, contemporâneo de Jesus Cristo, acreditava que os átrios faziam parte do coração, pois pulsavam em consonância. No ano 2 d.C., Galeno (130-200 d.C.), um médico de gladiadores no templo de Asclépio em Pérgamo, demonstrou que as artérias continham sangue, e não ar, como se acreditava até então. Além disso, Galeno afirmou que o coração era um músculo com diferentes planos de orientação, o que permitia a sua atividade forte e incessante.

Galeno reconheceu que o ventrículo esquerdo era mais hipertrofiado que o direito, e atribuiu a função do ventrículo esquerdo à sua capacidade de reter o ar, ao passo que a função do ventrículo direito seria a de transportar sangue.

Dois vasos se originariam no ventrículo direito: um transportaria sangue aos pulmões (artéria pulmonar), ao passo que o outro transportaria sangue periférico de volta ao coração (veia cava). A partir do ventrículo esquerdo surgiria a grande artéria (aorta), bem como outras estruturas venosas (veias pulmonares), que transportariam sangue dos pulmões ao coração<sup>8</sup>.

No entanto, Galeno cometeu vários erros relacionados à anatomia do SCV, principalmente porque as disseções eram feitas em animais, e não em seres humanos. Ele declarou que havia poros no septo interventricular do coração que permitiriam o escoamento do sangue do ventrículo direito para o esquerdo<sup>20</sup>. Além disso, Galeno não considerou os átrios como parte do coração. Ele também acreditava na existência de vários tipos de pneumas (espíritos). O alimento digerido seria distribuído ao fígado, onde seria transformado em sangue, que se misturaria com o espírito animal. Este, por sua vez, fluiria através do sistema da veia cava, à semelhança do que ocorre com as marés, para nutrir o corpo<sup>12</sup>.

O sangue que chegava ao ventrículo direito seria transportado aos pulmões, onde as impurezas seriam eliminadas. Depois disso, o sangue purificado retornaria ao coração, e a partir daí seria distribuído por todo o corpo. Parte do sangue que entraria no ventrículo direito através dos poros do septo interventricular chegaria ao ventrículo esquerdo. No ventrículo esquerdo, o sangue se misturaria com o ar vindo da traqueia e veias pulmonares, formando assim o espírito vital, que fluiria através das artérias por todo o corpo<sup>12</sup>. A mistura de espírito vital e sangue, juntamente com o calor das impurezas gasosas produzidas pelo coração, retornaria aos pulmões através da valva atrioventricular bicúspide<sup>20</sup>. O sangue que chegava ao cérebro encontraria o terceiro tipo de pneuma (espírito animal), que seria então distribuído ao corpo através dos nervos ociosos. Finalmente, Galeno acreditava que os vasos sanguíneos se dilatavam ativamente durante a contração cardíaca, em oposição a crença de Erasístrato<sup>12</sup>.

Após a época de Galeno, disseções deixaram de ser realizadas com frequência e os estudos anatômicos foram interrompidos, em parte porque Galeno considerava o corpo humano como o templo da alma, e suas explicações teleológicas para todos os fenômenos estavam de acordo com a ideia predominante estabelecida em Roma no século 4 d.C. Visto que o conhecimento provinha da fé, o conhecimento anatômico não era importante. Isso explica porque as crenças errôneas de Galeno duraram até o Renascimento, e o funcionamento do SCV só foi entendido a partir do século XVII.

### Período medieval

#### Período bizantino

Com o declínio progressivo do império romano ocidental, não houve mais avanços no conhecimento médico. Uma exceção foi o trabalho de Oribasio de Pérgamo (325-403 d.C.) (Império Romano Oriental). Trabalhando com lentes de aumento, este autor confirmou a descrição de Erasístrato a respeito da anastomose entre veias e artérias, principalmente nos rins. Oribasio nomeou as anastomoses de "capilares".

## Artigo de Revisão

Além disso, ele descreveu corretamente a circulação renal: perfusão através da artéria renal, que era uma ramificação da aorta, e o retorno venoso através da veia renal, que era uma ramificação da veia cava inferior<sup>21</sup>.

Em 431 d.C., os nestorianos, seguidores de Nestório, patriarca de Constantinopla, foram expulsos de Constantinopla, acusados de heresia. Eles imigraram para Edessa, no norte da Assíria (Mesopotâmia), onde uma escola de medicina tinha sido fundada em 363 d.C., e um hospital tinha sido construído por São Efraim<sup>22</sup>. Nesta escola, os assírios mantiveram uma conexão próxima com a literatura médica grega<sup>22,23</sup>. Quando a escola de Edessa foi fechada em 489 d.C., os nestorianos se refugiaram na cidade de Gondishapur na Pérsia, fundada em 271 d.C.<sup>24</sup>, levando com eles as obras de Hipócrates, Aristóteles e Galeno traduzidas para o síriaco. O mesmo aconteceu com os médicos gregos, que foram exilados em Gondishapur após a escola de Atenas ter sido fechada em 529 d.C. Esses intelectuais tornaram-se parte da escola de Gondishapur, criada em 555 d.C., e que posteriormente serviu de modelo para as escolas de medicina da Pérsia. Um hospital de ensino foi construído neste local, o que inspirou o surgimento de outros hospitais, não só no mundo islâmico, mas também na Europa<sup>25</sup>.

Os árabes, que conquistaram a Pérsia e a Mesopotâmia no século VII d.C., incorporaram este modelo para a escola de medicina presente naquele local. Isso se refletiu na Europa, onde os árabes mantiveram sua hegemonia sobre a Espanha e Portugal durante séculos. Desta forma, todo o conhecimento médico adquirido nos séculos anteriores e esquecido na Europa durante a Idade Média seria preservado nas escolas médicas do mundo islâmico. Com a tradução dessas obras para o latim, a partir do século XI, o conhecimento médico finalmente retornou à Europa.

### Período islâmico

Durante este período, as disseções do corpo humano eram proibidas por motivos religiosos; apenas disseções de animais eram permitidas, e por este motivo não houve progresso científico acentuado em relação ao SCV. Rhaziz (865-925 d.C.) contribuiu de forma significativa ao discordar de Galeno em relação à presença de osso na base cardíaca<sup>26</sup>. Haly Abbas (930-994 d.C.) avançou um pouco mais na caracterização morfológica da artéria pulmonar através da identificação de duas camadas musculares, ao descrever a aorta mais precisamente, e as artérias coronárias em 965<sup>27</sup>; ele sugeriu uma comunicação funcional entre as ramificações terminais de veias e artérias<sup>28</sup>. No entanto, é controverso se ele havia admitido a comunicação entre os dois ventrículos ou não<sup>27,28</sup>.

Ainda no século X, Al-Bukhari Akhawayni (?-983 d.C.) fez importantes contribuições para o desenvolvimento do conhecimento da anatomofisiologia do SCV, e isto pode ter sido consequência da crença de que o autor era capaz de realizar autópsias no corpo humano na Pérsia antiga<sup>27</sup>. Ele afirmou que o coração tem quatro cavidades, vasos pulmonares e aorta, todos eles com valvas para impedir o refluxo sanguíneo. Ele descreveu o pericárdio com precisão anatômica.

Apesar de Al-Bukhari Akhawayni ter reconhecido dois poros no septo interventricular, o que permitiria a comunicação entre os dois ventrículos, ele enfatizou que a maior parte do sangue recebido pelo ventrículo direito era transportado aos pulmões. A partir dos pulmões, o sangue seria transportado ao ventrículo esquerdo, a partir daí até a aorta, e da aorta seria distribuído por todo o corpo. Al-Akhawayni descreveu uma circulação rudimentar do pulmão, enfatizando que a função do coração era bombear o sangue, e os vasos sanguíneos transportavam apenas sangue, e não pneuma. Ele também descreveu com precisão as artérias coronárias<sup>28</sup> em 975 d.C.<sup>27</sup>, mais ou menos na mesma época que Hally Abbas.

No entanto, coube a Avicena (980-1037 d.C.) voltar no tempo. Embora ele tenha reconhecido claramente a sístole e diástole cardíaca<sup>29</sup>, Avicena adotou o modelo cardiocêntrico de Aristóteles e aceitou a presença de poros no septo interventricular. O ventrículo esquerdo era a câmara cardíaca que abrigaria o pneuma e a sede das emoções<sup>30</sup>.

Em 1260, Ibn-Nafis (1210-1288 d.C.), comentando sobre as obras de Avicena, praticamente descreveu a circulação pulmonar. Embora seja provável que Ibn-Nafis tenha ocasionalmente realizado autópsias em humanos<sup>31</sup>, a descrição de Ibn-Nafis parece ser mais teórica do que baseada em disseções em humanos<sup>32</sup>. No entanto, a convicção ética com a qual ele descreveu as características anatômicas do septo interventricular é evidência de que ele realmente tenha realizado disseções anatômicas em seres humanos<sup>33</sup>. Portanto, Ibn-Nafis negou a presença de poros no septo interventricular—ou qualquer comunicação entre os dois ventrículos—bem como a presença de três ventrículos<sup>34</sup>.

Ele ressaltou que o sangue seria transportado ao ventrículo direito, e dessa cavidade chegaria aos pulmões através da artéria pulmonar. A partir dos pulmões, o sangue regressaria ao coração por meio de veias pulmonares, e a partir do coração, através da aorta, o sangue seria distribuído por todo o corpo. Ainda sob a influência de Galeno, ele acreditava que a transformação do espírito vital ocorria no ventrículo esquerdo e seria distribuído juntamente com o sangue. Na sua opinião, o restante da circulação ocorreria de acordo com a ideia de Galeno. Ibn-Nafis acreditava que a nutrição cardíaca era feita por vasos que permeavam o corpo do coração (artérias coronárias)<sup>35</sup>.

### Período europeu

No século X, com o advento da escola médica de Salerno, na Itália, houve o renascimento da aprendizagem médica. As obras médicas clássicas dos gregos, cujos ensinamentos práticos guiaram a medicina antiga, haviam sido perdidas no tempo. No entanto, estas haviam sido mantidas em mosteiros e reproduzidas pelos monges beneditinos. Não mais sendo colocados em prática, tais ensinamentos haviam caído em desuso, e os procedimentos cirúrgicos haviam sido abandonados. Somente com o surgimento da escola médica de Salerno é que a disseção de animais tornou-se rotina. Além disso, os mestres de Salerno traduziram obras gregas antigas para o latim, incluindo informações relativas a procedimentos cirúrgicos. Por isso, eles enfatizavam a terapêutica cirúrgica, que ressurgiu devido a necessidade de obtenção de conhecimento anatômico<sup>36</sup>.

Não havia proibição pela Igreja Católica para a realização de disseções humanas. Em ocasiões especiais, quando se suspeitava da causa da morte, ou durante o período de epidemias, a autópsia era realizada para a realização do diagnóstico correto da causa da morte<sup>37</sup>. Um registro de autópsias foi mantido por Pietro D'Abano em torno de 1306, com finalidade médico-legal<sup>38</sup>. A falta de cadáveres para disseção foi outro fator que limitou a obtenção de conhecimento anatômico<sup>39</sup>.

Em 1316, Mondino da Luzzi (1276-1326 d.C.), em Bolonha, reiniciou disseções anatômicas sistemáticas em seres humanos, com o objetivo de conhecer a anatomia humana<sup>40</sup>. No entanto, tais disseções eram realizadas por um barbeiro. A principal consequência desta prática incorreta foi a falta de progresso no conhecimento anatômico. Assim, Mondino da Luzzi acreditava na presença de três ventrículos cardíacos. Pior ainda, além da presença do terceiro ventrículo, Mondino da Luzzi enfatizou a presença de poros no septo interventricular<sup>41</sup>. Este autor não identificou os átrios.

Berengario de Carpi (1470? -1550 d.C.) foi o médico italiano que alterou o conceito de anatomia. Ele pôs-se à mesa cirúrgica e dissecou vários cadáveres. Sendo assim, em 1521, ele mostrou claramente a existência de apenas dois ventrículos, dois átrios, valvas semilunares e atrioventriculares, e a existência de músculos papilares como componentes do aparato subvalvar. Desta forma, este anatomista recuperou o conhecimento adquirido na Grécia antiga e na escola de Alexandria<sup>42</sup>.

Leonardo da Vinci (1452-1518 d.C.), que provavelmente dissecou cadáveres humanos, atribuiu um significado funcional aos átrios, mostrando que eles contraem quando os ventrículos se dilatam. Ele enfatizou que o coração é um simples músculo, e não um lugar de espíritos ou ar. Além disso, ele forneceu uma imagem detalhada do aparato mitral e descreveu a banda moderadora do ventrículo direito. No entanto, da Vinci ainda acreditava na existência de poros no septo interventricular, e adotou o modelo de Galeno sobre a distribuição do sangue por todo o corpo<sup>43</sup>.

Miguel Servet (1511-1553 d.C.) (Figura 2), teólogo treinado em anatomia, descreveu a circulação pulmonar em detalhes em poucas páginas na obra religiosa *Christianismi Restitutio* (1553), o que levou a sua morte na fogueira em 1553. Servet acreditava que o sangue do ventrículo direito passava ao lado esquerdo do coração através dos capilares pulmonares, e que não havia poros no septo interventricular. Além disso, o sangue misturava-se com ar nos pulmões e não no ventrículo esquerdo, e utilizou esta informação como base para o seu argumento da mudança da cor do sangue que ocorria nos pulmões, além do tamanho da artéria pulmonar, que era muito maior do que a necessária se a função deste vaso fosse apenas de nutrição pulmonar<sup>44</sup>. Servet acreditava que o sangue passava da artéria pulmonar para as veias pulmonares através dos capilares sanguíneos<sup>45</sup>. Essas convicções foram obtidas através da prática rotineira de disseção anatômica.

Andrea Vesalius (1514-1564 d.C.), tornou-se o mais célebre anatomista do período medieval. Tendo sido contratado para trabalhar na Faculdade de Pádua em 1537, Vesalius realizou várias disseções anatômicas. A consequência disso foi a publicação do livro *De humani corporis fabrica, libri*

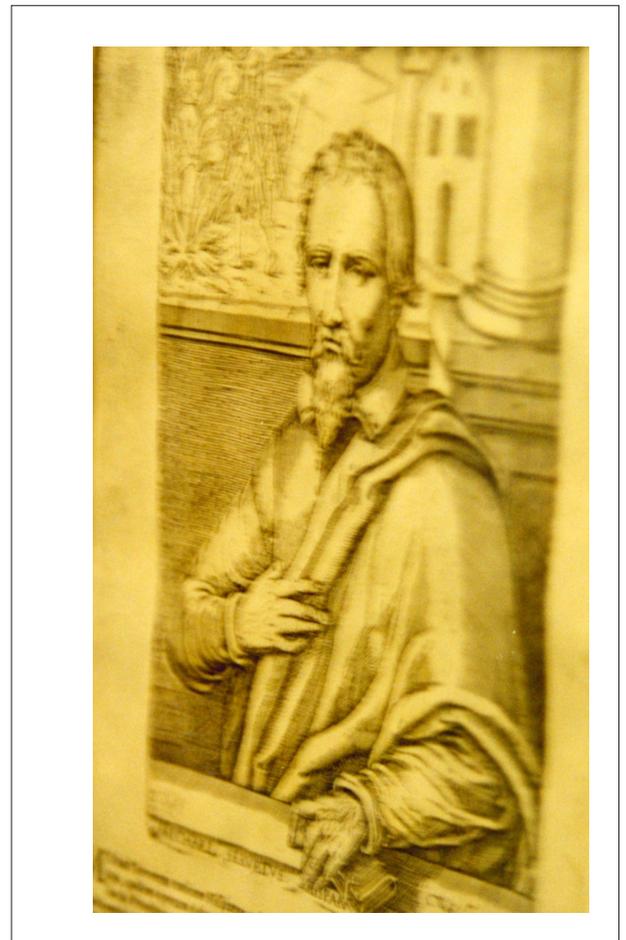


Figura 2 – Miguel Servet, que descreveu a circulação pulmonar. Semmelweis Medical History Museum, Budapeste, Hungria. Cortesia do autor (RBB).

*septem*, em 1543, em que Vesalius corrigiu os inúmeros erros cometidos pelos anatomistas precedentes. No que diz respeito ao SCV, Vesalius demonstrou a ausência da *rede mirabilis* em seres humanos<sup>37</sup>.

No entanto, na primeira edição do livro *De humani corporis fabrica*, Vesalius não faz alusão à ausência de poros no septo interventricular<sup>37</sup>. Foi somente em 1559, depois de Colombo ter apontado a ausência de poros no septo interventricular, que Vesalius definitivamente corrigiu os erros relacionados à anatomia cardíaca. Foi ele quem nomeou a valva atrioventricular, que separa o átrio esquerdo do ventrículo esquerdo, de “mitral”<sup>46</sup>.

Matteo Realdo Colombo (1516-1559 d.C.), em seu livro *De Re Anatomica libri XV* de 1559, ao contrário de Vesalius, descreveu corretamente a posição anatômica dos rins e demonstrou a circulação pulmonar. Ele afirmou que o sangue era transportado do ventrículo direito à artéria pulmonar, e a partir daí aos pulmões, onde o sangue seria atenuado e, juntamente com o ar, seria transportado ao ventrículo esquerdo através da veia pulmonar. Ele também enfatizou a largura da artéria pulmonar, como Servet havia feito. Colombo nunca mencionou a existência de poros no septo interventricular<sup>47</sup>.

## Artigo de Revisão

Também é discutível se Colombo, a exemplo do que tinha acontecido com Servet e Ibn-Nafis, foi influenciado pelo próprio Servet. Aparentemente, Servet enviou o rascunho de seu livro a Pádua em 1546. Se Colombo teve acesso a ele é ainda uma questão em aberto<sup>31</sup>, e se Colombo teve ou não contato com o trabalho de Ibn-Nafis também é uma questão em aberto<sup>48</sup>.

Com exceção de Antônio Benivieni, em 1507, poucos cientistas deram atenção suficiente às anomalias anatomopatológicas humanas. Colombo descreve curiosamente as anomalias cardíacas, o hidrotórax provavelmente secundário a insuficiência cardíaca crônica descompensada, a endocardite bacteriana, o enfarte do miocárdio, e a pericardite crônica<sup>49</sup>.

Embora Amatus Lusitanus tenha descrito a existência de valvas na veia ázigo em 1551, ele forneceu uma explicação errada sobre o significado anatômico dessas estruturas. Desta forma, Fabricius ab Aquapendente, em sua publicação seminal de 1603, *De venarum ostiis*, foi o responsável pela descrição da presença, estrutura, e características anatômicas de tais valvas, e a percepção de que elas funcionavam para conter o refluxo sanguíneo. No entanto, Fabricius observou apenas uma contenção parcial do refluxo sanguíneo, afirmando que parte do sangue seria distribuído aos tecidos pelas veias<sup>50</sup>.

William Harvey foi um discípulo de Fabricius na Universidade de Pádua. Levando em consideração a

descoberta de Fabricius a respeito das válvulas venosas, Harvey identificou corretamente a sua função, ou seja, a de conter o sangue. Isto abriu a perspectiva para a sua descoberta da circulação sanguínea, muitos anos depois, em 1628.

O esquema temporal das principais descobertas está apresentado na Figura 3.

### Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa e Análise e interpretação dos dados: Bestetti RB, Restini CBA; Obtenção de dados: Bestetti RB; Redação do manuscrito e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Bestetti RB, Restini CBA, Couto LB.

### Potencial conflito de interesse

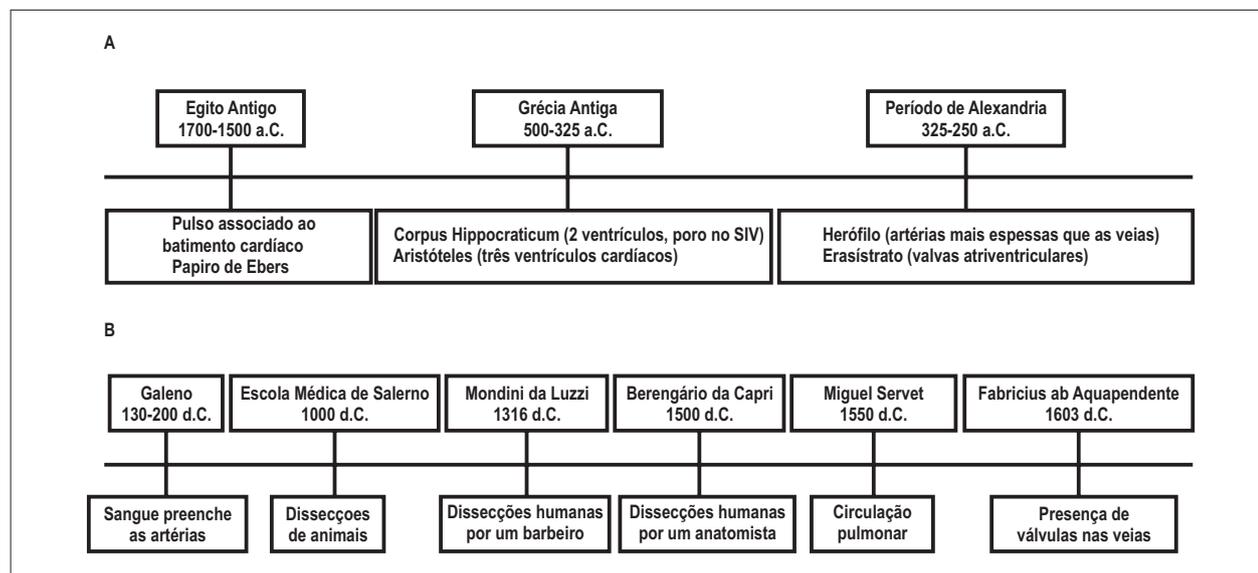
Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.



**Figure 3** – Desenvolvimento do conhecimento do sistema cardiovascular através dos tempos. Painel A) eventos antes de Cristo (a.C.). Painel B) eventos depois de Cristo (d.C.). SIV: septo interventricular.

## Referências

1. Nunn JF. Ancient Egyptian medicine. Concepts of anatomy, physiology and pathology. British Museum Press, London; 1996.
2. Boisaubin EV. Cardiology in ancient Egypt. *Tex Heart Inst J*. 1988;15(2):80-5.
3. Wilson JA. Medicine in ancient Egypt. *Bull Hist Med*. 1962;36(2):114-23.
4. Hamburger WW. The earliest known reference to the heart and circulation. *Am Heart J*. 1939;17:259-74.
5. Willerson JT, Teaff R. Egyptian contributions to cardiovascular medicine. *Tex Heart Inst J*. 1996;23(3):191-200.
6. Loukas M, Hanna M, Alsaiegh N, Shoja MM, Tubbs RS. Clinical anatomy as practiced by ancient Egyptians. *Clin Anat*. 2011;24(14):409-15.
7. Celesia GG. Alcmaeon of Croton's observations on health, brain, mind, and soul. *J Hist Neurosci*. 2012;21(4):409-26.
8. Mavrodi A, Paskevas G. Morphology of the heart associated with its function as conceived by ancient Greeks. *Int J Cardiol*. 2014;172(1):23-8.
9. Loukas M, Tubbs RS, Louis-Jr RG, Pinyard J, Vais S, Curry B. The cardiovascular system in the pre-Hippocratic era. *Int J Cardiol*. 2007;120(2):145-9.
10. French RK. The thorax in history 1. From ancient times to Aristotle. *Thorax*. 1978;33(1):10-8.
11. Hurlbutt-Jr FR. Peri kardiēs. A treatise on the heart from Hippocratic Corpus. *Bull Hist Med*. 1939;7:1104-13.
12. Atkinson MH. Man's changing concepts of the heart and circulation. *Can Med Ass J*. 1964;91:596-601.
13. Van Praagh R, Van Praagh S. Aristotles triventricular heart and the relevant early history of the cardiovascular system. *Chest*. 1983;84(4):462-8.
14. Androustos G, Karamanou M, Stefanadis C. The contribution of Alexandrian physicians to cardiology. *Hellenic J Cardiol*. 2013;54(1):15-7.
15. Wilson LG. Erasistratus, Galen, and the pneuma. *Bull Hist Med*. 1959;33:293-314.
16. Wiltse LL, Pait GT. Herophilus of Alexandria (325-255 B.C.): The father of anatomy. *Spine*. 1998;23(17):1904-14.
17. Dobson JF. Herophilus of Alexandria. *Proc R Soc Med*. 1925;18:19-32.
18. French RK. The thorax in history 2. Hellenistic experiment and human dissection. *Thorax*. 1978;33(2):153-66.
19. Dobson JF. Erasistratus. *Proc R Soc Med*. 1927;20(6):825-32.
20. Pasipoularides A. Galen, father of systematic medicine. An essay on the evolution of modern medicine and cardiology. *Int J Cardiol*. 2014;172(1):47-58.
21. Eftychiadis AC. Renal and glomerular circulation according to Oribasius (4th century). *Am J Nephrol*. 2002;22(2-3):136-8.
22. Whipple AO. Role of nestorians. *Ann Med Hist (New Ser)*. 1936;2:313-23.
23. Johns S. From warriors to guardians: the Assyrians and their role in the history of medicine. *Am Surg*. 2002;68(10):927-9.
24. Miller AC. Jundi-shapur, bimaristans, and the rise of academic medical centres. *J R Soc Med*. 2006;99(12):615-7.
25. Zargaran A. Ancient Persian medical views on the heart and blood in the Sassanid era (224-637 DC). *Int J Cardiol*. 2014;172(2):307-12.
26. Shoja MM, Tubbs RS. The history of anatomy in Persia. *J Anat*. 2007;210(4):359-78.
27. Dalfardi B, Nezhad GS, Mehdizadeh A. How did Hally Abas look at the cardiovascular system? *Int J Cardiol*. 2014;172(1):36-9.
28. Yarmohammadi H, Dalfardi B, Rezaian J, Ghanizadeh A. Al-Akhawayni's description of pulmonary circulation. *Int J Cardiol*. 2013;168(3):1819-21.
29. Dalfardi B, Yarmohammadi H. The heart under the lens of Avicenna. *Int J Cardiol*. 2014;173(1):e1-2.
30. Khan MS. Ibn Sina's treatise on drugs for the treatment of cardiac diseases. *Islam Quar*. 1983;27(1):49-56.
31. Loukas M, Lam R, Tubbs S, Shoja MM, Apaydin N. Ibn al-Nafis (1210-1288); the first description of the pulmonary circulation. *Am Surg*. 2008;74(5):440-2.
32. Meyhorf M. Ibn an-Nafis (XIIIth cent) and his theory of the lesser circulation. *Isis*. 1935;23:100-20.
33. Wilson LG. The problem of discovery of the pulmonary circulation. *J Hist Med All Sci*. 1962;17(4):229-44.
34. Bittar EE. A study of Ibn Nafis. *Bull Hist Med*. 1955;29(5):429-47.
35. Haddad SI, Khairallah A. A forgotten chapter in the history of the circulation of the blood. *Ann Surg*. 1936;104:1-8.
36. Lyons AS. Medical sects and the center at Alexandria. In: Lyons AS, Petrucelli RJ. (eds.). *Medicine: an illustrated history*. New York: Abradale Press; 1978.
37. Andrioli G, Trincia G. Padua: the renaissance of human anatomy and medicine. *Neurosurgery*. 2004;55(4):746-54.
38. Del Nero P. *L'Università di Padova. Otto secoli di storia*. Signun Padova Editrice: Padova; 2002
39. Alston MN. The attitude of the church towards dissection before 1500. *Bull Hist Med*. 1944;16:221-38.
40. Crivellato E, Ribatti D. Mondino de Liuzzi and his *Anatomia*. *Cl Anat* 2006;19(7):581-7.
41. Infusino MH, Win D, O'Neil YV. Mondino's book and the human body. *Vesalius*. 1995;1(2):71-6.
42. Fontanini F, Signorelli S. Berengário da Carpi: ci mostrò muscoli papillari, corde tendinae e valvole del cuore. *G Ital Cardiol*. 1997;27(6):621-3.
43. Shoja MM, Agutter OS, Loukas M, Benninger B, Shokouhi G, Namdar H, et al. Leonardo da Vinci's studies of the heart. *Int J Cardiol*. 2013;167(4):1126-38.
44. Cattermole GN. Michael Servetus: physician, Socinian and victim. *J R Soc Med*. 1997;90(11):640-4.
45. Temkin O. Was Servetus influenced by Ibn An-Nafis? *Bull Hist Med*. 1940;8:731-4.
46. Silverman ME. Andreas Vesalius and *De Humani Corporis Fabrica*. *Clin Cardiol*. 1991;14(3):276-9.
47. Eknoyan C, De Santo NG. Realdo Colombo (1516-1559). *Am J Nephrol*. 1997;17(3-4):261-8.
48. Coppola ED. The Discovery of the pulmonary circulation: a new approach. *Bull Hist Med*. 1957;31:44-77.
49. Moes RJ, O'Malley CD. Realdo Colombo: "On those things rarely found in anatomy". *Bull Hist Med*. 1960;34:508-28.
50. Franklin KJ. Valves in the veins: an historical survey. *Proc R Soc Med*. 1927;21(1):1-33.