

LA PAGINA DELLA STORIA

## Leonardo da Vinci e la scoperta della Circolazione del Sangue

Paolo Mingazzini

*Università degli Studi di Milano – Bicocca  
Azienda Ospedaliera San Gerardo di Monza*



### Riassunto

La scoperta della circolazione del sangue ha una storia lunga e travagliata, con molti ostacoli ed anche battute d'arresto, per le difficili comunicazioni tra civiltà e religioni differenti, per il divieto posto per anni alle pratiche settorie sul corpo umano e per la difesa dogmatica da parte della Chiesa, durata quasi un millennio, delle teorie galeniche, rivelatesi poi errate.

Le prodigiose intuizioni espresse da Leonardo da Vinci nelle sue magnifiche tavole anatomiche su cuore e vasi, con le dettagliate spiegazioni a margine, contrastano con la concezione di Galeno, spesso richiamata e mai esplicitamente contestata.

Il merito di Leonardo è stato piuttosto quello d'iniziatore del metodo scientifico moderno, basato sulla sperimentazione, di cui riconosceva la superiorità sulle dottrine costituite. Inoltre la sua "ricerca dell'ufficio delle parti del corpo" lo decreta ispiratore della gloriosa Scuola Anatomico-Fisiologica Italiana del Rinascimento, cui va ascritta la scoperta della circolazione del sangue in Europa, poi imposta in tutto il mondo dalla lucida dimostrazione matematica di William Harvey, che proprio nell'Università di Padova aveva condotto gli studi medici.

### Summary

#### Leonardo and the discovery of blood circulation

The discovery of blood circulation has a long and troubled history, with many obstacles and even setbacks caused by the difficulty of communication between different civili-

zations and religions, the prohibition of human dissection and the dogmatic imposition by the Church of Galeno's concepts for a thousand years.

Leonardo da Vinci's surprising insights on heart and vessels, expressed in his anatomical drawings, are in contrast with the view of Galeno, which nevertheless he did not refuse.

The merit of Leonardo was rather to be the initiator of the modern scientific experimental method, superior to the established doctrines. Furthermore Leonardo inspired Anatomico-Physiologic Italian School in the University of Padua during the Renaissance, which first in Europe gave explanation of blood circulation. The discovery was then transmitted all over the world by clear mathematical proof by William Harvey, who has led in Padua his medical studies.

**Parole chiave:** Leonardo da Vinci, Anatomia, Circolazione del sangue, Codice Windsor

**Key Words:** Leonardo from Vinci, Anatomy, Blood Circulation, Windsor Codex

### Corrispondenza:

Prof. Paolo Mingazzini  
AO San Gerardo di Monza  
Via Pergolesi, 33  
20052 Monza (MB)  
Tel.: 039.233.9276  
Fax: 039.233.2488  
e-mail: Paolo.Mingazzini@unimib.it

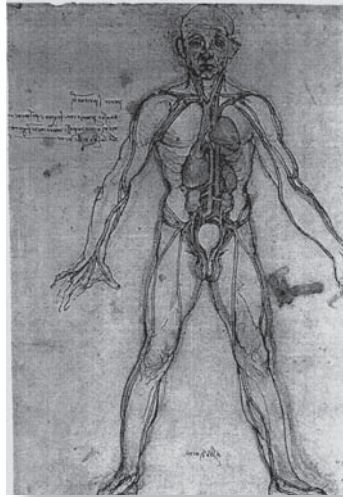


Fig. 1: Leonardo – “l’albero delle vene” Royal Library at Windsor Castle (RL) 12597 recto (r)

### Introduzione



fig. 2: Leonardo – circolazione della mano (Sabachnikoff - Fogli B 8v)

Osservare i disegni anatomici di Leonardo, per un Medico a noi contemporaneo suscita una profonda emozione, probabilmente non tanto differente da quella provata da William Hunter, Professore di Anatomia alla Royal Academy di Londra, che riscoperse a quasi tre secoli di distanza dalla loro creazione le Tavole di Leonardo, esaminando la collezione di Re Giorgio III d’Inghilterra nella Biblioteca Reale del Castello di Windsor (1).

Hunter riferisce, infatti, nel 1773 di aver felicemente rinvenuto gli stessi disegni già citati dal Vasari (2), conservati nella collezione di disegni originali di Sua Maestà, come

gli aveva anticipato il signor Dalton, bibliotecario reale: “Esaminandoli, ho visto in verità con grande stupore che Leonardo non era solo l’eminente pittore che tutti conosciamo, ma anche un profondo studioso. Considerando poi quanto lavoro abbia dedicato a ciascuna parte del corpo umano, l’indiscussa superiorità del suo genio universale, la sua eccellenza nei campi della meccanica e dell’idraulica e l’attenzione con la quale egli deve aver esaminato e studiato i soggetti dei suoi disegni, sono pienamente convinto che Leonardo fosse il più grande anatomico del suo tempo in tutto il mondo” (1).

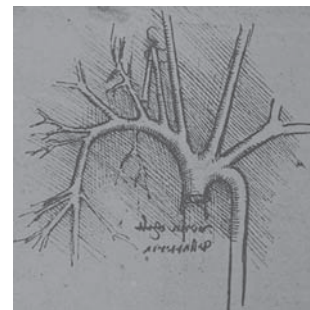


Fig. 3 (a, b): Leonardo – i tronchi sovraortici (Sabachnikoff - Fogli B 32 v, 33 r)

Anche personalmente, come Chirurgo Vascolare, sono stato ovviamente attratto in modo particolare dagli studi di Leonardo sul cuore e sulla circolazione del sangue. I dettagli da lui descritti sulla distribuzione dei vasi, la precisione con cui ha disegnato le valvole cardiache e le sue stesse considerazioni tracciate a margine dei disegni, pongono l'interrogativo su quanto egli avesse compreso del sistema cardio-circolatorio (5, 6, 7).

Com'è stato per Leonardo, il cuore e la circolazione, e le loro strette connessioni con la vita, hanno infatti per secoli

attratto gli studiosi ed i pensatori, per arrivare alla conoscenza dei meccanismi vitali, ma anche per considerazioni di carattere filosofico e speculativo.

Leonardo, che sappiamo essersi accostato agli studi sul corpo umano attraverso l'Anatomia Artistica, esercitata da diversi pittori e scultori del suo tempo, si è poi appassionato alla "meravigliosa macchina umana", tanto da ricercarne i meccanismi vitali, ma anche lo stesso "spirito vitale" e, ancor più profondamente "la vera ragion d'essere".

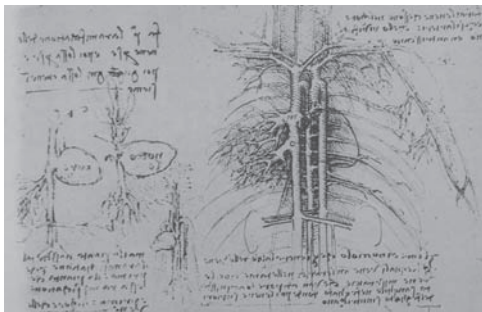


Fig. 4: Leonardo – cuore e grossi vasi (Fogli B 11 r)

Vi sono dunque vari motivi che hanno sicuramente spinto Leonardo alle indagini sul sistema cardio-circolatorio; possiamo infatti facilmente essere affascinati e coinvolti nell'analisi dei suoi disegni sul cuore e sui vasi e nelle osservazioni riportate a margine (3,4,5).

E' anche interessante poter conoscere quali fossero le cognizioni sul circolo ai suoi tempi, se Leonardo abbia percorso le successive scoperte e in quale modo abbia influito nell'evoluzione degli studi anatomico-fisiologici fioriti in Italia proprio in quell'epoca (8, 9, 10).

#### Gli Studi di Leonardo sul Cuore

Leonardo ci lascia numerosi pregevoli disegni del cuore, con descrizione dettagliata delle valvole cardiache, che egli studia utilizzando calchi in cera, e del loro funzionamento (11).

La fisiologia cardiaca viene da lui ricercata attraverso l'osservazione sul maiale, descrivendone la contrazione: passando con uno spillo, "quando il core è allungato" (diastole), lo spillo stesso è spinto in alto quando "il core nella sua espulsione del sangue si raccorta" (sistole) (11, 12).

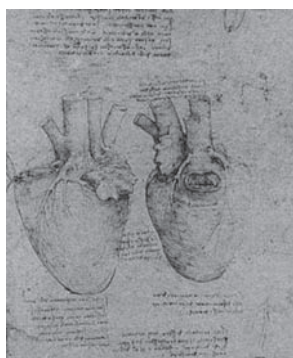


Fig. 5 : Leonardo – il cuore e le arterie coronarie (RL 19073 v), bue

Leonardo descrive per primo le quattro cavità cardiache, distinguendo i ventricoli dagli atri "auricole"; riconosce la natura muscolare del cuore e le arterie coronarie "il core è

un vaso fatto di denso muscolo, vivificato e nutrito dall'arteria e vena, come son gli altri muscoli", "le coronarie nascono da due uscioli esteriori del ventricolo sinistro".

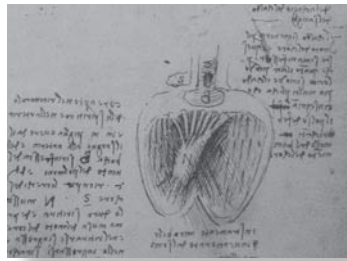


Fig. 6 : Leonardo – il cuore ed i muscoli papillari (Fogli B 12 r)

L'importanza del cuore e la sua contrazione autonoma sono descritte da Leonardo, che lo definisce “strumento mirabile, intenzionato dal Sommo Maestro” “è potentissimo sopra gli altri muscoli” e “si muove da sé e non si ferma, se non eternamente”.

Leonardo ha rilevato il nesso tra la contrazione del ventricolo sinistro e la sua sincronia con il polso arterioso. Descrive inoltre il ciclo cardiaco: “moti del core”, osservando che la contrazione degli atri coincide con la diastole ventricolare, mentre, al contrario, la sistole ventricolare coincide con la dilatazione degli atri (13). Che il sangue fosse pompato dal cuore era ben chiaro a Leonardo, che scriveva infatti come: “quando l'acqua esce dalla terra, mira sempre

luoghi bassi”, invece il sangue negli esseri animati si muove dal cuore verso la periferia, anche in senso antideclive: “quando scoppia una vena del naso, tutto il sangue passa da sotto in su”.

### Gli Studi di Leonardo sui Vasi

Negli studi di Leonardo sul sistema vascolare ci sono momenti conoscitivi differenti: un primo accostamento attraverso l'anatomia artistica, la decorticazione, e poi la definizione dei preparati anatomici, ove egli spiega come la dissezione deve mostrare poi le varie parti del corpo: muscoli, tendini, vasi e nervi, ossa scheletriche: “dipoi descrivi come li è composto di vene, nervi, muscoli e ossa”.

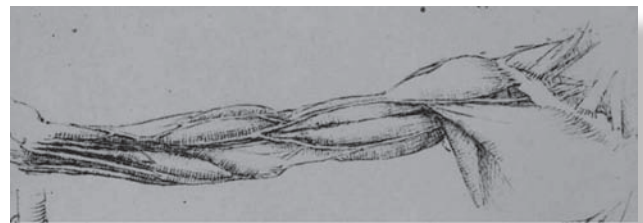


Fig. 7 a, b, c: Leonardo – vasi dell'arto superiore (Fogli B 10 r; RL 19005 r; RL 19011 v)

E indubbio che Leonardo, pur confidando prima di tutto sulle proprie osservazioni, viene a contatto con i trattati della scienza del tempo ed integra informazioni che trae da questi, con quelle derivate direttamente dalle sue dissezioni.

Uno dei primi disegni del sistema vascolare (Fig.1), il cosiddetto “albero delle vene”, dalla scritta autografa di Leonardo, è tratto probabilmente da una figura di un trattato anatomico dell'epoca (L'Anatomia di Mondino del Fasciculus Medicinæ di Kethan), ove egli traccia mirabilmente

il sistema circolatorio, tenendo però l'impostazione data da Galeno e seguita dagli anatomisti contemporanei (14). Come abbiamo visto per il cuore, anche per le arterie e le vene lo studio di Leonardo è interpretativo, cioè cerca costantemente “l'uffizio delle parti del corpo”, ossia la loro ragione fisiologica di essere. Lo studio della Fisiologia, che poi si estenderà a tutti gli anatomici del Rinascimento (soprattutto alla formidabile scuola di Padova, rinomata in tutta Europa, e dalla quale verrà la soluzione del problema della circolazione del sangue) è veramente iniziato da Le-



Leonardo da Vinci, il quale asserisce infatti che la “scienza macchinale”, che “sopra tutte le altre utilissima”, è quella

mediante cui “tutti li corpi animati...fanno le loro operazioni”.

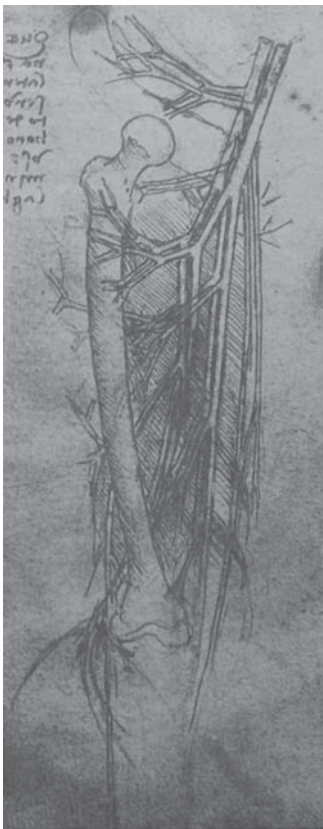


Fig. 8: Leonardo a) vasi femorali (Fogli B 8 r); b) vasi dei visceri addominali (Fogli B 11 v)

Dall’osservazione della natura Leonardo ha probabilmente tratto le sue più mirabili invenzioni: “Lo ingegno umano non troverà mai invenzione più bella, né più facile, né più breve della natura, ove nulla manca e nulla è superfluo”. Eppure, quando Leonardo scrive del progetto di un suo trattato di anatomia “De Figura Umana”, pur sostenendo

che “tutte le vene e arterie nascono dal core”, cita esattamente la teoria di Galeno: “il core è il nocciolo che genera l’albero delle vene, le quali han le radici nelle vene miseraiche, che van a diporre lo acquistato sangue nel fegato, donde poi le vene superiori del fegato ...”.

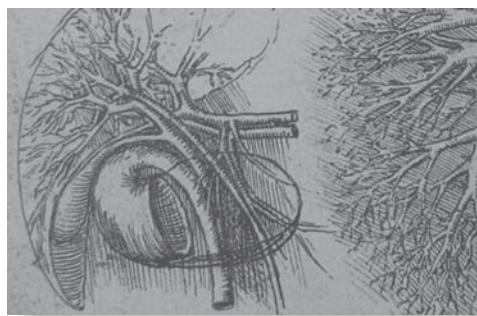
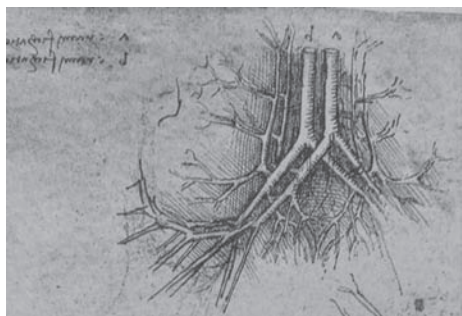


Fig. 9 : Leonardo a) aorta, cava inferiore e vasi iliaci (Fogli B 9 r); b) arterie e vene del fegato (Fogli B 34 v)

Restano dunque i problemi aperti del ritorno del sangue attraverso il piccolo circolo “il lago del sangue ove cresce e decresce il polmone nello alitare” e non attraverso pori invisibili del setto interventricolare (come sosteneva Galeano) e del ritorno attraverso il grande circolo per il sistema capillare, pur intuito da Leonardo: i vasi “quanto più si rimuovano dal core, più si assottigliano e si dividono in più minute ramificazioni”(15, 16).

Le immagini tracciate da Leonardo in epoca più tardiva,

sino agli ultimi anni, mostrano maggior sicurezza e precisione, ma le diramazioni arteriose sono schematizzate con uno studio geometrico delle simmetrie ed asimmetrie e delle suddivisioni progressive dell’albero vascolare, nella ricerca dell’ordine naturale e della riduzione delle turbolenze dei fluidi in circolo. Così nelle Fig. 8, 9 e 10.

L’anatomia così schematizzata è però piuttosto irrealistica, non da’ragione dell’abilità di Leonardo a riprodurre esattamente ciò che disseziona e conserva alcuni errori.(Fig. 10)

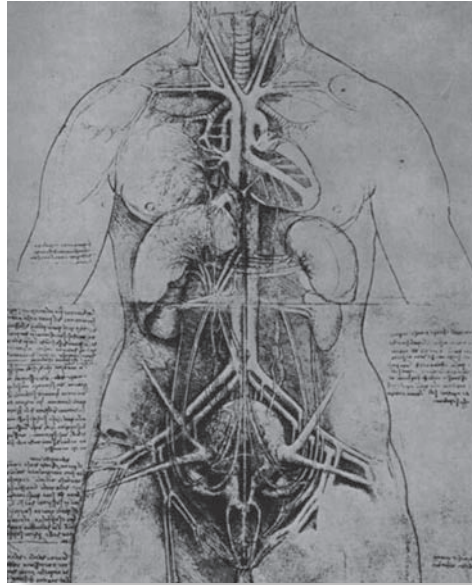


Fig. 10: Leonardo – il cuore e i grossi vasi (RL12281 r) “La Grande Dame”

Molto più in là si era spinto il genio vinciano nelle considerazioni sui vasi, quando dall’anatomo-fisiologia passò all’anatomia patologica, cercando la causa del decesso di un paziente dello Spedale di Santa Maria Nova in Firenze: “ne feci notomia per vedere la causa di sì dolce morte” (RL 19027 v).

Leonardo lascia inoltre una chiara anticipazione della malattia arteriosclerotica, quando descrive le arterie che “per lo ingrossare delle lor tonache, restringono il transito del sangue” (Fogli B 11 verso); ed ancora “la morte negli uomini vecchi, quando non di febbre, è causata dalle vene... che addensano tanto nelle pareti, che diventano chiuse e non lasciano alcun passaggio al sangue che le nutre”.

### Storia della Scoperta della Circolazione del Sangue

La scoperta della Circolazione nella letteratura Medica moderna è solitamente attribuita ad Harvey, medico inglese del XVII secolo, che aveva condotto i suoi studi medici in Italia, laureandosi all’Università di Padova. In verità il mistero legato alla vita, ed al meccanismo cardiocircolatorio che la mantiene, ha da sempre affascinato l’uomo, sia da un punto di vista speculativo, filosofico, che da un

punto di vista biologico e medico.

Le tappe della scoperta della Circolazione ripercorrono quindi il lungo cammino delle civiltà nella storia.

I primi scritti conosciuti sulla circolazione riguardano l’antica civiltà cinese. Essi furono raccolti dalla tradizione e tramandati nel “Manuale di Medicina Corporea dell’Imperatore della Cina”, che traccia i canoni della medicina cinese, ormai sistematizzata negli ultimi secoli prima di Cristo e base anche per la pratica tradizionale dell’agopuntura.

La tradizione cinese parla di due circoli separati di fluidi corporei: il sangue, pompato dal cuore, che scorre attraverso le arterie, vene e capillari e il Ch’i, forma d’energia eterea pompata dai polmoni attraverso condotti invisibili in tutto il corpo.

Le due circolazioni del sangue e dell’energia eterea (Yin e Yang) sono interconnesse tra di loro: il flusso del sangue è mantenuto dal Ch’i, come il movimento del Ch’i dipende dal sangue.

E’ riportato sul Manuale dell’Imperatore che “la funzione del sistema di canali nel corpo umano serve a favorire il normale passaggio del sangue e del Ch’i, in modo che le essenze vitali derivate dal cibo possano nutrire con Yin e

Yang i visceri, sostenere i muscoli, i tendini e le ossa e lubrificare le articolazioni.

La tradizione cinese identifica anche 28 differenti tipi di pulsazione, che riconoscono emanare dalla pompa cardiaca. Nel Manuale dell'Imperatore è chiaramente riportato che "ciò che chiamiamo sistema vascolare è come una serie di dighe, che formano un circolo di canali, che controllano il percorso attraversato dal sangue, che non può sfuggire.

I cinesi hanno anche condotto esperimenti, rimuovendo i vasi sanguigni e stirandoli alla loro lunghezza piena per misurare la distanza percorsa dal sangue nel circolo (stimata 162 piedi).

Ogni 24 ore il sangue percorre 50 volte il circolo (8.100 piedi al giorno), in questo tempo l'aria viene inspirata ed

espirata 13.500 volte, il sangue percorre dunque 6 pollici ogni respiro.

Il cuore era riconosciuto come pompa del sangue, ma il tempo di circolo era stimato 28,8 minuti (è in realtà 30 secondi), ma nemmeno Harvey millenni più tardi aveva stimato giusto.

Willem ten Rhijne scrive nel suo trattato "Mantissa Schematica de Agopunctura" che la circolazione del sangue era uno dei cardini della medicina cinese, tramandata per molti secoli, prima che la conoscessero gli europei. Anche Isaac Vossius conferma che i cinesi conoscevano la circolazione del sangue da 4.000 anni, ma in Europa avevano trascurato questi studi, rimanendo nell'ignoranza ed accettando le teorie Galeniche.



Fig. 11 : il "Papiro di Eber" (XVI sec AC)

La Medicina dell'antico Egitto è stata portata alle nostre conoscenze soprattutto attraverso il Papiro di Eber. Gli Egizi conoscevano la connessione tra cuore ed arterie e pensavano che l'aria proveniente dai polmoni arrivasse al cuore e raggiungesse, tramite le arterie, le varie parti del corpo.

Nell'antica India nel VI sec. AC la circolazione dei fluidi

vitali viene descritta dal medico Sushruta.

Nel IV sec. AC Ippocrate di Cos descrive le valvole del cuore, ma osserva che il sangue, dopo la morte si raccoglie nelle vene, mentre le arterie sembrano vuote, pensa dunque che servano al trasporto dell'aria. La teoria ippocratica sull'uomo era cefalo centrica, riconosceva infatti tutte le funzioni vitali sotto il controllo del cervello.

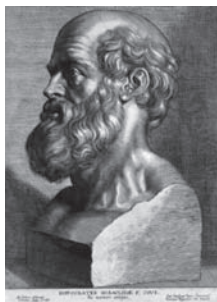


Fig. 12 : a) Ippocrate (460-377 AC); b) Ippocrate e Galeno

In Grecia, con Ippocrate prima, e più tardi con Aristotele (IV sec AC) viene superata la concezione animistica e divinatoria della Scienza, per una più oggettiva teoria vitalistica, che viene sostenuta in seguito dalla Scuola di Alessandria, ove Erofilo (300AC) ed il suo allievo Erasistrato (250 AC) a differenza dei predecessori greci, che

sezionavano solo gli animali, praticarono anche studi sul corpo umano, distinguendo le arterie (di cui descrissero la pulsazione) dalle vene. Dalla osservazione del sanguinare di un'arteria sezionata, Erasistrato aveva dedotto che con il taglio l'aria fuoruscisse da questa e fosse poi rimpiazzata dal sangue, che affluiva dai piccoli vasi tra arterie e vene.

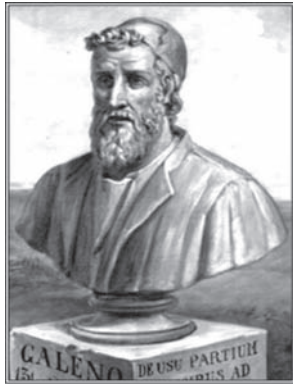


Fig. 13 : Galeno (120-200 DC)

Galeno (130-200 DC) fu l'ultimo esponente della Scuola Anatomica di Alessandria e diventò noto nel romano impero dapprima come chirurgo dei gladiatori, divenendo poi medico dell'Imperatore Marco Aurelio, quindi anche dei suoi successori Lucio Vero, Commodo e Settimio Severo. Galeno distingueva il sangue scuro, trasportato dalle vene, dal sangue più chiaro delle arterie. La sua teoria era che il sangue fosse prodotto dal fegato, derivandolo dal chilo, assorbito dal cibo nell'intestino; giunto al cuore, il sangue passava attraverso i pori del setto interventricolare

dal ventricolo destro al sinistro, ove si miscelava all'aria proveniente dai polmoni attraverso l'arteria polmonare, portando quindi aria e nutrimento a tutto il corpo. Tuttavia Galeno riteneva che il sangue distribuito in periferia fosse totalmente consumato dai tessuti, per essere poi nuovamente prodotto dal fegato. Il medico iraniano Rhazes (Abu Bakz Mohammad Zakariya Razi) (865-925 DC), nel suo "Libro di al-Mansouri" descrive arterie, vene e circolazione sanguigna.

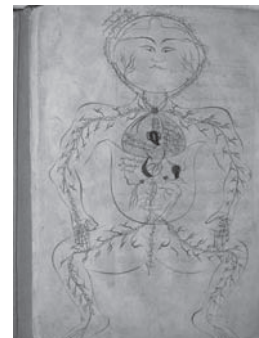
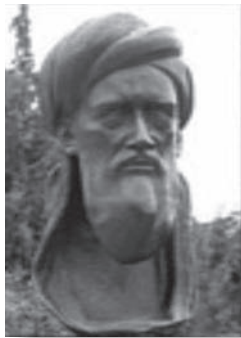


Fig. 14 : Rhazes (IX sec DC) – "libro di Mansouri"

Egli descrive anche le due grosse arterie che originano dal cuore, la polmonare e l'aorta ed anche le piccole coronarie; descrive anche le valvole cardiache e le grosse vene, ma ritiene che l'aria arrivi al cuore dai polmoni e che il sangue e lo spirito vitale escano dal cuore, per essere di-

istribuiti ai tessuti(19). Ahwazi (Ali Ibn Abbas Majusi), anch'egli medico iraniano del X sec DC, scrisse il "Liber Regius" (Kitab Tebbe-al-Maleki) sulla perfezione dell'Arte della Medicina.



Fig. 15 : "Liber Regius" di Ahwazi (X sec DC)



Anch'egli segue le teorie di Galeno e descrive la circolazione portale, che estrae l'essenza dei cibi digeriti dall'intestino e la trasporta al fegato, il quale la trasforma in sangue onde sia distribuito in tutto il corpo. Ahwazi descrive correttamente il muscolo cardiaco ed i ventricoli destro e sinistro, negando il terzo ventricolo descritto precedentemente da Aristotele(20).

Il noto volume "Canone della Medicina" di Avicenna, medico persiano, esce nel 1025. In esso, riconoscendo il movimento di contrazione ed espansione del cuore come quello delle arterie ("Trattato dei Polsi"), Avicenna accetta tuttavia la teoria Galenica dei pori interventricolari.

Sarà nel 1242 che il Medico arabo Ibn al-Nafis, nato a

Damasco e vissuto al Cairo, ove diviene capo medico dell'ospedale Al-Mansuri, nel suo trattato "Commentari sull'Anatomia del Canone di Avicenna", descrive la circolazione polmonare e rinnega Galeno, sostenendo che non c'è nessuna comunicazione tra i due ventricoli ed il setto è spesso e solido e non ci sono "pori invisibili".

Il sangue, dal cuore destro, attraverso la "vena arteriosa" va ai polmoni, si meschia ad aria e passa al cuore sinistro attraverso la vena polmonare, a formarvi lo "spirito vitale" (20).

Al Nafis aveva anche supposto piccole comunicazioni tra arteria e vena polmonare (i capillari alveolari).

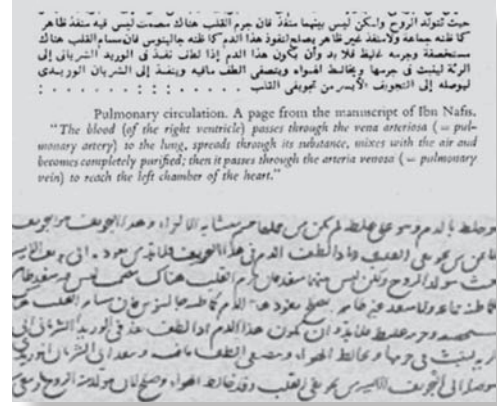


Fig.16 : Ibn Nafis – "Commentaria sull'Anatomia del Canone di Avicenna"

La riscoperta a posteriori in Europa degli scritti di Ibn Nafis, dovrebbe far riconoscere a lui il merito storico di aver sovvertito le teorie Galeniche, comunemente attribuito invece a William Harvey, ma che, più propriamente è stata merito della Scuola Anatomica Italiana dell'Università di Padova, e più precisamente di Andrea Cisalpino.

Per comprendere però le ragioni per cui la Teoria Galenica sulla Circolazione del Sangue sia rimasta universalmente accettata per quasi un millennio in Europa, dobbiamo considerare che la diffusione delle religioni Monoteiste, specie il Cristianesimo in Europa, ma anche Ebraismo ed Islamismo, aveva vietato come sacrilega la dissezione del corpo umano, interrompendo dunque gli studi anatomici praticati nella Scuola Alessandrina.

La Chiesa Cattolica aveva inoltre accettato come dogma le teorie di Galeno e non permetteva la diffusione di trattati che le contestassero, combattendo anzi, attraverso l'Inquisizione, chi vi si opponeva, come avvenne per Serveto.

La ripresa degli studi anatomici avviene in Italia intorno al 1200, presso l'Università di Bologna, favorita dai professori di Legge, per dirimere le questioni concernenti le cause di morte.

Inoltre è del 1215 l'ordinanza dell'Imperatore Federico II, che consente le autopsie e del 1300 l'Autorizzazione alle dissezioni di Papa Bonifazio 8°.

Esce infatti nel 1316 il trattato "Anathomia" di Mondino de' Liuzzi, insegnante all'Università di Bologna.

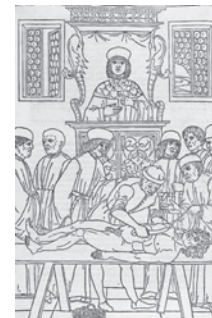


Fig. 17 : "Anathomia" di Mondino De' Liuzzi (1316)

Nel 1521 Berengario da Carpi, anch'egli professore a Bologna, pubblica poi l' "Anatomia del Mondino", da lui re-

visionata sul testo originale e commentata.

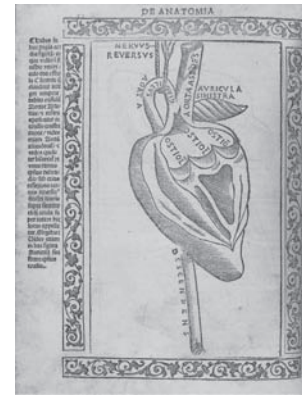


Fig. 18 : "De Anatomia" di Berengario da Carpi (1521)

Tuttavia questi Anatomici erano ancora strettamente legati alla tradizione Galenica sulla circolazione.

Grande impulso ebbero poi gli studi anatomici in Italia all'inizio del Rinascimento, con la ripresa della rappresentazione del nudo nell'arte e conseguentemente con lo studio delle forme attraverso l'Anatomia Artistica. Proprio da questa è partito Leonardo, entrando poi nel vivo dei suoi studi sulla meravigliosa macchina umana e divenendo egli stesso Anatomico a pieno merito, come lo giudicheranno i posteri, dopo aver visto i suoi disegni anatomici, che erano quasi completamente sconosciuti ai suoi contemporanei. Leonardo aveva stretto amicizia con un illustre rappresentante della Scuola Anatomica di Bologna: Marcantonio

della Torre, insieme al quale aveva anche condotto dissezioni, quando questi si era trasferito ad insegnare all'Università di Pavia nel 1510. Il Vasari scrive infatti "attese di poi alla notomia degli uomini, aiutato e scambievolmente aiutando in questo Messer Marc'Antonio della Torre, eccellente filosofo, che allora leggeva in Pavia e scriveva di questa materia e fu de' primi, come odo dire, che cominciò a illustrare con la dottrina di Galeno le cose di medicina, et a dare vera luce alla notomia, fino a quel tempo involta in molte e grandissime tenebra d'ignoranza, et in questo si servì meravigliosamente dell'ingegno, opera e mano di Lionardo, che ne fece un libro" (2).

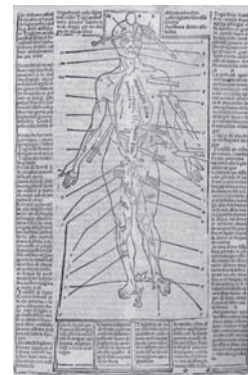


Fig. 19 : Marcantonio Della Torre, Anatomico - Università di Bologna e Pavia (XVI sec)

Forse dunque proprio in collaborazione con Marcantonio della Torre Leonardo aveva intenzione di scrivere il suo Trattato di Anatomia, progetto al quale dovette però ben presto rinunciare per la morte di Marcantonio per la peste nel 1511.

Rimane dunque un mistero quale e quanto possa essere stato l'influsso di Leonardo sugli anatomici del suo tempo

e quanto abbia quindi influenzato gli studi che hanno portato alla scoperta della circolazione del sangue.

Ma abbandonando per ora Leonardo e le sue tavole e tornando alla Scuola Anatomica Italiana ed agli Studi sulla Circolazione, osserviamo come il centro di tali studi si sposta da Bologna all'Università di Padova, ed è lì infatti che insegna Andrea Vesalio, il quale pubblica nel 1546 il

suo “De Humani Corporis Fabrica” con i disegni di Stefano Calcar, allievo di Tiziano, applicando il principio di

Leonardo dell’Anatomia Figurata.



Fig. 20 : Andrea Vesalio - “De Humani Corporis Fabrica” (1546)

Proprio Vesalio, nella seconda edizione del suo trattato del 1553 “non sa comprendere come attraverso il setto inter-

ventricolare si possa far passare la benché minima parte di sangue.



Fig. 21 : Andrea Vesalio, anatomia, la vena porta

Ancor di più si espone Michele Serveto, teologo e medico spagnolo, che negò i fori interventricolari e, forse primo

in Europa, espone la Piccola Circolazione, come necessità fisiologica.

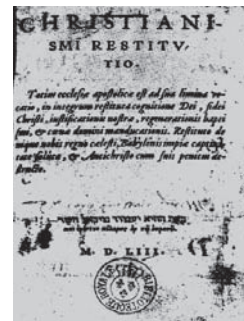


Fig. 22 : Michele Serveto (1511-1553)

Egli infatti pubblica il testo teologico “Christianismi Restitutio”, in cui descrive il passaggio del sangue dal cuore ai polmoni attraverso l’arteria polmonare “vena arteriosa” e, dopo avvenuta nel polmone la miscela col pneuma, “ergo in pulmonibus fit mistio”, torna nel core attraverso le vene polmonari “in arteria venosa trasfonditur”, per essere dal

cuore inviato a tutto il corpo “a sinistro cordis ventriculo in arterias totius corporis deinde trasfonditur”. Serveto per questo fu condannato sia dalla Chiesa Cattolica che da quella Protestante ed arso vivo sul rogo a Ginevra nel 1553.

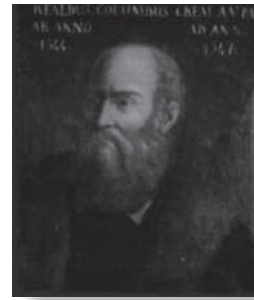


Fig. 23 : “De Re Anatomica” di Realdo Colombo (1559)

Diversi storici pensano infatti, senza togliere nobiltà al martirio di Michele Serveto, che questi abbia potuto apprendere tali teorie quando venne in Italia e soggiornò a Padova. L’unico concetto che restava nella teoria di Realdo Colom-

bo, della concezione di Galeno, era la centralità del fegato, che fu confutata da lì a poco da Andrea Cesalpino, il quale localizza nel cuore il principio vitale (l’anima) “sanguis fugit ad cor tanquam ad suum principium, non ad hepar aut cerebrum”.

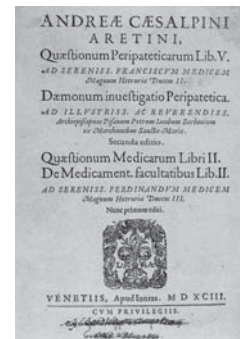


Fig. 24 : Andrea Cesalpino 1519-1603

Cesalpino intuisce anche la chiusura del grande circolo e nella sua opera “Peripateticarum Questionum” del 1571 asserisce che il sangue passa dalle arterie alle vene attraverso anastomosi “vasa in capillamenta resoluta”, è quindi sua l’intuizione dei capillari e della circolazione chiusa del sangue “idem enim est circuli principium medium et finis”, definisce precisamente la funzione delle arterie e

delle vene nel “De Plantis” del 1583 “sanguis per venas duci ad cor, et per arterias in universum corpus distribui” e delle valvole venose e cardiache “membranis quibusdam ad ostia vasorum appositis, ut impediunt retrocessum”. Fabrizio d’Acquapendente, nel suo trattato “De Venarum Ostiolis”, conferma le scoperte di Cesalpino e descrive minutamente le valvole venose.

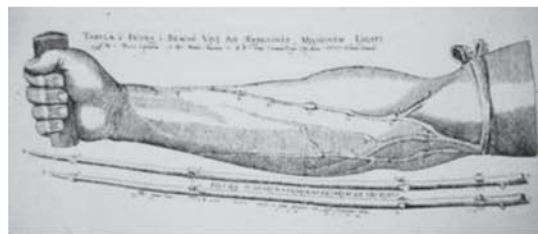


Fig. 25 : Fabrizio d’Acquapendente – studi sulle valvole venose



A concludere ed a coronare, con dimostrazione scientifica impeccabile, gli studi degli illustri Maestri di Anatomia dell'Università di Padova giunge dall'Inghilterra un giovane studente diplomato al Caius College di Cambridge nel 1597, che pratica gli studi di Medicina all'Università di

Padova, dove si laurea nel 1602. E' William Harvey, allievo dunque di Fabrizio d'Acquapendente, di cui segue gli studi settori ed i preziosi insegnamenti del maestro e dei validissimi Anatomici che l'hanno preceduto nell'Ateneo Patavino.



Fig. 26 : William Harvey – “De Motu Cordis” (1628)

Harvey ritorna quindi in Inghilterra, esercita al Saint Bartholomew's Hospital e prosegue i suoi studi anatomico-fisiologici, viene nominato Professor del College of Physicians di Londra quindi Medico del re James I e poi anche di Carlo I.

Nel 1628 pubblica la sua celebre monografia “Exercitatio Anatomica De Motu Cordis et Sanguinis”, comunicando i suoi esperimenti a dimostrazione della funzione Cardio-Circolatoria.

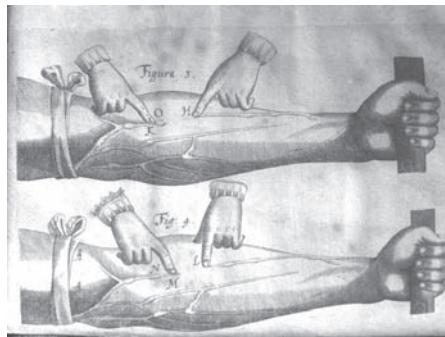


Fig. 27 : Harvey: Funzione delle Valvole Venose

Naturalmente la sua opera creò grande scompiglio nei medici del tempo ed Harvey fu duramente contestato, ma le sue dimostrazioni, basate su un modello matematico quantitativo ed il paragone dell'attività del cuore con la pompa meccanica, che entrava nell'uso proprio in quegli anni, ebbero infine il sopravvento.

Harvey conosceva dunque il libro di Realdo Colombo, ma non ha adeguatamente citato le sue scoperte, Primrose infatti, che contestava le sue teorie, lo accusa apertamente di aver solo riportato, senza provarle, tutte le affermazioni fatte da Realdo Colombo.

Ma anche se William Harvey non fu il primo a negare la pervietà del setto, ed a sostenere la circolazione polmonare, già descritta da Colombo e da Serveto, se anche la funzione delle vene e delle valvole erano già state descritte da Fabrizio d'Acquapendente e spiegate da GiovanBattista Canano e da Paolo Sarpi, tuttavia il suo breve trattato “De

Motu Cordis” è indiscutibilmente un capolavoro geniale, per la sua chiara esposizione e per la logica delle osservazioni, che hanno avuto la meglio, imponendosi sopra i numerosi oppositori.

Harvey controbatté infatti con un altro trattato del 1649 “Exercitationes duae anatomiche de circulatione sanguinis”, nel quale dice: “non c'è scienza che derivi solo da idee a priori, e non c'è conoscenza solida e certa che non prenda origine dai nostri sensi. Ma sono i nostri sensi, non le teorie accettate, è la dissezione e non i sogni immaginari che devono insegnarci ciò che è vero o falso (21).

Sembra di rileggere Leonardo, quando asserisce che “La Scienza è figlia dell'esperienza, l'esperienza non inganna, ma il giudizio sul fenomeno può ingannare” e “Nessuna certezza è scienza se essa non passa per le matematiche dimostrazioni”.

La vera innovazione di Harvey fu dunque quella di applicare un approccio scientifico alla natura, attraverso l'osservazione sistematica, la sperimentazione, la quantificazione delle misurazioni e la loro espressione matematica.

Egli ha incarnato il trionfo della libera osservazione, dell'esperimento e del ragionamento sull'autorità indiscussa dei testi, della conquista della verità sul dominio dell'errore, che ha contraddistinto il rifiorire delle Scienze nel Rinascimento.

La conclusione della scoperta della circolazione del sangue avviene con la dimostrazione al Microscopio dei capillari, ad opera di Marcello Malpighi nel 1661. La comunicazione tra arteriole e venule, intuiva dal Cisalpino e non spiegata da Harvey, viene così confermata con l'introduzione della Microscopia Ottica, chiudendo finalmente il "cerchio perfetto" del circolo ematico.

### Conclusioni

Gli studi sulla circolazione del sangue rispecchiano la ricerca del meccanismo vitale e sono strettamente collegati alle scuole filosofiche, prima ancora che mediche, delle varie epoche.

Ricercare i vari passi compiuti nella Storia, per giungere alla spiegazione del sistema cardio-circolatorio, porta necessariamente a considerare le varie Civiltà che si sono via via susseguite sia nel continente Europeo, che Africano ed

Asiatico. Le rispettive Religioni hanno anch'esse notevolmente influito su questo percorso storico.

L'Italia ha avuto un ruolo assai importante, per il fiorire nel Rinascimento, insieme alle altre Scienze, degli Studi Medici nelle Università di Bologna, Pavia, e soprattutto Padova.

Leonardo da Vinci, come in numerosi altri campi, si è distinto anche nello studio del sistema cardiocircolatorio, i suoi concetti fisiologici sono infatti ripresi successivamente da Realdo Colombo, che (anche se non sufficientemente noto) è il vero scopritore della circolazione del sangue in Europa e dai suoi discepoli in Padova, Fabrizio d'Acquapendente e Guglielmo Harvey. Anche se in verità la spiegazione del circolo ematico era stata già data dal medico arabo Ibn Nafis.

Il merito maggiore di Leonardo da Vinci, che non ha mai pubblicato in vita le sue scoperte, è stato senz'altro quello di introdurre per primo il metodo di ricerca scientifica moderno, che s'impone necessariamente su ogni dottrina costituita.

*Post Scriptum: Si ringrazia la Casa Editrice ANTHELIOS (antheios@antheios.it) per la gentile concessione alla riproduzione di alcune delle immagini qui riportate, tratte dai Volumi delle Tavole di Windsor (fogli A e B), editi da Teodoro Sabachnikoff*

### Bibliografia

- 1) Kemp M  
Hunter William at the Royal Academy of London -  
On the Windsor's Leonardos  
University of Glasgow Press, (144), 1975.
- 2) Vasari G  
Vite dei più eccellenti pittori, scultori ed architettori  
Firenze 1568
- 3) Sabachnikoff T  
I Manoscritti di Leonardo da Vinci della Reale Biblioteca di Windsor  
Fogli A: Parigi 1898, Fogli B: Torino 1901, Fogli C:  
Christiania 1911-16
- 4) Keele K.D.  
Leonardo da Vinci's Anatomical Drawings at Windsor  
E Mc Curdy, London 1938
- 5) Clark K, Pedretti C  
The Drawings of Leonardo da Vinci in the Collection of Her  
Majesty the Queen at Windsor Castle  
Londra 1968
- 6) Mingazzini P et Al.  
I Segreti del Corpo - Disegni Anatomici di Leonardo  
da Vinci  
Antheios Ed., Milano 2008
- 7) Marinoni A  
The sublimate of Leonardo da Vinci  
Smithsonian Institution Press, Washington 1970
- 8) Marani PC  
Leonardo  
Federico Motta Ed., Milano 1999
- 9) Pedretti C  
Leonardo  
Ed. Mondadori, Milano 2008
- 10) Keele K  
Leonardo da Vinci's influence of Renaissance Anatomy  
Medical History, VIII: 360, 1964
- 11) Ceraldini G  
Il meccanismo delle valvole semilunari del cuore  
Ed Hoepli, Milano 1906
- 12) De Toni GB  
La Biologia in Leonardo da Vinci.  
Venezia 1903: 12-13
- 13) Bottazzi F  
Un esperimento di Leonardo sul cuore  
In Raccolta Vinciana 1913; 10: 53
- 14) Keele K  
Leonardo da Vinci on the movement of the heart and blood  
Londra 1952
- 15) Recupero J  
Leonardo, scritti  
Rusconi Ed., Roma 2002
- 16) Cianci M  
Leonardo - Anatomia  
Giunti Ed., Firenze 2000
- 17) Keele K  
Leonardo's views on Arteriosclerosis  
Medical History, XVII: 304, 1973
- 18) Akmal M, Zulkifle M, Ansari AH  
IBN Nafis - A Forgotten Genius in the Discovery of  
Pulmonary Blood Circulation, Heart Views 2010;11:26-30
- 19) Azizi MH, Najernouri T, Azizi F  
A brief history of the discovery of the circulation of blood in  
the human body  
Arch Iranian Med 2008; 11(3): 345-350
- 20) Ullmann M  
Islamic Medicine  
Edimbourg University Press 1997: 64-67
- 21) Auffray C, Noble D  
Origins of Systems Biology in William Harvey's  
Masterpiece on movement of the heart and blood in animals  
Int J Mol Sci 2009, 10: 1658-1669