

BIBLIOTECA
LANCISIANA



TENTATIVI

PER IMITARE IN GRANDE

IL MOVIMENTO DEI CORPUSCOLI DEL SANGUE

NEI PIÙ MINUTI VASI SANGUIGNI

PER

JAC. MOLESCHOTT

manuscript



TORINO

STAMPERIA REALE

1868.

TENTATIVI

PER IMITARE IN GRANDE

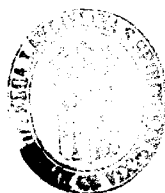
IL MOVIMENTO DEI CORPUSCOLI DEL SANGUE

NEI PIÙ MINUTI VASI SANGUIGNI

PER

JAC. MOLESCHOTT

~~~~~



TORINO  
STAMPERIA REALE

1868.

---

Estr. dagli *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino*  
Adunanza dell' 8 Marzo 1868.

---

TENTATIVI PER IMITARE IN GRANDE

## IL MOVIMENTO DEI CORPUSCOLI DEL SANGUE

NEI PIÙ MINUTI VASI SANGUIGNI

---

Ai fisiologi è noto il modo diverso di comportarsi dei corpuscoli rossi e bianchi del sangue, mentre essi attraversano i più larghi vasi capillari, e piccolissime arterie o vene. L'esame microscopico dimostra che i corpuscoli rossi costituiscono una colonna centrale, circondata da una zona periferica in cui i rossi fanno difetto, appaiono invece i bianchi a proporzione del loro numero, il quale, nel sangue della rana per condizioni normali, sta a quello dei rossi come 1:8 (1), mentre nell'uomo il rapporto medio equivale ad 1:357 (2). I corpuscoli bianchi, per trovarsi nella zona periferica, si muovono con minor velocità, secondo Ernesto Enrico WEBER oltre a dieci volte minore di quella dei rossi che corrono vicini al centro. Ma non di rado i corpuscoli scoloriti si fermano, quasi rimangono attaccati alla parete o spinti contro di essa, e frequentemente si osserva che nel muoversi descrivono rotazioni intorno ad un asse situato in un piano perpendicolare all'asse del vaso. Nella membrana interdigitale della rana a queste osservazioni si prestano assai

(1) DONDERS e MOLESCHOTT, in *Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften*, herausgegeben von VAN DEEN, DONDERS und MOLESCHOTT, Düsseldorf und Utrecht, 1846, vol. 1, p. 367.

(2) MOLESCHOTT in *Wiener medicinische Wochenschrift*, 1854, p. 117.

bene le piccole vene, nelle quali il letto circolatorio è abbastanza largo per presentare una bella zona periferica (o plasmatica come alcuni la chiamano per causa della deficienza dei corpuscoli rossi), mentre in tali vene la corrente, sebbene più veloce che nei capillari, non è ancora troppo rapida per far distinguere le varie fasi dei corpuscoli. Quelle rotazioni non si osservano che raramente nei corpuscoli coloriti; si potrebbe dire soltanto in via d'eccezione.

Il DONDERS vuole spiegare i diversi fenomeni del movimento delle due sorte di corpuscoli, ripetendone la causa dalla loro densità e forma diverse (1). I corpuscoli rossi sono più densi dei bianchi, i primi nel plasma o nel siero del sangue si abbassano, i secondi invece vengono a galla. Nella rana i corpuscoli rossi sono ellissoidei, i bianchi sferici. Dalla maggior densità dei corpuscoli coloriti ne viene di conseguenza che ad essi compete un maggior movimento meccanico e quindi incontrano minor resistenza nei fili centrali della colonna sanguigna, poichè questi si muovono con maggior velocità. I corpuscoli bianchi siccome sferici, purchè il loro centro non percorra proprio l'asse dei vasi, ricevono una spinta più forte sulla metà della sfera diretta verso il centro della colonna sanguigna, che non su quella che guarda la superficie, e quindi rotano intorno ad assi collocati in un piano perpendicolare all'asse vasale. Ma per la rotazione si consuma una parte della forza impellente, e pertanto i corpuscoli scoloriti si muovono con minor velocità, il che, secondo DONDERS, li farebbe tendere alla

(1) DONDERS, *Nederlandsch lancet*, 3 serie, Jaargang V, p. 130; DONDERS, *Physiologie des Menschen*, Leipzig, 1859, 2 Auflage, V. I, p. 135, 136

periferia, dove si trovano fili del liquido che scorrono con lentezza uguale a quella da essi acquistata. Ripetendosi quella spinta che li fa rotare, i corpuscoli bianchi sovente dovrebbero urtare contro la parete del vaso, ed aggiungendosi l'attrito all'altra causa che ne rallenta il movimento, potrebbero anche fermarsi sulla parete, aggruppandosi talvolta in una fila di piccole sfere.

A queste idee del DONDERS, alle quali, per quanto si riferisce alla presenza dei corpuscoli bianchi nello strato periferico della colonna sanguigna, l'idraulica non fa buon viso, cercò di dare maggiore sviluppo il GUNNING (1). Questo osservatore tentò ancora di rendere dimostrabile il movimento diverso di corpuscoli differenti per foggia e densità, mescolando ad acqua i semi di *Origanum majorana* che secondo lui hanno peso specifico minore dell'acqua, insieme ai semi di una specie di papavero che lo hanno maggiore. Se non che il risultato di queste sperienze, istituite coll'aiuto di un recipiente unito a tubi di vetro, al giudizio dell'autore medesimo, non fu troppo felice. Riuscì bensì al GUNNING l'osservare le rotazioni che il DONDERS aveva predette colla sua teoria del movimento rotatorio dei corpuscoli bianchi del sangue, ma egli non verificò la tendenza dei corpuscoli rotanti ad avvicinare la superficie, e quindi non pare che egli abbia veduto quella così caratteristica distribuzione dei diversi corpuscoli fra la parte centrale della corrente e la sua zona periferica (2).

Dopo molti tentativi che io feci con semi diversi, ed

(1) W. M. GUNNING, *Untersuchungen über Blutbewegung und Stasis: in DONDERS und BERLIN, Archiv für die Holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde*, Utrecht 1858, V. I, p. 310-338.

(2) GUNNING, l. c., p. 325-326.

in cui non aveva miglior fortuna del GUNNING, trovai nel 1864 due semi che fin ad un certo punto si prestano bene ad imitare in grande i movimenti delle due specie di corpuscoli sanguigni. Il nostro illustre Vice-Presidente, Senatore MORIS, ebbe la squisita gentilezza di determinare la provenienza di questi semi, che io aveva scelti in un negozio di semenze. Quei da me destinati a fare le veci dei corpuscoli sanguigni rossi sono gli acheni di *Lactuca sativa* L., neri, oblungi, appianati, ovoidei, striati, lunghi da  $3\frac{1}{2}$  a 4 millimetri e nel maggior diametro trasversale larghi da 1 a  $1\frac{1}{2}$  mm.; essi tendono ad abbassarsi in una soluzione concentrata di sale di cucina che io sostituisco all'acqua in queste sperienze. I supplenti dei corpuscoli bianchi del sangue erano i semi di *Coriandrum sativum* L., sferoidei ed alquanto ruvidi per la presenza di piccole coste; il loro diametro maggiore misura da 4 a  $4\frac{1}{2}$  e qualche volta 5 mm., il minore da  $3\frac{1}{2}$  a 4; essi nuotano alla superficie della soluzione di cloruro di sodio.

Introduco questo mescuglio salino, contenente i semi di Lattuca e di Coriandro, in una modificazione del celebre modello col quale il WEBER dimostrava così felicemente alcune verità fondamentali d'idraulica applicata alla circolazione del sangue. Nel modello del WEBER un pezzo d'intestino rappresenta il cuore. Un pezzetto d'intestino convenientemente attaccato all'estremità di un breve tubo di legno ed introdotto in un tubo di vetro, nel quale si mantiene in sito coll'aiuto di fili di seta fissati al capo opposto di quest'ultimò; fa le veci delle valvule arteriose, un altro identico le veci delle valvule venose del cuore. Il primo apparecchio valvulare si apre per la compressione del pseudo-cuore, mentre il secondo in quel momento si chiude; alla dilatazione del

cuore la prima valvula si chiude e la seconda si apre, e con ciò si ha l'analogo di quanto succede per le valvule semilunari e le auriculo-ventricolari. Un lungo tratto d'intestino che fa seguito alla valvula arteriosa imita il sistema delle arterie, il quale si continua con un tubo di vetro in cui, per mezzo di una spugnetta o di un poco di garza, si genera al passaggio del liquido una resistenza che deve rassomigliare a quella che il sangue ha da vincere nei vasi capillari. Finalmente a questo pseudo-sistema capillare tien dietro un altro tubo intestinale il quale terminandosi colla valvula venosa fa la parte delle vene e sbocca nel cuore. Vicino a questa valvula si è praticata un'apertura che riceve un imbuto per empierne l'intero sistema di liquido. Al fine di potermi servire per un tempo prolungato di quell'ingegnoso modello del WEBER sostituisco tubi di gomma elastica vulcanizzata a quei pezzi d'intestino che devono rappresentare il cuore, il sistema delle arterie e quello delle vene, fabbricando le valvule precisamente siccome il WEBER lo consigliò; al semplice tubo intestinale che tiene luogo delle vene sostituisco due tubi paralleli di gomma elastica a parete alquanto più sottile e di diametro maggiore, per imitare la maggior capacità del letto circolatorio delle vene, insieme alla maggior cedevolezza della loro parete in paragone di quella delle arterie (1). Per applicare questi due tubi si richiedono due tubi d'ottone

(1) Nel modello della circolazione da me adoperato ad imitazione di quello del WEBER, il pseudo-cuore è un tubo di gomma elastica lungo 27,5 cm. col diametro della luce di 3 cm. e lo spessore della parete di  $3\frac{1}{8}$  mm.; il tubo arterioso misura in lunghezza 246 cm., nel diametro della luce 1,7 cm., nello spessore della parete 3 mm.; dei tubi venosi l'uno è lungo 275, l'altro 260 cm., la luce di essi ha il diametro uguale a 2 cm., la parete lo spessore di  $1\frac{2}{3}$  mm.

biforcati, dei quali l'uno rivolge il suo tronco semplice verso il pseudo-sistema capillare, l'altro verso la valvola venosa. Per empirie al grado conveniente di tensione l'apparecchio, essendochè il sistema circolatorio trabocca di sangue, mi servo di un imbuto d'ottone con gambo di circa un metro d'altezza, il quale è unito ad un pezzo di tubo d'ottone cunicato sopra un solido piede ed intercalato fra la valvola venosa ed il principio del cuore; una chiave chiude o apre la parte inferiore del gambo dell'imbuto.

Con questa modificazione del modello del WEBER poche compressioni del pseudo-cuore bastano per produrre tale disuguaglianza di pressione, in favore del liquido contenuto nella parte dell'apparecchio che imita le arterie, da generare una corrente diretta da questa verso la parte che rappresenta le vene. La corrente dura, con decrescente velocità, per 3 a 8 minuti secondi dopo l'ultima compressione del pseudo-cuore. Dopo una sola compressione del cuore il movimento continua da 3 a 4 minuti secondi, ossia per un tempo che supera da oltre 6 a 8 volte la durata della diastole dei ventricoli del cuore. Imperocchè questa nell'uomo adulto impiega quasi il tempo di un mezzo minuto secondo -  $0'',486$  - ammettendo nell'età di 25 a 50 anni la media frequenza di 72 battiti cardiaci per minuto primo, ed il rapporto fra la durata della sistole e quella della diastole uguale a 5:7. La corrente si osserva in un tubo di vetro che fa parte dell'imitazione del sistema capillare, ed in questo viene dietro ad un altro tratto di tubo il quale contiene la garza, che non si protrae nella regione destinata all'osservazione del movimento dei corpuscoli.

Ora questi prima di tutto offrono, per rapporto ai

diversi fili della colonna liquida, distribuzione analoga a quella che è tanto conosciuta per le due specie di corpuscoli sanguigni. I semi neri di Lattuca tendono al centro, i bianchi di Coriandro alla periferia. Al pari dei corpuscoli rossi ellissoidei del sangue di rana, i semi ovoidei ed appianati di Lattuca il più sovente dirigono il loro asse in tal guisa da non formare che piccoli angoli coll'asse del tubo, e quindi le loro piccole testoline opponendo una superficie poco estesa al liquido che si muove, le velocità dei diversi fili che li spingono non sono abbastanza diverse per indurli a rotare. Qualche volta però si scorgono di questi semi i quali, avendo il loro asse maggiore in una sezione trasversale o poco obliqua del tubo, ed il centro meccanico al di fuori dell'asse di questo, ricevono la spinta di fili che si trovano a distanze abbastanza diverse dall'asse, perchè l'impulso nelle due metà sia di varia forza, ed anche questi semi rotano siccome la teoria lo prometteva, e come si osserva in via eccezionale per i corpuscoli coloriti della rana, quando il loro asse maggiore si trova in una sezione trasversale o obliqua dei vasi. Di quando in quando poi questi semi di Lattuca si vedono percorrere delle strade curve, quantunque il più sovente paiano seguire direzioni rettilinee parallele all'asse del tubo. I semi bianchi, sferoidei, meno densi del Coriandro, presentano la rotazione direi ogniqualvolta che la corrente del liquido è abbastanza veloce per trascinarli; essi si tengono in vicinanza della parete, e quindi si muovono sempre più lentamente dei semi neri che occupano fili del liquido più vicini al centro; anzi sovente questi progrediscono ancora, mentre i bianchi si fermano in contatto della parete, tutto ciò precisamente come accade nei più piccoli vasi sanguigni

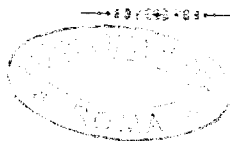
durante la circolazione. Di quando in quando i semi bianchi corrono in vicinanza della parete inferiore del tubo, ma non mai ai lati di questo. Qui dunque l'analogia non calza, perchè i corpuscoli bianchi del sangue rasentano assai sovente la parete laterale dei vasi. Quei semi di Coriandro che in via eccezionale corrono sulla parete inferiore del tubo, vi restano quando la corrente viene a cessare, siccome in tal caso il numero maggiore di essi si ferma lungo la parete superiore. Paion quindi comportarsi in tal modo semplicemente a cagione della loro maggiore o minore densità. Di fatto, i semi di *Lathyrus odoratus*, che sono in regola più densi della forte soluzione di cloruro di sodio, corrono sempre sulla parete inferiore del tubo. Qualunque sia l'orientazione di questi semi sferoidei, nel rotolarsi egli è sempre il polo rivolto verso il centro del tubo che si dirige in avanti, e ciò risponde alla teoria che la spinta che fa rotare derivi da un filo del liquido più vicino all'asse, dotato di maggior velocità.

Quel moto saltuario che fa scorrere un corpuscolo bianco del sangue, rotolando sopra un suo compagno fissato contro la parete, venne osservato da me, quando unitamente ai semi di Coriandro quei di *Lathyrus* percorrevano il tubo; questi più densi e più grandi, rimanevano talvolta in riposo sulla parete inferiore del tubo, ed i semi più piccoli e più leggieri di Coriandro rotolavano sopra di essi.

La ragione per cui i corpuscoli bianchi si tengono nello strato periferico del sangue, non risulta da queste esperienze che non presentano un grado d'analogia abbastanza completa con quel che ha luogo nella circolazione. L'idraulica insegna e spiega il fatto che i galleggianti in un filone, invece d'avvicinarsi alla sponda, vengono portati verso

il centro, e ciò fa rigettare la sovra citata spiegazione che il Donders propose per il fenomeno in questione. Io vado in cerca di corpuscoli che possano offrire in modo più perfetto la rassomiglianza colla distribuzione dei corpuscoli bianchi nell'intera periferia della colonna sanguigna che percorre i vasi.

Per tener libero il passaggio dei semi di Coriandro, di cui il diametro maggiore può raggiungere 5 mm., non potei introdurre, in quella parte del modello Weberiano che imita il sistema capillare, una resistenza abbastanza forte per impedire la propagazione delle onde positive suscitate nella parte arteriosa, fin dentro le vene; qui dunque non regge il paragone con quello che ha luogo nell'organismo. Per ispegnere l'onda nel sistema capillare in modo che non si propaghi nei tubi che rappresentano le vene, si vuole una resistenza maggiore, per cui la dimostrazione imitativa dei diversi fenomeni della circolazione richiede che si moltiplichino le sperienze, e ciò non sembrerà gran male a quanti sono convinti che lo studio della vita è chiamato a faticare nella paziente analisi dei fatti, anzichè ad illudersi in sintetiche finzioni.



3152

