

SULLA

CIRCOLAZIONE DEL SANGUE NEL CERVELLO DELL'UOMO

RICERCHE SFIGMOGRAFICHE

del Prof. A. MOSSO

Dopo le mie prime indagini sui movimenti del cervello, pubblicate in questo Archivio nel 1876 insieme al professore Giacomini e quelle che feci quasi contemporaneamente col dott. Albertotti sui movimenti del cervello in un idiota epilettico (1), ebbi occasione di studiare un caso tipico di apertura del cranio. Le osservazioni fatte in quest'ultima serie di ricerche che vennero pubblicate nell'Accademia dei Lincei (2), avendo aperto un capitolo interessantissimo nella fisiologia della circolazione, credo fare cosa gradita ai lettori dell'Archivio col redigere io stesso un sunto delle mie osservazioni sul movimento del sangue nel cervello dell'uomo.

Incomincerò colla parte storico-critica per completare quanto ho già pubblicato in questo Archivio nella mia *Introduzione ad una serie di esperienze sui movimenti del cervello nell'uomo* (3).

(1) R. Accademia di Medicina di Torino, 8 gennaio 1878.

(2) R. Accademia dei Lincei, dicembre 1879.

(3) « Archivio per le scienze mediche ». Vol. I, fasc. 2°.

Constatato per mezzo di numerose osservazioni ed esperienze che la quantità di sangue contenuta nel cervello dentro la cavità intatta del cranio poteva variare in modo assai considerevole, si cercò dai fisiologi e dagli anatomici di spiegare questo fatto.

Prima di tutto si pensò ad uno *spostamento del liquido cefalorachideo*; e si credette che il medesimo passasse dalla cavità del cranio in quella della colonna vertebrale tutte le volte che si accumulava una certa quantità di sangue nel cervello; e che viceversa il liquido cefalorachideo ritornasse nella cavità del cranio quando il cervello diminuiva di volume.

Per spiegare questo passaggio del liquido cefalorachideo dall'una cavità nell'altra, si escogitarono due meccanismi differenti: Il primo essenzialmente anatomico poggia sulla *attitudine che ha il canale vertebrale a dilatarsi o restringersi* colla cedevolezza delle sue parti legamentose.

Il secondo meccanismo riposa sul concetto che il *liquido cefalorachideo penetrando nella cavità vertebrale rimuove una quantità corrispondente di sangue dalle vene che ne tappezzano le pareti*.

Ho già svolto la parte storica di questa dottrina e dei due meccanismi anzidetti nella introduzione pubblicata in questo Archivio e non vi tornerò sopra con altre parole. Soggiungerò solo che dalle mie più recenti osservazioni ed esperienze risultò che solo in casi affatto eccezionali può avverarsi un reale spostamento del liquido cefalorachideo da una cavità nell'altra.

Nelle condizioni normali, e quando la respirazione è tranquilla, non si avvera questo movimento del liquido cefalorachideo dal cranio verso la cavità vertebrale e viceversa, e noi vedremo pure che la dilatazione delle arterie cerebrali prodotta da ogni sistole del cuore, non produce un passaggio del liquido cerebro-spinale da una cavità nell'altra.

In opposizione alla dottrina che ammette lo *spostamento del liquido cefalorachideo* come un fatto normale, le mie espe-

rienze mi condussero a sostenere che nelle condizioni ordinarie pei movimenti della respirazione e del cuore non varia rispettivamente la quantità di sangue contenuto nel cranio, ma che solo viene modificata la distribuzione del medesimo fra le arterie, i capillari e le vene.

Questa dottrina che potrebbe chiamarsi dello *spostamento complementare del sangue fra le arterie e le vene del cervello*, escogitata primieramente da Cappie (1), non poggiava fino ad oggi sopra alcuna esperienza diretta. Le mie indagini recarono un largo tributo di fatti in suo favore, ed io credo che l'esistenza di questo meccanismo, dopo le mie esperienze sul polso del sangue venoso nei seni del cranio, sia un fatto stabilmente conquistato dalla fisiologia, come vedremo in seguito.

Per quanto si riferisce alla critica delle esperienze di Bourgoignon e alla dottrina di Donders che ammette una rapida secrezione ed un egual rapido assorbimento del liquido cefalorachideo, rimando il lettore a quanto venne già pubblicato nella mia introduzione.

Le osservazioni contenute in questo lavoro vennero fatte sopra tre persone che avevano accidentalmente una apertura nelle pareti del cranio. Tralascio i due primi capitoli, cioè la storia clinica dei tre ammalati e la descrizione degli apparecchi che impiegai in questo studio per accennare brevemente i fatti più importanti da me osservati.

Nel capitolo III trattando le *generalità intorno alla forma del polso*, dimostro che nessuna parte del corpo presenta un polso tanto variabile nella sua forma, quanto il cervello. Volendo definire con una sola parola il polso di quest'organo

(1) Cappie, « Ueber die Beziehung des Schädelinhaltes zu dem Drucke der Atmosphäre ». Schmidt Jahrbücher, 1875, pag. 131.

nella sua forma più frequente, dirò che esso è di forma *tricuspidale*. Adopero la parola *tricuspidale* nel senso più comune: e intendo con ciò, che nel polso vi sono tre elevazioni, di cui la più alta sta nel mezzo, e le altre due sorgono immediatamente ai lati. La differenza tra questa forma di polso e quella che dopo Marey venne da tutti i fisiologi ritenuta come normale pei grossi tronchi arteriosi, è talmente cospicua, che nelle mie prime osservazioni, per poco non fui tentato di ammettere, che il cervello avesse un tipo di polso tutto suo speciale.

Le indagini fatte per assicurarmi se altre parti del corpo messe in condizioni favorevoli potessero dare una forma di polso analoga a quella del cervello, riuscirono felicemente. Dimostrai che nell'antibraccio, nella carotide e nella cavità del naso, si può avere una forma di polso identica a quella del cervello: e giacchè il modo, con cui si dispongono le tre elevazioni sulla curva sfigmica, varia per molte condizioni, esposi i mezzi di cui mi sono servito per produrre a piacere queste variazioni. — La forma tricuspidale del polso è un fenomeno che dipende dallo stato dei vasi: infatti quando si produce una contrazione delle loro pareti, noi osserviamo che il polso, da anacrotico diventa catacrotico (1), come lo dimostrai con molti esempi di tracciati del polso cerebrale.

Il polso dell'antibraccio può avere una forma identica a quella del cervello e presentare spontaneamente delle trasformazioni identiche. Dimostrai questo fatto con tracciati presi nell'antibraccio dell'uomo nello stato di profonda tranquillità, e durante un lavoro della mente. Il polso che prima era tricuspidale, divenne fortemente catacrotico durante l'attività cerebrale.

(1) Ho chiamato con Landois *anacrotiche* le elevazioni che si osservano nella parte ascendente del polso, e *catacrotiche* quelle altre che appaiono nella parte discendente. *Pulsazione anacrotica* quel tracciato del polso che presenta solo delle elevazioni anacrotiche e *pulsazione catacrotica* quella dove tutte le elevazioni si mostrano nella parte discendente della curva.

Per conoscere quanto fosse grande la contrazione dei vasi in simili trasformazioni del polso, ho misurato, per mezzo del pletismografo unito all'idrosfigmografo, il valore della diminuzione di volume nell'antibraccio, servendomi delle inalazioni fatte coll'ammoniaca.

In una delle esperienze che ho riferito, l'ammoniaca inalata non troppo abbondantemente produsse una diminuzione di volume dell'antibraccio, ossia una contrazione dei vasi di questa parte del corpo, di oltre 20 cent. cubici. Il polso che prima era anacrotico, divenne fortemente catacrotico. — Questa esperienza è interessante anche dal punto di vista farmacologico, per dimostrare l'azione dell'ammoniaca sui vasi sanguigni, e dare una ragione evidente delle applicazioni che se ne fa nei casi più comuni. Un rimedio che in così breve spazio di tempo produce il passaggio di oltre 20 cent. cubici di sangue dal solo antibraccio verso le parti più interne del corpo, deve naturalmente essere un sussidio efficace quando si tratta di spingere il sangue dalla periferia del corpo verso i centri per attivare la circolazione e ristabilire le funzioni dei centri nervosi.

Assai evidente è pure il mutamento che osservasi nel polso del nostro antibraccio a digiuno e dopo fatta colazione. — La differenza è generalmente così grande, che i tracciati presi a digiuno, o dopo il pasto, si distinguono anche guardandoli superficialmente. Per dare un esempio della grande facilità con cui l'occhio percepisce le note caratteristiche del polso, dirò che, scorrendo in fretta i fogli della mia collezione di tracciati, distinguo subito senza dover leggere in margine, o cercare nel giornale, quelli che vennero scritti nel mattino o nel pomeriggio, dopo la colazione ed il pranzo.

Non parlo qui della differenza nel ritmo, perchè si sapeva già da tempo memorabile, che il cuore dopo il pasto si contrae con maggior frequenza di prima; parlo esclusivamente della forma del polso, e mi limito al modo con cui sono disposte le tre elevazioni sopraccennate. Ora, fatte poche eccezioni, si può stabilire che a digiuno la forma del polso è

tricuspidale, e che dopo il pasto diventa catacrotico. — Modificazioni analoghe si osservano pure nel polso del cervello. — Questo fenomeno è dovuto in gran parte ad un aumento nel tono dei vasi sanguigni.

Se noi scriviamo contemporaneamente il polso del cervello e delle carotidi, troviamo spessissimo che nel cervello è tricuspidale, mentre nelle carotidi è catacrotico.

Questo fatto ci prova, che l'onda è divenuta tricuspidale, passando dal tronco arterioso nelle sue ramificazioni. Così pure se noi scriviamo insieme il polso delle carotidi e dello antibraccio, possiamo persuaderci che il polso tricuspidale è un fenomeno periferico; perchè nella carotide le pulsazioni sono quasi sempre catacrotiche, mentre sono generalmente tricuspidali nel braccio, durante la profonda tranquillità.

Un'altra prova anche più evidente della indipendenza di questa forma del polso dal cuore sta in ciò, che il polso, anche nelle condizioni normali, può essere anacrotico in un braccio e catacrotico nell'altro, come lo dimostrano i tracciati che ho riferito in proposito.

Uno dei metodi che trovai più efficace per rendere anacrotico il polso di un braccio, mentre nell'altro si conserva catacrotico, consiste nel raffreddare prima fino a 6° o 7° tutto l'antibraccio destro nell'idrosfigmografo e nel sostituirvi dopo dell'acqua successivamente sempre più calda, fino a 40° o 42° C. I vasi per questa azione della temperatura si sfiancano, e quanto più è grande la loro paralisi, altrettanto nel polso è più apparente la forma tricuspidale.

Un mezzo più semplice per trasformare il polso catacrotico del braccio in anacrotico, lasciando inalterata la forma del polso nel braccio opposto, è la contrazione muscolare prolungata, sia essa fatta volontariamente, oppure per mezzo di una corrente indotta.

Modificazioni profonde si osservano pure nella forma del polso, quando noi aumentiamo la pressione alla superficie dei vasi. Basta elevare una colonna d'acqua alta pochi centimetri sopra l'idrosfigmografo, impiantandovi un largo tubo nella

apertura anteriore del cilindro per ottenere immediatamente la scomparsa della prima elevazione, cui diedi con Heynsius il nome di elevazione S, ed un rinforzo della elevazione dicrotica comunemente detta.

Lo sfigmografo di Marey non poteva dare l'elevazione S come un fattore costante della curva sfigmica, perchè la pressione della molla deforma il tracciato e rende più forte il dicrotismo, come osservai nei tracciati che noi otteniamo col l'idrosfigmografo sotto una pressione maggiore dell'ordinaria.

Circolazione del sangue nel cervello durante l'attività del pensiero e le emozioni.

Essendo il cervello un organo che si sottrae alla volontà, perchè non possiamo col nostro arbitrio imporgli un riposo assoluto, le variazioni che può subire in esso il movimento del sangue durante la veglia, si riferiscono assai più spesso ad una variazione nell'energia del lavoro intellettuale, anzichè ad un reale passaggio delle funzioni di quest'organo dallo stato di riposo assoluto, a quello della sua completa attività.

Le pulsazioni del cervello, appena incomincia un'operazione mentale, diventano immediatamente più grandi. L'afflusso di sangue al cervello è pure aumentato, perchè il volume di quest'organo aumenta considerevolmente.

Che cosa succeda nei vasi di altre parti del corpo durante l'attività cerebrale, l'ho già dimostrato in due precedenti lavori, misurando dapprima i cambiamenti di volume che si producono nell'antibraccio per una semplice moltiplicazione (1), e dopo registrando le trasformazioni che succedono nel polso dell'antibraccio. Tutte due queste serie di esperienze provarono che nell'antibraccio, durante l'attività cerebrale, vi è

(1) « Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo ». R. Accademia delle Scienze di Torino, 1875. Capitolo: « Sui movimenti dei vasi sanguigni che accompagnano le emozioni e l'attività del cervello ».

una forte contrazione dei vasi (1). Queste mie prime indagini vennero dopo confermate da altri, fra i quali mi piace di ricordare il prof. Th an h offer, che pubblicò recentemente una serie di tracciati in proposito (2). È probabile che la contrazione dei vasi osservata nelle due braccia si produca anche nelle estremità inferiori e in tutta la pelle del corpo. Comunque sia, è un fatto che la pressione del sangue aumenta nel momento in cui si stabilisce un lavoro più attivo del cervello.

La pressione maggiore che è capace di aumentare il diametro di un'arteria, quando essa non sia abbondantemente provveduta di fibre muscolari, è la causa prima dell'afflusso più copioso di sangue al cervello.

A questi fattori noi dobbiamo aggiungere un leggero aumento nella frequenza e nell'energia delle sistole cardiache.

Nel primo mio lavoro *sulle variazioni locali del polso*, ho già stabilito come una regola generale che « l'emozione, la quale si produce passando dalla quiete profonda all'attività cerebrale, è sempre accompagnata da una modificazione del polso nel braccio », soggiungevo come ciò non escludesse il fatto, che durante un lavoro intellettuale, prolungato ed intenso, non si osservi alcuna modificazione del polso. Questa legge e la sua restrizione si verificano egualmente per le pulsazioni del cervello. Quando i miei pazienti non si trovavano in uno stato di profonda tranquillità, e la loro attenzione era già eccitata da una causa qualsiasi, era meno apparente, e talora impercettibile nei fenomeni della circolazione cerebrale, il passaggio della mente ad un altro lavoro intellettuale.

Lo studio dei movimenti sfigmici è assai più difficile nel cervello che nell'antibraccio, perchè nei vasi sanguigni degli emisferi, anche nello stato della maggiore quiete, non rimane

(1) « Sulle variazioni locali del polso ». R. Accademia delle Scienze di Torino, 1877. Capitolo: « Sui mutamenti del polso per influenza dell'attività cerebrale ».

(2) « Der Einfluss der Gehirnthatigkeit auf den Puls ». Pflüger's Archiv, 1879, pag. 225.

costante la circolazione. Il cervello, come ho già detto, è un organo che si sottrae alla nostra volontà. Esso può lavorare con tanta maggiore energia, quanto più cerchiamo di forzarlo al riposo, e la sua circolazione si modifica anche mentre ci manca la coscienza del suo lavoro.

Spesso, mentre gli ammalati, di cui studiavo i movimenti del cervello, erano profondamente tranquilli e la respirazione regolarissima e superficiale, mi capitò di osservare un aumento di volume del cervello consociato ad una elevazione maggiore delle sue pulsazioni, il quale non corrispondeva, per quanta attenzione vi prestassi, a qualche cosa che avesse agito dall'esterno sull'ammalato. Il tracciato della respirazione scritto contemporaneamente, era regolarissimo. Interrogato in tale istante l'ammalato, spesso mi rispose, che non pensava a nulla, e che era completamente distratto.

A questi movimenti dei vasi sanguigni ho dato, come vedremo più tardi, il nome di *movimenti spontanei*.

Le emozioni morali esercitano un'azione assai più manifesta sulla circolazione cerebrale che non il lavoro intellettuale, per quanto ne sia grande la sua energia.

Bastava che io facessi il più piccolo rimprovero ai miei ammalati, perchè immediatamente si producesse un afflusso notevolissimo di sangue al cervello, ed una forte paralisi dei vasi sanguigni cerebrali, per cui le pulsazioni divenivano anche 4 o 5 volte più alte di prima.

Dalle osservazioni che feci ripetutamente, risulta che l'effetto delle emozioni è meno visibile nella circolazione dello antibraccio, dove pel contrario si rileva regolarmente per mezzo di una contrazione dei vasi.

I tracciati che ho descritto in questo capitolo intorno alla circolazione del sangue nel cervello durante l'attività del pensiero e le emozioni, i quali vennero fedelmente riprodotti nella Tavola I, II e III per mezzo della fotozincografia, credo che costituiscano una delle pagine interessanti, che il metodo grafico diede alla psicologia sperimentale.

La diminuzione di volume dell'antibraccio e l'aumento di

volume che osservai contemporaneamente nel cervello non dipendono da una variazione del respiro per le seguenti ragioni:

I. Perchè noi possiamo scrivere contemporaneamente il polso dell'antibraccio e i movimenti del respiro e trovare non raramente che l'antibraccio diminuisce di volume durante la attività cerebrale, mentre si conserva inalterato il ritmo e la profondità dei movimenti respiratorii.

II. Perchè noi possiamo scrivere la curva della respirazione e i movimenti del cervello, e trovare nell'attività cerebrale che questo aumenta di volume, mentre rimane invariata la respirazione.

III. Perchè i caratteri della curva sfigmica dell'antibraccio ci mostrano che realmente ha luogo una contrazione dei vasi; ed essi non corrispondono a quelli che si presentano, quando ha luogo semplicemente una modificazione del respiro.

IV. Perchè essendo comune l'origine delle arterie che vanno al cervello ed al braccio, ed eguali i rapporti che esse hanno colla cassa toracica, si dovrebbe (qualora i fenomeni da noi attribuiti ai vasi sanguigni dipendessero da un mutamento della respirazione durante l'attività cerebrale) osservare le stesse identiche variazioni del polso in entrambi gli organi; ciò che non è. Il valore di questa obbiezione è tanto più evidente, quando noi osserviamo che nell'attività cerebrale succede precisamente il fenomeno inverso, e vi è una opposizione nel mutamento di volume dei due organi, per cui l'uno aumenta, mentre l'altro diminuisce, quantunque sia eguale per entrambi l'azione del respiro.

Quando si studiano su molte persone i movimenti della respirazione in rapporto coll'attività del cervello, si trova che non è possibile di ridurre ad un solo tipo le variazioni osservate.

La variabilità somma del respiro messa in rapporto tra la costanza con cui si manifesta la contrazione dei vasi nell'antibraccio durante l'attività cerebrale e l'aumento di volume

del cervello che osservai sempre nei miei ammalati, ci prova che il respiro non può considerarsi come un fattore dei fenomeni che studiai in questo capitolo.

Il sonno nei suoi rapporti colla circolazione sanguigna del cervello.

I tracciati che ho riprodotto, dimostrano chiaramente come nel sonno, oltre alle singole *pulsazioni* del cervello, si distinguono facilmente le *oscillazioni* dovute alla respirazione e le *ondulazioni* prodotte da mutamenti nello stato dei vasi che si svolgono in modo più lento, come avevo già dimostrato per l'antibraccio in un altro lavoro.

Tutte le volte che si tocca leggermente l'ammalato o lo si chiama per nome, o si parla vicino a lui, o si fa un rumore qualsiasi, si produce immediatamente un aumento di volume del cervello ed una modificazione notevole nella forma del polso. Questi fenomeni succedono anche quando la percezione delle cause esterne non lascia alcuna traccia nella memoria dell'ammalato che lo si sveglia immediatamente per interrogarlo.

Le osservazioni che ho fatto sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo durante il sonno, mi fecero dubitare che la dilatazione dei vasi alla periferia del corpo, quale venne da me osservata nel sonno, e la conseguente anemia del cervello non sia l'unica causa del sonno, ed ammetto volentieri che debbano esistervi contemporaneamente altre cause nello stato di eccitabilità dei centri nervosi. Il fattore più importante dell'attività cerebrale non è il volume di sangue che trovasi nella cavità del cranio, bensì la pressione e l'attività con cui il sangue circola negli emisferi cerebrali. Rimanendo eguale la quantità di sangue contenuta nel cervello, può essere assai differente la distribuzione del sangue nelle arterie e nei capillari e nelle vene, e diversissima la nutrizione dei centri nervosi, a seconda dell'attività maggiore o minore della corrente sanguigna.

Le osservazioni fatte sulla circolazione del sangue nell'antibraccio dell'uomo vennero esse pure ad appoggiare questa dottrina.

Nella tavola IV ho rappresentata tutta una serie delle trasformazioni che osservansi nel polso di una persona che dorme.

In generale può dirsi che il volume dell'antibraccio si comporta in modo affatto inverso al volume del cervello. Le variazioni nella forma del polso e nello stato dei vasi si ripetono con tale costanza ad ogni eccitamento esterno, il quale sia capace di svegliare l'ammalato o di renderne più leggiero il suo sonno senza destarlo, che in alcune esperienze fatte in presenza di colleghi mi fu possibile di segnalare, circa mezzo minuto prima, che l'ammalato per una causa qualunque a noi sconosciuta stava per svegliarsi spontaneamente. Ed infatti noi lo vedemmo spesse volte, dopo un tale avviso, muovere le mani per grattarsi o cambiare posizione, od aprire spontaneamente gli occhi. Qualsiasi azione che agisca dall'esterno sul dormiente, trasforma il polso che generalmente nel sonno è *tricuspidale*, in un polso *catartico*: l'altezza del medesimo diminuisce notevolmente, ed i vasi dell'antibraccio si contraggono, producendo una diminuzione del volume, ed un aumento della pressione generale del sangue, che diventa causa di un afflusso più copioso di sangue al cervello.

A misura che il sonno diventa più profondo, diminuisce la altezza delle pulsazioni cerebrali, e le ondulazioni del tracciato diventano meno distinte.

Gli stessi cambiamenti che si producono nel nostro organismo per l'attività cerebrale durante la veglia, si riproducono nel sonno per azioni esterne, le quali non riescono a svegliarci.

Noi abbiamo veduto che una voce, un rumore, un tocco, l'azione della luce, od un'impressione esterna qualsiasi sono capaci di modificare il ritmo della respirazione, di far contrarre i vasi dell'antibraccio, di aumentare la pressione, e l'afflusso del sangue al cervello, e di mutare la frequenza dei battiti cardiaci accelerandone il ritmo. Se nell'istante in

cui abbiám constatato questi mutamenti nelle funzioni dell'organismo, aggiungiamo una seconda azione esterna tale, da svegliare l'individuo soggetto alle nostre osservazioni, e lo interroghiamo subito intorno allo stato della sua coscienza, egli ci risponde, nel maggior numero dei casi, che dormiva profondamente: e non serba alcuna memoria dei fenomeni che passarono intorno a lui. Altre volte le impressioni esterne vengono percepite e destano dei sogni, od entrano a far parte di sogni già prima esistenti. Tanto nell'un caso, quanto nell'altro, manca una cognizione esatta dell'agente esterno; e queste impressioni cadute nel dominio dei sogni vengono tosto così snaturate, che anche svegliandoci immediatamente, non ci è più possibile di afferrarne l'origine e l'entità.

Oltre ai mutamenti che succedono nella circolazione sanguigna per fatti incoscienti e quelli che dipendono da movimenti più forti della respirazione, esistono nell'antibraccio e nel cervello dell'uomo dei movimenti nei vasi sanguigni, cui diedi il nome di *spontanei*, che non dipendono da inspirazioni esagerate, e che si producono anche mentre non ci accorgiamo di un'azione esterna qualsiasi.

Coll'idrosfigmografo ho potuto studiare successivamente come si modifica la forma del polso durante i cambiamenti di volume delle estremità che osservai prima col pletismo-grafo nel sonno: ma anche dopo questa indagine, e malgrado ogni diligenza, rimaneva pur sempre questa categoria dei movimenti spontanei dei vasi che io non sapevo a cosa attribuire. Escluse le cause esterne e la respirazione, si doveva cercare nell'interno l'origine di questi fenomeni.

Sospettai dapprima che questi mutamenti della circolazione dipendessero da sogni che si svolgevano nel dormiente. Provai a destare le persone che si prestavano alle mie esperienze, ed alcune volte constatai che realmente sognavano: ma nella maggior parte dei casi, anche quando veniva interrotto il sonno nell'istante medesimo che appariva la contrazione dei vasi, non ebbi una risposta che accennasse l'esistenza di un sogno o di una sensazione. Dopo i fatti osservati precedente-

mente, si può ammettere per analogia, che simili variazioni nel movimento del sangue dipendano da processi, che si svolgono nei centri nervosi senza lasciare alcuna traccia nella memoria.

Che tanto nel sonno quanto nella veglia vi sieno dei fenomeni psichici incoscienti, è cosa ammessa da lungo tempo da parecchi psicologi. Le mie osservazioni non hanno in questo riguardo altro interesse, se non di aver trovato nel campo dei fenomeni obbiettivi degli argomenti per analogia, i quali rendono probabile che l'attività del cervello si continui nel sonno senza che la coscienza abbia sentore di questo lavoro delle idee.

Lo studio dei mutamenti che subisce la circolazione del sangue nel cervello e nell'antibraccio durante il sonno, non può separarsi da quello dei mutamenti che vi corrispondono nella funzione del respiro. Infatti, noi abbiamo veduto ripetutamente nei tracciati del sonno, che ad una inspirazione involontaria profonda, corrisponde una diminuzione nel volume del cervello e dell'antibraccio, e che i vasi contraendosi, modificano la forma del polso di questi organi.

Nel sonno è la respirazione toracica quella che ha il sopravvento, e il diaframma perde tanto della sua energia, da seguire come una membrana presso che inerte le variazioni della pressione che succedono nella cassa toracica.

Appena succede un rumore, immediatamente e senza alcuna partecipazione della volontà e della coscienza cambia il ritmo, e la forza della respirazione diaframmatica diventa più attiva. Questo fenomeno, cui ho dato il nome di *alternazione dei movimenti respiratori* del diaframma e del torace, ci dimostra che le cause esterne bastano a modificare profondamente il respiro senza svegliarci; e che nel sonno vi è tutta una serie di percezioni non coscienti, che possono modificare profondamente le funzioni dell'organismo, senza lasciare alcuna traccia nella memoria.

Questi mutamenti che succedono a nostra insaputa, costituiscono uno dei più meravigliosi congegni che si possano

osservare fra le perfezioni della nostra macchina. La natura, quando cessa la coscienza, non poteva abbandonare il nostro corpo alle azioni del mondo esterno, o lasciarlo inerme nel pericolo di essere preda dei suoi nemici. Era necessario che anche nel sonno, e senza partecipazione della volontà, vi fosse una parte dei centri nervosi che vigilasse sul mondo esterno, e che a tempo preparasse le condizioni materiali per il risveglio della coscienza. Ora, se noi pensiamo ai fenomeni incoscienti che abbiamo veduto svolgersi nel sonno per cause esterne, ci apparirà evidente che tutti sono coordinati ad uno scopo: e che tutti convergono ad aumentare la circolazione del sangue nel cervello, per risvegliarne nel pericolo la sua attività.

Io non credo di allontanarmi dal vero se asserisco, che tutto l'insieme dei movimenti riflessi, osservati nel sonno, costituisce un vero apparecchio di difesa per l'organismo.

L'uomo, dopo le fatiche del giorno, cerca un riparo e si addormenta. I muscoli delle estremità del tronco e del collo si rilasciano completamente. Le palpebre si abbassano e chiudono gli occhi. La respirazione cambia di ritmo, e mentre nella veglia era principalmente diaframmatica, nel sonno diventa pel contrario quasi esclusivamente toracica. Il rilasciamento del diaframma può essere così grande, da crederlo inerte (1). I processi della combustione sono talmente scemati nell'organismo, che i movimenti della respirazione, che prima introducevano circa 7 litri di aria nei polmoni, hanno ridotto la ventilazione a solo 1 litro per minuto. Il cuore esso pure rallenta l'energia e la frequenza delle sue contrazioni: i vasi si dilatano, diminuisce la pressione del sangue, e il corpo si raffredda sensibilmente.

In questo profondo assopimento vi è però tutto un sistema di nervi e di cellule nervose che conservano inalterate le loro

(1) A. Mosso, « Sul polso negativo e sui rapporti dalla respirazione addominale e toracica ». Archivio per le scienze mediche, 1878.

funzioni e stanno vigilanti sul mondo esterno. Basta una voce, un rumore lontano, un raggio di luce che attraversi le palpebre, un tocco leggero, od un'impressione qualsiasi, perchè tosto si attivi la respirazione, perchè i vasi delle estremità si contraggano, il cuore aumenti l'energia e la frequenza dei suoi battiti, si accresca la pressione sanguigna, e scorra più copioso il sangue al cervello. Ristabilite in questo modo le condizioni materiali della coscienza, si comprende che, nella lotta per la vita, avrà maggiore facilità di sottrarsi ai danni del mondo esterno l'organismo in cui sarà più completa e perfetta la vigilanza incosciente, e che potrà passare più rapidamente dallo stato di profondo riposo a quello della sua completa attività, prima, che sia troppo vicino il pericolo ed inevitabile il danno.

Sui movimenti dei vasi sanguigni nell'orecchio del coniglio.

Nel 1854 M. Schiff (1) chiamò per la prima volta l'attenzione dei fisiologi sopra i movimenti che presentano i vasi sanguigni nell'orecchio del coniglio, ed osservò che l'arteria medesima presenta dei movimenti alterni di contrazione e di rilasciamento che non corrispondono alle sistoli e alle diastoli del cuore. Schiff dopo aver notato che questi movimenti si alternano con un certo ritmo, ripetendosi 5 o 6 volte al minuto diede a questa arteria il nome di cuore accessorio.

Nel ripetere le osservazioni dei miei predecessori volli mettere in opera delle precauzioni, che forse erano fino ad oggi sembrate superflue. Invece di osservare direttamente il coniglio tenendo l'orecchio fra le mani, dopo di aver messo l'animale sopra una tavola, pensai di evitargli ogni emozione, mettendomi in posizione di poter guardare le sue orecchie,

(1) « Sur un cœur artériel accessoire dans le lapin ». Comptes rendus. Vol. 39, pag. 508, 1854.

senza che egli se ne accorgesse. A tale scopo feci costruire una gabbia che chiudeva completamente il vano di una finestra senza che i conigli potessero vedere nella stanza. Nella parete rivolta verso l'interno feci alcuni fori, in modo da guardare nella gabbia senza essere veduto. Le osservazioni fatte con questo metodo corrisposero completamente alla mia aspettazione: le contrazioni e le dilatazioni periodiche dei vasi nell'orecchio, cioè le sistoli e le diastoli del cuore accessorio, nella calma dell'animale cessano quasi completamente; l'arteria può rimanere per un tempo lunghissimo, spesso per ore, del tutto dilatata senza che si produca alcun stringimento; e ciò specialmente nella state quando gli animali si abbandonavano ad una profonda tranquillità; senza che mai potessi sorprenderli nel sonno. Lo stato assoluto di riposo non è però sempre accompagnato da una dilatazione dei vasi.

Nella medesima gabbia può succedere di osservare due animali di cui uno conserva per lungo tempo le orecchie pallide, mentre l'altro invece, in condizioni esterne del tutto identiche, mostra una forte dilatazione delle arterie.

In generale nelle mattinate fredde dell'autunno, o della primavera, le orecchie dei conigli sono più pallide che nel meriggio. Alcuni animali sono più facili alla dilatazione, ed altri alla contrazione dei vasi auricolari. Io sceglievo di preferenza conigli giovani ed albini, ma anche nei conigli vecchi o bigi, sono egualmente facili simili osservazioni.

Quando si studiano attentamente i movimenti dei vasi sanguigni in un coniglio assolutamente tranquillo, si può quasi sempre riconoscere che la causa della contrazione è dovuta ad un fatto psichico, o ad un agente esterno.

Spesso mentre l'animale ha le orecchie rosse e respira regolarmente, osservasi un mutamento nel ritmo della respirazione: l'animale solleva la testa e guarda intorno o futa, ed ecco succede una contrazione dei vasi, e l'orecchio diventa pallido. Dopo pochi secondi si dilatano nuovamente i vasi se tutto rimane tranquillo. Producendosi un rumore si ripete

una contrazione. Un fischio, un grido, il suono delle campane di una chiesa vicina, l'abbaiare dei cani, un raggio di sole che penetra nella gabbia, tutto produce una contrazione, se l'animale è tranquillo e i vasi sono dilatati. In queste condizioni di riposo e di tranquillità può asserirsi, che lo stato dei vasi dell'orecchio è l'immagine dello stato psichico dell'animale, e nulla passa in lui o nel mondo esterno, senza che esso non reagisca coi suoi vasi.

Dopo aver osservato ripetutamente questo fatto sopra un grande numero di conigli, io credo di poter stabilire che: *i movimenti dei vasi sanguigni nell'orecchio del coniglio sono in rapporto colle emozioni e collo stato psichico dell'animale.*

Il mutamento nello stato dei vasi non è il solo fatto con cui si rivelino nel coniglio i cambiamenti dello stato psichico; guardando attentamente un animale tranquillo, si vede spesso che la contrazione dell'arteria è accompagnata da un cambiamento nel ritmo e nella profondità dei movimenti respiratori. Questo fenomeno mi era divenuto così familiare, che mi bastava di vedere il naso del coniglio per sapere quando producevasi una contrazione dei vasi nell'orecchio.

La dilatazione dell'arteria mediana nell'orecchio del coniglio è così grande, che si sente pulsare sotto le dita, ed io potei per mezzo di una leva molto leggiera, che poggiava sull'arteria auricolare presso la base del padiglione, ottenere dei tracciati molto distinti del polso nell'orecchio del coniglio.

Dalle esperienze che feci per cercare i rapporti che esistevano tra i movimenti dei vasi nell'orecchio del coniglio, e la pressione nell'arteria carotide negli animali non curarizzati, risultò che i movimenti di rilasciamento e di contrazione nei vasi dell'orecchio, spesso non sono in alcun rapporto colle variazioni contemporanee della pressione nella carotide. Infatti, mentre talora ad una contrazione dell'arteria auricolare risponde un aumento della pressione nella carotide, ed è questo il caso più frequente, non di rado osservasi una di-

minuzione della pressione nella carotide, mentre l'arteria auricolare si dilata.

La dilatazione dell'arteria nel coniglio non è pure sempre accompagnata da una pressione minore del sangue nella carotide, come già aveva mostrato Lovén.

In questi casi, siccome la forza del cuore non era aumentata, come vedevasi dai tracciati, non potevasi ammettere una dilatazione generale del sistema vasale; perciò era necessario di concludere, che, mentre in una provincia si dilatavano i vasi, nell'altra dovevano restringersi per conservare l'equilibrio della pressione sanguigna.

Secondo questo concetto noi dobbiamo immaginarsi il sistema dei vasi sanguigni in un continuo movimento. Queste alterne dilatazioni e contrazioni nell'albero arterioso e venoso riescono controbilanciandosi a conservare costante la pressione. Il manometro adunque non ci dà che un concetto ed una misura della risultante di questo continuo movimento dei vasi, e quando noi vogliamo avere un concetto più chiaro dei fenomeni che succedono nella circolazione di un organo del corpo, dobbiamo ricorrere alle misure pletismografiche: ossia alla determinazione dei cangiamenti di volume del medesimo.

*Influenza dei movimenti respiratorii
sulla circolazione del sangue nel cervello, nell'antibraccio
e nei polmoni.*

La respirazione regolare e leggiera ha un'influenza assai debole sulla circolazione del sangue nel cervello: solo esaminando con attenzione i tracciati, vedesi che in corrispondenza della inspirazione vi è una pulsazione più bassa, e poscia un leggero aumento nell'altezza delle pulsazioni durante l'inspirazione successiva. Quando i movimenti del respiro diventano alquanto più forti del normale, si rende manifestissima la loro influenza sul volume del cervello.

Nei movimenti di inspirazione e di espirazione prolungati

e profondi, l'influenza del respiro diventa ancora più spiccata; ed osservasi che nel principio dell'inspirazione l'altezza del polso diminuisce considerevolmente, e che poi si eleva durante la stessa inspirazione.

Dopo aver dimostrato con appositi tracciati che variazioni del tutto analoghe si producono contemporaneamente nell'antibraccio, e che queste modificazioni della circolazione sanguigna non sono da confondersi con quelle che noi osserviamo nel cervello e nell'antibraccio durante l'attività cerebrale, come taluno avea supposto, mi posi a ricercare le cause di queste variazioni. Non essendo soddisfatto delle cognizioni che possiede la fisiologia intorno ai rapporti della pressione arteriosa coi movimenti del respiro, io mi accinsi ad un lavoro di critica e di analisi, di cui esporrò succintamente i risultati.

Incomincerò colle azioni meccaniche. Quando scriviamo il polso dell'antibraccio coll'idrosfigmografo, se la compressione del manicotto elastico è minima, succede ad ogni inspirazione una diminuzione di volume dell'estremità ed aumenta leggermente nell'inspirazione successiva. Se adoperiamo una fascia elastica per rendere più forte la compressione delle vene intorno al gomito, oppure si comprime con una colonna d'acqua di 15 a 20 cm. d'altezza il liquido nel cilindro, dentro cui è immerso l'antibraccio, scompaiono le oscillazioni respiratorie, per ricomparire appena cessa la pressione.

Queste esperienze ci dimostrano che nella inspirazione il sangue affluisce più facilmente alla cavità del torace, producendosi per questo fatto meccanico una diminuzione di volume dell'antibraccio, e che viceversa nell'espirazione aumenta il volume dell'antibraccio.

La cosa è affatto inversa quando si tratta delle estremità inferiori; qui vi è un aumento di volume nell'inspirazione ed una diminuzione nel principio della espirazione. L'opposizione fra i cangiamenti di volume nelle estremità superiori ed inferiori durante la respirazione può dimostrarsi facilmente per

mezzo di uno stivale di latta che si riempie di acqua dopo avervi introdotto dentro la gamba.

Per ragioni di brevità non credo opportuno di estendermi maggiormente sulle cause meccaniche dell'opposizione fra i tracciati pletismografici delle braccia e delle gambe. Già pensando che il diaframma si abbassa nell'inspirazione e che aumenta in conseguenza la pressione addominale, doveva naturalmente inferirsene un aumento della pressione in tutto il sistema delle vene che sta sotto il diaframma. Questo è quanto venne confermato dalle osservazioni di molti fisiologi, ma nessuno tenne calcolo dell'influenza che tale opposizione fra i fenomeni della circolazione venosa nella cavità del torace e dell'addome esercita sulla circolazione generale del sangue. Queste variazioni, siccome agiscono in senso inverso, si elidono nei loro effetti; e dal loro antagonismo ne risulta che il cuore riceve una quantità di sangue venoso presso a poco eguale tanto nella inspirazione quanto nella espirazione. Infatti, nella inspirazione è particolarmente la parte del corpo superiore al diaframma quella che dà il sangue venoso al cuore destro, e nella espirazione è invece il sistema delle vene addominali quello che vi reca il suo contributo.

L'influenza di quest'azione meccanica si renderà più manifesta in una serie di esperienze che esporrò successivamente, dove l'iperemia che si produce negli organi addominali durante la digestione rende visibili nell'antibraccio delle oscillazioni respiratorie, che mancano nell'antibraccio a stomaco digiuno.

Nelle esperienze pletismografiche ch'io pubblicai fino dal 1875 in un capitolo: *Sui movimenti dei vasi sanguigni in rapporto colla respirazione*, avevo dimostrato come il volume dell'antibraccio potesse diminuire di circa 6 centimetri cubi per effetto di una profonda inspirazione, e di 8 a 10 per una serie successiva di profonde inspirazioni. Le indagini eseguite nel cervello di Bertin o confermarono questo fatto con una serie bellissima di tracciati, dimostrando che nel momento dell'inspirazione diminuisce l'altezza delle pulsazioni ed il

volume cerebrale, che queste si elevano notevolmente nell'espirazione successiva, e che compiuta l'espirazione, compare una forte diminuzione del polso e del volume cerebrale, la quale dura da 15 a 20 secondi.

Prima che le mie osservazioni fatte sul cervello avessero dimostrato che ad ogni inspirazione esagerata tien dietro una diminuzione profonda del volume del cervello e conseguentemente un grado notevole di anemia di quest'organo, sapevasi già che molte persone non possono soffiare nel fuoco, per un certo tempo senza soffrire di vertigini. Si tratta ora di trovare il modo con cui si produce quest'anemia cerebrale.

Delle varie esperienze che io feci per giungere alla soluzione di tale problema riferisco solo quelle che riguardano la circolazione del sangue nei polmoni, ed anzitutto accennerò gli studi che ho fatto sulla circolazione artificiale nei polmoni con un nuovo metodo che segna, a parer mio, un vero progresso nella tecnica.

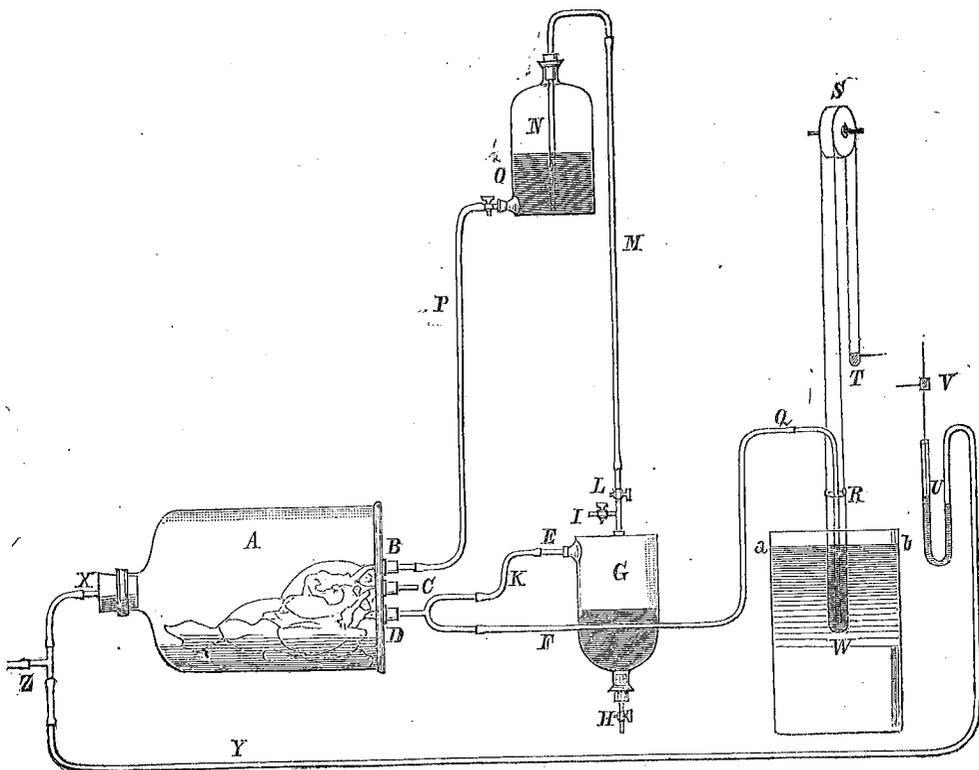
Questo metodo consiste nella determinazione grafica della differenza fra la quantità di sangue che entra e quella che esce dai polmoni estirpati durante i movimenti dell'inspirazione e dell'espirazione, mentre il sangue circola a traverso i medesimi.

La parte più essenziale dell'apparecchio che mi servì per tali esperienze è una boccia G, dove la pressione (fig. 1) deve rimanere costante. Appena estirpati i polmoni dall'animale dissanguato, vengono introdotti nel recipiente A: e si stabilisce in essi la circolazione artificiale per mezzo della boccia di Mariotte N, ripiena di sangue defibrinato.

Il sangue che esce dall'arteria polmonale giunto in D può passare per due grossi tubi di eguale lunghezza, cioè pel tubo F Q, che conduce nel cilindro galleggiante del pletismografo, e pel tubo K E, che conduce nella boccia G. Le aperture D E si trovano entrambe nel medesimo piano del liquido *a b* nel vaso W. Per brevità non ripeto la descrizione del mio pletismografo, nè del modo con cui esso scrive i movimenti

di un liquido sotto pressione costante, rimandando il lettore alla Memoria che ho pubblicato in proposito (1).

Fig. 1.



Così disposto l'apparecchio, se chiudiamo la chiavetta I, che serve a far comunicare l'aria contenuta nella boccia G coll'atmosfera, ed apriamo la chiavetta L, che va alla boccia di Mariotte N, è chiaro che, diminuendo per una ragione qualsiasi la pressione nella boccia G, il sangue contenuto nel cilindretto galleggiante dovrà passare nella boccia medesima. Supponiamo ora che venga aperta la chiavetta O

della boccia di Mariotte N per avviare la circolazione artificiale nei polmoni, si comprenderà che ad ogni quantità di sangue che esce dalla boccia N, deve entrare una quantità corrispondente di aria dalla boccia G nella boccia N.

Qui abbiamo tre casi possibili:

1° Afflusso ai polmoni eguale all'efflusso. In questo caso entrando tanto sangue nell'arteria polmonale, quanto ne esce dalla vena, questo viene a sostituire esattamente la quantità di aria che esce dal vaso G e va nel vaso N a prendere il posto del sangue penetrato nei polmoni. Il cilindretto galleggiante rimane immobile.

2° Afflusso ai polmoni maggiore dell'efflusso. Se (come vedremo succedere nella inspirazione) entra più sangue nei polmoni, di quanto ne esce dalla vena polmonare, tenderà a prodursi nel vaso G una pressione negativa. Il sangue venoso che penetra nella medesima non bastando a colmare il vuoto che si produce per il passaggio maggiore del sangue nei polmoni, si stabilisce un'aspirazione del sangue contenuto nel tubo FQ, ed il cilindretto galleggiante cede tanto sangue alla boccia G quanto è necessario per mantenere in essa la pressione eguale a zero. La linea scritta dalla penna T, indica il valore della quantità di sangue che rimane accumulata nei polmoni.

3° Efflusso dei polmoni maggiore dell'afflusso: (questo vedremo essere il caso dell'espirazione). Se dai polmoni esce una quantità maggiore di sangue di quanto ne penetri nello stesso tempo dall'arteria polmonare, il sangue giunto in D, trova dinanzi aperte due vie egualmente larghe e con eguali resistenze nei tubi. Però all'una estremità di questa biforcazione vi è il pletismografo, dove la pressione rimane sempre eguale a zero, dall'altra vi è la boccia chiusa, dove il sangue per entrare dovrebbe comprimere l'aria. È naturale che in questo caso il sangue eccedente si verserà tutto nel cilindretto del pletismografo: e la curva scritta dalla penna T sul cilindro rotante, ci indica anche la velocità con cui si effettua questo efflusso del sangue venoso.

(1) « Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo ». R. Accademia delle Scienze di Torino. Novem., 1875.

Con questo apparecchio constatai che dilatando i vasi sanguigni con una pressione negativa, essi si ingorgano: e che cessata l'aspirazione, non ritornano immediatamente allo stato di prima; ma impiegano un certo tempo per sgorgarsi. Anche volendo ammettere che nei polmoni estirpati l'accumulo del sangue possa essere maggiore che nei medesimi organi dell'animale vivente, resta ciò nulla meno dimostrato il fatto che nelle inspirazioni esagerate si ferma una certa quantità di sangue nei polmoni, che non passa subito colla espirazione successiva nel circolo generale, ma vi ritorna con un certo ritardo.

Constatato questo primo fatto di un accumularsi del sangue durante l'inspirazione, mi accinsi a misurare col medesimo apparecchio le modificazioni che subisce il circolo polmonare per effetto della respirazione artificiale soffiando aria nella trachea.

L'opposizione nella quantità del sangue contenuto nei polmoni durante l'inspirazione naturale e l'artificiale è completa; noi abbiamo infatti trovato che dilatando i polmoni con una pressione negativa alla loro superficie pleurale, si accumula in essi del sangue, mentre dilatandoli con una pressione maggiore dell'aria nella trachea e nei bronchi, diminuisce la quantità del sangue contenuto nei medesimi.

Il meccanismo della circolazione non è però così semplice come venne esposto fin qui. Le esperienze fatte colla circolazione artificiale, servendosi di una boccia di Mariotte, mentre i polmoni sono chiusi in un vaso che rappresenta la cavità del torace, non imitano esattamente il fenomeno della circolazione dei polmoni nei suoi rapporti naturali, dove la vena polmonale sbocca nell'interno della cavità toracica artificiale, ed il sangue venoso esce sotto una pressione inferiore all'atmosfera.

Per rispondere a queste obiezioni ho scritto un intero capitolo di critica, dove presi in esame i lavori più recenti scritti da Quinche e Pfeiffer, da Funke e Lats-

chenberger, da Bowditch e Garland ed altri intorno a questo argomento.

La mia critica fu diretta essenzialmente al metodo con cui si eseguivano prima le esperienze colla circolazione artificiale nei polmoni, e credo di essere riuscito a rivelare i difetti degli apparecchi adoperati dagli autori anzidetti.

Dalle mie indagini risultò che la pressione negativa che si produce nella cavità dei polmoni nella respirazione naturale è del tutto trascurabile se sono libere le vie del respiro, e che imitando scrupolosamente tutte le condizioni normali, vi è pur sempre un passaggio più facile del sangue a traverso i polmoni nell'atto inspiratorio, fatto per mezzo di una pressione negativa alla superficie delle pleure, anche se il sangue venoso giunge nell'orecchietta del cuore sinistro sotto una pressione negativa corrispondente.

I tracciati che io pubblicai per determinare l'influenza che i movimenti del respiro esercitano sulla circolazione del sangue nel cervello e nell'antibraccio dell'uomo non potendo venir ridotti ad un solo tipo, mi servirono a dimostrare meglio di quanto non si conoscesse prima l'estrema complicazione di questi fenomeni, mettendone in rilievo alcuni dei fattori più importanti.

Fra i vari mezzi di analisi che adoperai per studiare i rapporti della pressione sanguigna colla respirazione, uno dei primi che misi in opera fu di aumentare, o diminuire artificialmente la pressione del sangue, mentre l'animale era sottoposto all'osservazione grafica.

Da queste indagini risultò che durante l'inspirazione per l'accumularsi del sangue nei polmoni succede una diminuzione della pressione sanguigna.

Dopo il taglio dei vaghi le profonde inspirazioni possono ridurre a zero la pressione del sangue ed impedire il polso di manifestarsi nella carotide, quantunque il cuore continui a pulsare.

Noi ci troviamo qui dinanzi ad una causa affatto meccanica che entra come fattore costante nei mutamenti della respi-

razione e che abbiamo reso colla successiva emorragia sempre più evidente. Se il cuore funziona attivamente, è così rapido il passaggio del sangue che viene subito ricolmato questo vuoto; ma se la circolazione è debole, la medesima pressione negativa è capace di produrre un arresto del sangue nei grandi tronchi arteriosi, quantunque il cuore continui a pulsare.

Ho già ricordato prima che vi è un'opposizione completa fra le oscillazioni respiratorie del volume nelle parti che stanno sopra e sotto il diaframma, e che il cuore riceve durante l'inspirazione maggior quantità di sangue dalla vena cava superiore, che dalla vena cava inferiore, ed inversamente nella espirazione. — Il compenso che si stabilisce nelle condizioni normali fra questo alternativo efflusso dalle parti del sangue sopra e sotto diaframmatiche verso il cuore, viene turbato da alcuni fatti fisiologici, come, p. es., dalla digestione.

L'iperemia degli organi digerenti dà una preponderanza all'efflusso del sangue verso il cuore nella espirazione, e per questo fatto diventano più evidenti le oscillazioni respiratorie dopo il pasto che non a digiuno. Come pure accumulandosi il sangue negli organi della cavità addominale durante la digestione, viene sottratta una quantità notevole di sangue alla circolazione generale, e si stabiliscono per la circolazione polmonale le stesse condizioni meccaniche che ho dimostrato poco prima colle successive sottrazioni di sangue. Per quest'altra ragione diventerà anche più grande l'abbassamento della pressione sanguigna durante l'inspirazione, e più forte l'aumento di volume dell'antibraccio e del cervello nell'espirazione successiva.

Nello studio dei mutamenti che durante l'inspirazione subisce la circolazione del sangue nel cervello e nell'antibraccio, dobbiamo, in base ai tracciati da me ottenuti, distinguere:

1° La diminuzione che comparisce nel volume di questi organi nel principio dell'inspirazione per effetto del più facile afflusso del sangue venoso nella cavità del torace.

2° L'aumento di volume che si produce successivamente per afflusso più copioso di sangue nelle arterie.

E così pure nella circolazione polmonale vi è durante l'inspirazione un primo stadio in cui il sangue che affluisce più copioso al cuore destro viene accumulato nei vasi polmonali che si dilatano, e poi vi tiene dietro un secondo periodo in cui aumenta l'efflusso al cuore sinistro perchè il sangue che viene dal cuore destro circola più facilmente a traverso i vasi polmonali più dilatati.

In questo modo può spiegarsi perchè nelle grosse arterie la pressione diminuisce nel principio dell'inspirazione e poscia aumenta malgrado che persista il movimento inspiratorio.

Tralascio per brevità il ragionamento inverso che devesi fare per spiegare le variazioni che si osservano nell'espirazione.

In queste considerazioni di natura affatto meccanica, noi abbiamo supposto che nelle due fasi del movimento respiratorio il cuore funzioni con eguale energia. Ora questo non si avvera nelle condizioni normali, e dimostrai che anche qui vi esiste un antagonismo fra la inspirazione che facilita l'azione del cuore e l'espirazione che vi mette un ostacolo, rendendo più difficile la diastole del medesimo.

Assai più complicato diventa il problema dell'influenza che i movimenti respiratorii esercitano sulla pressione generale del sangue, quando si prendano in considerazione i fenomeni nervosi e i movimenti dei vasi sanguigni che si producono in rapporto coll'eccitamento del centro respiratorio.

Indipendentemente dai fenomeni meccanici della respirazione vi è tutta una serie di oscillazioni respiratorie che dipendono esclusivamente dall'accumularsi dell'acido carbonico del sangue, dalla sua maggiore o minore ricchezza di ossigeno, dai movimenti dei vasi sanguigni che si producono per un eccitamento locale o per un eccitamento che viene dal midollo allungato e che sta in rapporto col centro della respirazione.

Lo stato dell'animo non è affatto senza influenza sui muta-

menti che subisce la pressione del sangue quando nello stato di profonda tranquillità si dà ordine ad una persona di fare uno o due movimenti inspiratorii più profondi. Per eliminare la contrazione dei vasi che succede ad ogni lavoro intellettuale, e tutte le volte che la nostra attenzione viene attirata su qualche oggetto, mentre prima eravamo distratti, ho dovuto ricorrere alle osservazioni fatte durante il *sonno* e ai tracciati dei movimenti inspiratorii più profondi, che spesso eseguiamo mentre siamo distratti.

Questi pochi esempi bastino per dimostrare quanto siano complicati i fenomeni da cui risulta come effetto finale e complessivo la pressione del sangue misurata nei grandi tronchi arteriosi durante i movimenti della respirazione.

Se le mie indagini non riuscirono a stabilire una legge che valga a spiegare tutti i tracciati che ho presi sull'uomo e sugli animali, ciò dipende dalla molteplicità dei fattori che qui entrano in azione e dal fatto anche più grave che non pochi di questi fattori agiscono in opposizione fra di loro, per cui l'uno distrugge l'effetto dell'altro per riguardo alla loro influenza sulla pressione sanguigna.

Io spero che le mie indagini siano riuscite a far progredire di un passo l'analisi di questo importantissimo argomento, dimostrando che si cercherà invano la soluzione di un problema tanto complesso fino a che i momenti meccanici chimici e nervosi non saranno tenuti distinti l'uno dall'altro.

(*Continua*).

Laboratorio di Patologia generale in Torino.

SULLA RIPRODUZIONE DEL MIDOLLO DELLE OSSA LUNGHE

RICERCHE

del Dott. DANIELE BAIARDI.

(Tav. II).

Dopo che gli studi di Bizzozzero e Neumann dimostrarono che il midollo delle ossa ha una funzione ematopoetica, sono state intraprese numerose ricerche allo scopo di determinare quali rapporti ha il midollo colla sanguificazione in diversi stati patologici dell'organismo, e soprattutto nelle gravi anemie provocate mediante ripetute sottrazioni sanguigne. Tali ricerche hanno confermato nel modo più positivo l'importanza del medesimo quale organo ematopoetico.

Ma rimaneva da stabilire ancora un altro fatto, che, per quanto sappia, non è stato studiato finora da nessuno. È noto che il midollo esportato si riproduce. Ebbene, il midollo riprodotto ha esso pure una funzione ematopoetica? I pochi autori che si sono occupati della riproduzione del midollo delle ossa si sono limitati a constatare che essa si compie più o meno presto, ma non hanno seguito il processo di riproduzione in tutte le sue fasi e tanto meno si sono occupati