

Laboratorio di materia medica della Regia Università di Torino.

SUL POLSO NEGATIVO
E SUI
RAPPORTI DELLA RESPIRAZIONE

ADDOMINALE E TORACICA NELL'UOMO

STUDIO SPERIMENTALE

del Professor

A. MOSSO



TORINO

VINCENZO BONA

TIP. DI S. M. E. RR. PRINCIPI

1878

Estratto dall'*Archivio per le Scienze Mediche*, anno II, fascicolo 4^o. 1878.

INDICE

DEDICA pag. 5

PARTE PRIMA

Sul polso negativo.

§ 1.	Determinazione della velocità con cui si trasmette il movimento dell'aria nei polmoni dopo una scossa data al torace . . . »	7
§ 2.	Determinazione del tempo che trascorre fra l'impulso cardiaco e il polso carotideo »	11
§ 3.	Mejocardia ed aussocardia »	13
§ 4.	Polso positivo delle narici »	16
§ 5.	Cenno storico. »	20
§ 6.	Sfigmografo di Vierordt »	24
§ 7.	Polso negativo addominale »	25
§ 8.	Polso del fegato »	28
§ 9.	Polso negativo toracico »	30
§ 10.	Polso negativo delle vene giugulari »	32
§ 11.	Paragone del polso negativo giugulare col polso negativo toracico »	35
§ 12.	Misura del tempo che intercede fra il polso negativo della giugulare e quello positivo della carotide »	36

PARTE SECONDA

Sui rapporti della respirazione addominale e toracica nell'uomo.

§ 1.	Metodo delle ricerche »	39
§ 2.	Mutamenti della respirazione nel sonno »	41
§ 3.	Inversione nella durata del movimento inspiratorio ed espiratorio »	43

§ 4. Interferenze dei movimenti addominali e toracici	pag. 43
§ 5. Osservazioni fatte nel sonno	» 45
§ 6. Respirazione di Cheyne-Stokes nel sonno	» 48
§ 7. Pausa dopo l'espiazione	» 50
§ 8. Teoria di Traube e di Filehne sulla respirazione di Cheyne-Stokes	» 52
§ 9. Paragone dei movimenti respiratorii nel sonno naturale e nel sonno per cloralio	» 55
§ 10. Rilassamento del diaframma	» 58
§ 11. Alternazione nei movimenti respiratorii del diaframma e del torace	» 61
§ 12. Diminuzione nella quantità di aria che si respira nel sonno »	62

AL SIGNOR PROFESSORE

H. K R O N E C K E R

dell'Università di Berlino.

Caro Amico,

Seguendo in Lipsia le vostre lezioni intorno ai metodi delle ricerche fisiologiche, ebbi per la prima volta occasione di ripetere gli esperimenti del nostro comune amico il prof. G. Ceradini sulla meiocardia e l'aussoecardia.

Le indagini del prof. L. Luciani intorno alle oscillazioni della pressione intratoracica e intraddominale, contenute nei precedenti fascicoli dell'Archivio per le scienze mediche, mi obbligano a pronunciarmi su questo argomento, ed a pubblicare una parte delle ricerche che ci ho già presentato nelle scorse cacanze autunnali, quando onoraste di una visita il mio nascente laboratorio.

Questa memoria, potendo considerarsi come un complemento delle ricerche interrotte ora sono già otto anni dal prof. G. Ceradini, e la continuazione dello studio sperimentale pubblicato testè dal prof. L. Luciani, vi prego del favore di accettarne la dedica.

Voi, che siete il nostro comune amico, spero vorrete assisterci in questa gara in un campo di ricerche dove la giovane generazione dei fisiologi italiani si apri da se stessa una via.

Il vostro nome così caro a noi tutti, rimarrà come pegno di pace, ed io troverò in quest'accordo amichevole il coraggio per affrontare una questione intorno cui avrei preferito tacere per lasciare ai miei Colleghi incontrastato l'onore dell'armi.

Torino, 2 febbraio 1878.

Vostro affezionatissimo

A. MOSSO.

SUL POLSO NEGATIVO

E SUI RAPPORTI

DELLA RESPIRAZIONE ADDOMINALE E TORACICA NELL'UOMO

PARTE PRIMA.

Sul polso negativo.

§ 1. *Determinazione della velocità con cui si trasmette il movimento dell'aria nei polmoni dopo una scossa data al torace.* — È un fatto noto a tutti che in condizioni fisiologiche, il torace dell'uomo presenta, in corrispondenza del quinto spazio intercostale sinistro, una elevazione durante la **sistole** del cuore, la quale spesso è così forte, da poter essere **distintamente** visibile anche ad una certa distanza. Marey aveva già osservato che quest'urto del cuore è capace di produrre delle scosse nelle pareti del torace e dell'addome, che si rivelano nei tracciati della respirazione per mezzo di dentature corrispondenti (1). Però fino ad ora non erasi esaminato con sufficiente esattezza l'influenza che l'impulso car-

(1) Ecco come Marey accennò questo fatto in una nota della sua memoria intorno alla *pneumografia*: « Ces saccades de la courbe sont « produites par l'ébranlement que les battements du cœur amènent dans « les parois du thorax et de l'abdomen », Journal de l'anatomie et de la physiologie. 1865, p. 430.

diaco, sollevando in un punto la cassa toracica, può esercitare sopra altre parti più remote, aspirando l'aria contenuta nella cavità stessa della bocca e delle narici.

Una delle prime ricerche che dovetti fare nell'accingermi a questo lavoro, fu di misurare con esattezza il tempo che trascorre fra l'istante in cui si batte leggermente il costato verso il quinto spazio intercostale e il momento in cui appare successivamente una leggera espirazione dell'aria contenuta nelle narici. Devo subito confessare, come mi sorprese non poco il vedere che frammezzo agli immensi progressi fatti dalla diagnosi fisica delle malattie di petto, non siasi ancora fino ad oggi pensato a svolgere praticamente questo concetto, che deve prodursi un leggero movimento di espirazione dell'aria contenuta nei polmoni e nella trachea, quando si imprime una leggera scossa al torace.

Io credo che servendosi degli esattissimi mezzi cronografici che possiede oggi la scienza, si potrebbe facilmente riuscire a qualche utile applicazione di questo principio nella diagnosi di alcuni processi morbosi polmonari.

Le indagini cronografiche fatte in tale riguardo le eseguii tutte sopra di me stesso, servendomi di un timpano a leva e del cardiografo di Marey (1). Stretto quest'ultimo intorno al torace per mezzo di una cintola elastica, aggiustavo colla vite il bottone del timpano interno in modo, che esso rimanesse nel piano dell'imboccatura della cassa esterna, poggiando sopra il quinto spazio intercostale destro, nel punto simmetrico a quello dove ha luogo l'impulso cardiaco. Il cardiografo così disposto veniva quindi messo in comunicazione per mezzo di un tubo elastico con un timpano a leva.

Per registrare i movimenti trasmessi dal torace all'aria contenuta nelle narici, mi servii dello stesso metodo che altri aveva già impiegato prima di me. Introdussi in una delle narici un tubo di vetro che portava un piccolo tappo capace

(1) « Travaux du laboratoire de M. Marey ». Année 1875, p. 32.

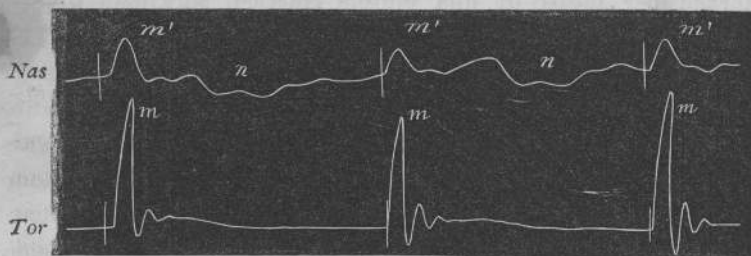
di turarla completamente, e l'altra estremità la feci comunicare con un timpano registratore per mezzo di un tubo di gomma elastica che aveva la stessa lunghezza di quello applicato al cardiografo. — Tenendo chiusa la bocca e comprimendo colla mano la narice libera, mentre la glottide rimane aperta, è chiaro che ogni modificazione nel volume della cavità toracica dovrà manifestarsi con una variazione corrispondente nella pressione dell'aria contenuta nelle narici.

I due timpani registratori di cui uno era messo in rapporto col cardiografo applicato al quinto spazio intercostale, e l'altro colle narici, segnavano sopra di un cilindro affumicato che muovevasi colla velocità di 43 centim. ogni 9 secondi, l'istante in cui producevasi l'urto ed appariva il movimento espiratorio. Un diapason che dava 100 vibrazioni doppie al secondo, messo in movimento dall'elettricità, faceva vibrare un segnale Deprez, che scriveva sul medesimo cilindro i centesimi di secondo.

La fig. 1 rappresenta una simile esperienza.

Tutti i tracciati contenuti in questa memoria sono scritti da sinistra verso destra. Per maggior esattezza le curve originali vennero fotografate tutte sul legno e quindi incise.

Fig. 1.



Tracciato del tempo che intercede fra l'istante in cui si percuote leggermente il torace nel quinto spazio intercostale destro *Tor*, e il momento in cui appare una leggera espirazione nella narice *Nas*.

La linea inferiore *Tor* segna coll'elevazione *m* l'istante in cui venne dato colle dita un leggero urto al cardiografo. In questo momento essendosi prodotta una leggera depressione

nel torace e nel polmone sottostante, partì un'onda espiratoria, che uscita dai bronchi, arrivò alle narici e ne produsse l'elevazione m' che osserviamo nella linea *Nas*.

Una delle condizioni essenziali per l'esatta misura del tempo che intercede fra l'apparizione di un medesimo fenomeno in parecchi tracciati sovrapposti, è la conoscenza del punto in cui si trovavano le penne nell'atto in cui segnavano le curve corrispondenti. Tale posizione venne sempre determinata, finita l'esperienza, arrestando nei punti voluti il cilindro, e facendo scrivere da ciascuna penna un tratto verticale: perciò tutte le volte che nel decorso di un tracciato si trova una linea verticale che la interseca, questa indicherà senza bisogno di altra spiegazione il *punto di ritrovo*. Nella fig. 1 l'abbassamento n della linea superiore dipende dalla sistole cardiaca, ed avremo presto occasione di conoscerne il significato.

Per evitare la difficoltà che presentava l'esecuzione esatta dei tracciati cronografici, ho tralasciato di riprodurli nelle presenti incisioni sul legno, e mi limiterò per conseguenza ad accennarne il numero dei centesimi di secondo. In queste ed in altre esperienze analoghe il tempo che impiega l'onda espiratoria per giungere dal quinto spazio intercostale alle narici è di $\frac{1}{100}$ di secondo.

Il ritardo di $\frac{1}{100}$ '' è di gran lunga più breve di quello determinato da Ceradini (1) in una serie analoga di esperienze, adoperando un soffietto che faceva girare con una manovella in modo, che la successione delle posizioni estreme del mantice riproducesse approssimativamente il ritmo dei suoni del cuore. Egli trovò con questo metodo, servendosi di una leva e di un timpano di Buisson, applicato all'estremità di un tubo lungo 50 centim., che le ordinate dei punti

(1) G. Ceradini. « La meccanica del cuore ». Annali universali di Medicina, 1870, p. 643.

omologhi di periodi omologhi delle curve scritte sul cilindro erano distanti fra loro di circa $\frac{1}{13}$ dell'ascissa del periodo stesso. — Bastandomi per le ricerche contenute in questo capitolo di aver determinato con esattezza sopra me stesso il tempo che intercede fra l'istante in cui si produce un urto alla regione cardiaca del torace e quello in cui appare una leggera espirazione nelle narici, non mi fermerò a ricercare le cause di questa discrepanza. Soggiungerò solo che il valore di 1 centesimo di secondo ottenuto costantemente sopra di me, si avvicina di più a quello che Marey trovò, studiando il ritardo dei segnali ad aria (1). Infatti la distanza che separa il punto percorso dalla narice essendo sopra me stesso di circa 50 centimetri, si avrebbe una velocità di 50 metri al secondo.

Marey scegliendo tubi elastici di varia lunghezza del diametro di 4 mill., trovò che una scossa data all'aria contenuta nell'interno dei tubi, si trasmette nel loro lume colla velocità di 280 metri al secondo.

Il ritardo maggiore che osservasi nelle mie esperienze può facilmente spiegarsi pensando che nei polmoni l'aria deve percorrere il lume ristretto degli alveoli e dei bronchi, dove essendo molto più grande la resistenza, dovrà necessariamente essere minore la velocità con cui si trasmette il movimento.

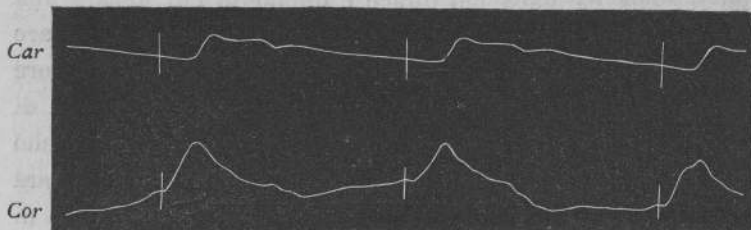
Questo tempo è però molto più breve di quello che trascorre fra l'istante in cui si percepisce l'impulso sistolico al 5° spazio intercostale e l'apparire del polso nelle carotidi verso la metà del collo.

§ 2. *Determinazione del tempo che trascorre fra l'impulso cardiaco e il polso carotideo.* — È facile prevedere il modo con cui ho fatto questa seconda determinazione. Aggiustai il cardiografo in guisa che il bottone corrispondesse al 5° spazio intercostale sinistro, e registrasse regolarmente sul cilindro l'impulso cardiaco, quindi levai il tappo che serviva per

(1) « Travaux du laboratoire de M. Marey ». Année 1875, pag. 148.

chiudere le narici, e vi sostituì un timpano ricoperto da una semplice membrana elastica che fissai per mezzo di una cravatta sulla carotide sinistra verso la metà del collo. La fig. 2 rappresenta il tracciato di una simile esperienza. Come si

Fig. 2.



Tracciato del ritardo del polso della carotide *Car*, sull'impulso del cuore al quinto spazio intercostale *Cor*.

vede, l'elevazione del polso carotideo nella linea *car*, è più rapida che non l'elevazione della curva corrispondente all'impulso del cuore, *cor*. Determinando il valore medio di parecchie osservazioni, trovai che alla loro base, le due elevazioni distano di 10 a 11 cent. di secondo. Il polso carotideo appare cioè circa 10 cent. di secondo dopo che incominciò l'impulso cardiaco (1). Quando però si misura la distanza che intercede fra la sommità delle due pulsazioni, la differenza si riduce in media ad 8 centesimi di secondo, perchè la curva del polso carotideo impiega 2 cent. di secondo in meno per raggiungere il suo punto culminante.

Supponendo ora che nel momento in cui ha luogo l'impulso cardiaco nel torace, parta eziandio l'ondata sanguigna che percorre l'aorta e le carotidi, dobbiamo secondo queste due esperienze immaginare che si produrrà nelle narici un leggero movimento inspiratorio dovuto al sollevamento della

(1) Questi numeri sono d'accordo colle osservazioni che il Dott. Bozzolo e Fiori pubblicarono nella loro memoria « Intorno al significato diagnostico del ritardo del polso e della carotide sull'impulso del cuore ». Torino 1878, pag. 18.

parete toracica nella regione cardiaca, prima ancora che sia comparsa l'ondata del polso nelle carotidi.

Non voglio subito dimostrare la verità di questo asserto per mezzo di un' apposita esperienza, perchè questo problema in apparenza molto facile, cela qualche difficoltà su cui dobbiamo anzitutto fermare la nostra attenzione.

§ 3. *Mejocardia ed aussocardia*. — L'impulso cardiaco anche quando è capace di sollevare leggermente le pareti del torace, non produce da lui solo tutto il movimento inspiratorio che si osserva nelle narici ad ogni sistole del cuore, ma l'ondata sanguigna che esce impetuosamente dal torace lascia dietro di sé un vuoto, il quale aspira l'aria dall'interno verso i polmoni, generando un leggero movimento inspiratorio. Il prof. Ceradini in un pregiato lavoro pubblicato intorno a questo argomento osservò con ragione « che il cuore deve mutar di volume nella successione dei suoi movimenti, perchè durante la sistole effluisce dal ventricolo un volume di sangue maggiore di quello che contemporaneamente affluisce all'atrio diastolico, perchè cioè il sangue che affluisce al cuore con movimento uniforme e costante ne effluisce a periodi » (1). Egli chiamò *mejocardia* ed *aussocardia* gli opposti stati del cuore corrispondenti al *minimum* ed al *maximum* del suo contenuto sanguigno; e quindi soggiunse « che il cuore è per virtù propria capace di effettuare una piccola inspirazione durante la *mejocardia* e una piccola espirazione durante l'*aussocardia*, vincendo nel primo caso l'elasticità del polmone che seco trascina, e assecondato nel secondo dal polmone che ritorna sopra se stesso ».

Non credo per ora conveniente di interrompere il filo delle mie esperienze per seguire nel campo della critica coloro che mi precedettero in questo studio, e mi riservo di mostrare alla fine del presente capitolo la causa di alcune discrepanze, quando accennerò lo sviluppo storico della que-

(1) Opera citata, pag. 588.

stione. Ecco intanto una prima esperienza, la quale ci obbliga ad ammettere che l'uscita dell'ondata sanguigna dalla cavità del torace, quale succede dopo ogni sistole ventricolare, non è la sola causa della leggera inspirazione simultanea al polso delle carotidi.

Fig. 3.



Precessione dell'inspirazione cardiaca nelle narici *Nas*, sul polso della carotide *Car*, scritto contemporaneamente colla glottide aperta.

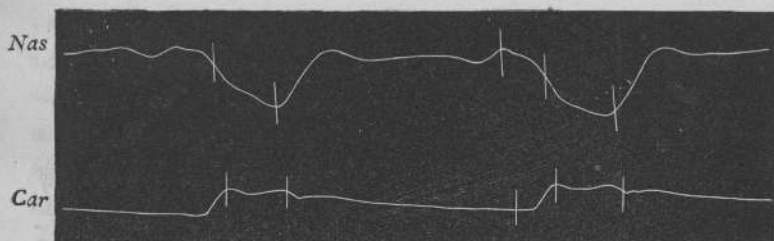
La linea superiore *Nas* della fig. 3 rappresenta il tracciato della pressione nelle narici, scritto nel modo sopra indicato, la linea inferiore *Car*, il polso della carotide destra che ho preso sopra me stesso con un timpano esploratore applicato verso la metà del collo. Osservando le linee che segnano la sovrapposizione delle penne, si vede che è già incominciata una leggiera inspirazione prima che sia comparso il polso nella carotide. Questa precedenza dell'*inspirazione cardiaca* sull'ondata sanguigna che esce dal torace è anche più significativa quando pensiamo che il tracciato delle narici fu preso in un punto notevolmente più distante che non quello delle carotidi verso la base del collo. La maniera più ragionevole di spiegare questa precessione è quella di ammettere che in questo caso l'impulso cardiaco sollevando le coste, produca nel momento della sistole una leggiera aspirazione dell'aria dalle narici verso la cavità del torace. Appena l'ondata sanguigna esce per le ramificazioni dell'aorta dalla cavità del torace, non potendo il sangue venoso precipitarsi con eguale velocità a riempirne il vano lasciato, si produce un nuovo iato inspiratorio che si rivela nella curva discendente per mezzo di un più rapido abbassamento, il quale è distintamente visibile nella linea *Nas*, fig. 3. Se paragoniamo esatta-

mente fra di loro i due tracciati, vediamo infatti che il secondo abbassarsi più rapido della pressione nelle narici è sincrono col principio della diastole carotidea, e che esso raggiunge la sua maggiore profondità quando il polso dell'arteria tocca l'apogeo della sua curva. Per brevità chiameremo *inspirazione cardiaca* il risultato di questi due momenti.

Ora è chiaro che il primo periodo dell'inspirazione cardiaca sarà tanto più spiccato, quanto più forte è l'impulso del cuore, e il secondo periodo, dovuto all'uscita dell'onda sanguigna dalla cavità del torace, diverrà tanto maggiore, quanto più abbondante è il volume del sangue che viene spinto al difuori dalla sistole ventricolare.

Credo superfluo di riferire un esempio dei tracciati dove ho reso più forte e più rapido l'impulso del cuore per mezzo dell'esercizio muscolare, e mi limito a riprodurre un'esperienza fatta mentre ero profondamente tranquillo, e le contrazioni cardiache si ripetevano con ritmo assai più raro dell'osservazione precedente.

Fig. 4.

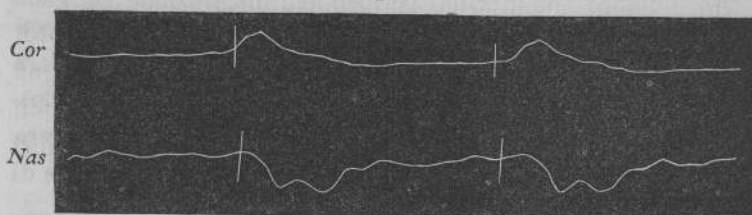


Tracciato delle variazioni di pressione nelle narici *Nas*, scritto contemporaneamente al polso carotideo *Car*, mentre è minore la frequenza dei battiti cardiaci.

La linea *Nas* rappresenta le variazioni della pressione nelle narici, e quella sottostante *Car*, il polso della carotide destra verso la metà del collo. Non ho bisogno di insistere con altre parole per mettere in evidenza la brevità del primo periodo inspiratorio; dirò solo che l'impulso cardiaco era divenuto così debole, che a mala pena riuscivo a percepire sopra

di me stesso il punto dove era meglio distinto sul torace. Il secondo periodo della inspirazione cardiaca prende invece il sopravvento, e diviene più forte, perchè essendo minore la frequenza, diviene maggiore la copia del sangue che esce ad ogni sistole dalla cavità del torace.

Fig. 5.



Tracciato dell'impulso cardiaco *Cor* nel quinto spazio intercostale, e della pressione nelle narici *Nas*, scritti contemporaneamente mentre la glottide è aperta.

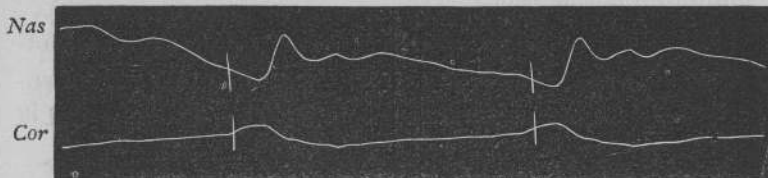
Per confermare i fatti ora esposti riferisco un'altra esperienza (fig. 5), dalla quale risulta che l'inspirazione cardiaca incomincia nell'istante in cui la curva dell'impulso al torace s'avvicina al suo punto più elevato. La linea *Nas* rappresenta ancora qui le oscillazioni della pressione nelle narici a glottide aperta, la superiore *Cor*, il tracciato dell'impulso cardiaco scritto col cardiografo applicato sul 5° spazio intercostale. — Se facciamo astrazione dal $\frac{1}{100}$ di secondo necessario alla trasmissione del movimento fino alle narici, si può dire che l'inspirazione incomincia nell'istante in cui l'impulso cardiaco sta per toccare il suo culmine. Avendo già dimostrato con esperienze precedenti che trascorrono circa dieci centesimi di secondo fra il principio dell'impulso cardiaco e quello del polso carotideo, e 8 centesimi di secondo fra i punti più elevati delle curve corrispondenti, si deve escludere l'ipotesi che in questo caso l'inspirazione cardiaca sia incominciata per l'uscita dell'onda sanguigna che ebbe luogo posteriormente.

§ 4. *Polso positivo delle narici.* — Tutte le esperienze di cui ho parlato fin qui vennero eseguite sopra me stesso mentre

tenevo la glottide aperta. Ora è facile immaginare ciò che succederà quando chiudo la glottide. In questo caso essendo interrotta ogni comunicazione coll'esterno dell'aria contenuta nei polmoni, il timpano registratore, che sta in rapporto colle narici, non potrà più rivelare alcuno dei fenomeni precedenti. Però siccome ad ogni ondata di sangue che esce dal torace devono dilatarsi le arterie delle fauci, della bocca e delle narici, l'aria contenuta in queste cavità verrà compressa con ritmo sincrono a quello del polso. E si produrrà una leggiera espirazione pel fatto stesso del polso, mentre prima colla glottide aperta aveva luogo il fenomeno inverso di una leggiera inspirazione, malgrado la dilatazione sincrona delle arterie di tutti gli organi contenuti nella cavità del torace.

Vediamo ora per mezzo di una seconda serie di esperienze, se realmente i tracciati ottenuti colla glottide chiusa si trovino in perfetto antagonismo coi primi. Noi giungeremo per questa via a dimostrare senza alcuna difficoltà che l'inspirazione cardiaca sarebbe stata molto più forte qualora avessimo potuto eliminare il polso nella cavità della faringe e delle narici, ciò che ottenni facilmente sopra me stesso comprimendo il tronco comune della carotide. La diminuzione di volume che succede nella cavità del torace nell'istante in cui esce un'ondata sanguigna è così grande che non bastano a compensarla l'afflusso contemporaneo del sangue venoso all'orecchietta destra, e tanto meno la dilatazione sincrona delle arterie nelle vie aeree.

Fig. 6.



Polso positivo nelle narici a glottide chiusa *Nas*, paragonato coll'impulso cardiaco nel quinto spazio intercostale *Cor*, scritto contemporaneamente.

Nella fig. 6 la linea superiore rappresenta le variazioni della pressione nella narice tenendo la glottide chiusa: la linea inferiore segna l'impulso cardiaco. Questa esperienza venne fatta immediatamente dopo la precedente, senza smovere punto gli apparecchi registratori. A tale scopo mi basta di fare un leggerissimo sforzo espiratorio, ed interrompo istantaneamente ogni comunicazione delle narici colla cavità polmonare. La curva della pressione nelle narici, che prima si abbassava ad ogni sistole del cuore, si rovescia subitaneamente, ed appare una elevazione dove prima esisteva un'infossatura.

Per brevità di linguaggio chiameremo, come ha già fatto Marey, *negative* le curve di cui abbiamo parlato precedentemente, e *positive* queste ultime — polso *negativo* il primo e *positivo* il secondo.

Marey avendo toccato prima d'ogni altro questo argomento del *polso negativo* nella sua fisiologia della circolazione, è mio dovere di citare testualmente le sue parole: « Les ventricules diminuent de volume d'une manière absolue pendant leur systole, à mesure que leur contenu est expulsé dans les artères. C'est à ce dernier effet que tient le phénomène de la pulsation négative.

« Au moment où le cœur diminue de volume, il produit autour de lui une aspiration véritable; toutes les parties qui l'environnent viennent occuper la place que ses parois abandonnent. Ainsi le poumon se dilate, le diaphragme s'élève, les espaces intercostaux s'enfoncent, chacune de ces parties obéissant à cette aspiration dans la limite de la mobilité qu'elle possède » (1).

La rassomiglianza dei tracciati ottenuti dalle narici a glottide chiusa col polso delle arterie è tale, che può parere superfluo il trattarsi a spiegarne la ragione. Si tratta qui di

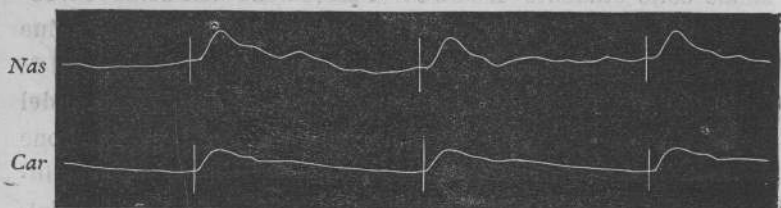
(1) Marey. « Physiologie médicale de la circulation du sang ». Paris 1863, pag. 123.

un fenomeno del tutto analogo a quanto si osserva introducendo l'avambraccio in un cilindro di vetro chiuso con un manicotto di gomma elastica presso il gomito, come quelli che io adopero per il mio idrosfigmografo (1). Ad ogni sistole cardiaca penetra nei vasi dell'antibraccio un'ondata sanguigna, che dilatandoli ne aumenta il volume. Un timpano registratore messo in comunicazione col cilindro segna esattamente queste variazioni del volume scrivendo un tracciato identico a quello che si ottiene applicando lo sfigmografo di Marey sull'arteria radiale. Le pareti della faringe e della cavità nasale presentano tale resistenza da rappresentare uno spazio chiuso analogo al cilindro anzidetto. Le pulsazioni delle arterie contenute dentro queste cavità e alla superficie delle mucose si trasmettono liberamente all'aria che sta in rapporto col timpano registratore, e si ottiene in questo modo un tracciato identico a quello dell'arteria radiale.

Il polso appare nelle narici circa 11 cent. di secondo dopo il primo apparire dell'impulso cardiaco al 5° spazio intercostale. Questo ritardo sarebbe $\frac{1}{100}$ " più lungo di quello già misurato precedentemente fra il principio dell'impulso cardiaco e l'apparire del polso nella carotide verso la metà del collo.

Se ora facciamo la controprova e scriviamo contemporanea-

Fig. 7.



Polso positivo nelle narici a glottide chiusa *Nas*, paragonato col polso della carotide, scritto contemporaneamente.

(1) A. Mosso. « Sulle variazioni locali del polso nell'antibraccio dell'uomo », Torino 1878.

mente il polso delle narici a glottide chiusa e il polso della carotide come lo rappresenta la fig. 7, vedremo che realmente il polso positivo della narice appare circa $\frac{1}{100}$ " più tardi che il polso della carotide verso la metà del collo.

La verità di questi risultati è troppo evidente perchè occorran altri dati per provare l'esattezza della nostra dimostrazione. Leggendo i centesimi di secondo scritti col diapason, sotto ciascuna curva trovai che il polso negativo delle narici, quando è forte l'impulso cardiaco, incomincia prima che quello delle carotidi di circa $\frac{8}{100}$ ", e che il polso positivo della medesima narice compare $\frac{1}{100}$ " dopo quello delle carotidi.

Queste nozioni, dove l'esattezza delle misure confermò ciò che potevasi prevedere col ragionamento, per quanto possano parer facili e incapaci di dare appiglio a qualsiasi contestazione, furono prima un argomento assai controverso intorno a cui non pochi fisiologi esercitarono il loro ingegno. Accennerò adesso, come è mio dovere, lo sviluppo storico di questo problema.

§ 5. *Cenno storico.* — In un breve scritto pubblicato da *Voit* nel 1865 (1), « intorno alle oscillazioni della pressione nella cavità dei polmoni in seguito ai movimenti del cuore », trovasi per la prima volta fatta parola di un fenomeno che deve a ragione considerarsi come il punto di partenza delle indagini contenute nel presente capitolo. Studiando *Voit* insieme collo studente *Lossen* l'escrezione dell'acido carbonico, mentre respirava, colle narici chiuse, a traverso due grosse valvole di *Müller*, vide dei movimenti nelle colonne del liquido che stavano in rapporto colla contrazione del cuore. La colonna di acqua nella valvola per la espirazione presentava una elevazione ad ogni sistole. Questa leggera inspirazione venne attribuita ad una diminuzione di volume dell'intero cuore mentre succedeva la sistole dei ventricoli: *Voit* si limitò a dire che dai cambiamenti nel livello delle

(1) « Ueber Drukschwankungen im Lungenraum in Folge der Herzbewegungen ». Zeitschrift für Biologie. I Band. 1865, pag. 390.

colonne liquide si sarebbe anche potuto misurare approssimativamente i cambiamenti di volume del cuore attivo, e la rapida menzione di questo fenomeno passò pressochè inosservata negli archivi della fisiologia.

Due anni più tardi, nel 1867, il dott. A. Terné van der Heul (1) trattava più estesamente questo problema sotto la direzione del prof. Donders. Le sue ricerche cronografiche sono fatte con esattezza, ma disgraziatamente i risultati ottenuti si trovano in disaccordo completo col ragionamento che le precede: per cui l'autore confessò sinceramente di non aver potuto confermare l'ipotesi da cui era partito. Ora, perchè si manifestò questa contraddizione fra il ragionamento e le esperienze? Perchè egli ragionava supponendo la glottide aperta e poscia sperimentava tenendo la glottide chiusa.

Questa distinzione pare sia sfuggita al mio amico il professore Ceradini nel suo pregiatissimo lavoro *intorno alla meccanica del cuore*, quando fece la critica del lavoro di Terné van der Heul. Provando ripetutamente trovai che alcune persone non hanno attitudine a tenere la glottide aperta. Il dott. Pagliani, mio fratello e mia sorella non riuscirono mai a dare un tracciato negativo per quante prove abbiano fatto. Altri invece tennero subito la glottide aperta fino dalla prima esperienza. Ricorderò fra questi gli studenti Robutti, Garzena e Roth, che potevano chiudere od aprire a volontà la glottide appena dicevo loro di fare un piccolo sforzo espiratorio, o di tenere immobile il torace nell'inspirazione. — La registrazione del polso specialmente nell'apnea diveniva in questo modo tanto facile che spesso in una serie di indagini sul nitrito amilico ricorsi all'esame del polso negativo nelle narici per studiare direttamente le variazioni che succedono nella funzione del cuore.

(1) A. Terné van der Heul. « De invloed der respiratie-phasen op den duur der hartsperioden ». Nederlandsch archief voor genees-en natuurkunde uitgegeven door Donders en W. Hoster, Utrecht 1867, p. 137. In questa memoria si trovano per la prima volta paragonati fra loro i

Ceradini, nel 1869 (1), applicando sopra se stesso l'ematoracometro, che è un apparecchio registratore identico a quello che noi adoperammo pel medesimo scopo, ottenne curve eguali a quelle del polso. Infatti egli dice che « Una particolarità degna di molta attenzione che presentano le curve ematoracometriche è la loro rassomiglianza a quelle fornite dallo sfigmografo. Questa rassomiglianza è talvolta così grande che una di tali curve, ottenuta con uguali bracci di leva, e in posizione toracica di ordinaria inspirazione può affatto confondersi con quella somministrata dal polso arterioso, quando la velocità di rotazione del cilindro sia eguale alla velocità di traslazione della tavoletta dello sfigmografo ».

È veramente a deplorarsi che il prof. Ceradini non abbia pubblicato le curve di cui parla lungamente nella sua memoria. Probabilmente egli aveva intraveduto il divario che esiste fra i tracciati presi in condizioni differenti, perchè egli finisce con dire che l'analisi comparativa delle curve ematoracometriche inspiratorie ed espiratorie formerà altro degli argomenti del secondo capitolo del suo lavoro, ma disgraziatamente sono già trascorsi otto anni senza che fino ad ora sia comparso il secondo capitolo della sua interessante memoria.

P. Bert (2) si occupò eziandio di questo fenomeno nelle sue lezioni sulla *fisiologia comparata della respirazione*: e dopo aver dato un tracciato dei movimenti del cuore registrato dalla trachea di un cane, soggiunge: « On sait que les battements du cœur changent les conditions de la pression intra-thoracique; l'afflux sanguin qui se fait à chaque diastole doit (en supposant le thorax immobile) comprimer l'air

tracciati del cuore, della carotide, e della pressione nelle narici, scritti simultaneamente col tempo.

(1) Ceradini. « Meiokardie und Auxokardie », Vortrag in der Sitzung des naturhistorisch-medicinischen Vereins in Heilderberg vom 26 november 1869.

(2) P. Bert. « Leçons sur la physiologie comparée de la respiration ». Paris 1870, pag. 338.

« du poumon, et si la glotte est ouverte, provoquer une légèrè expiration; de même, lorsque le cœur se vide brusquement, le sang qu'il lance hors du thorax doit être remplacé par une certaine quantité d'air venue par la trachée ».

Nel 1876 il prof. Landois in una serie di *ricerche grafiche sull'impulso cardiaco* (1) pubblicò alcuni tracciati presi sull'uomo per mezzo di uno strumento del tutto analogo all'*ematoracometro* di Ceradini, cui egli diede il nome di *cardiopneumografo*. È questo un lavoro assai pregievole per la parte critica, dove però la parte sperimentale lascia qualche poco a desiderare, specialmente per quanto si riferisce all'esattezza che permette in simili indagini il metodo grafico. Quivi vediamo fatta per la prima volta menzione dell'influenza che l'impulso cardiaco esercita sulla pressione nelle narici, generando una rapida inspirazione nel momento in cui esso dilata il torace: egli parla eziandio della differenza che osservasi nei tracciati quando la glottide è chiusa od aperta, ma i suoi tracciati sono di gran lunga inferiori a quanto potevasi aspettare dopo la descrizione del suo *cardiopneumografo* (2).

(1) L. Landois. « Graphische Untersuchungen über den Herzschlag ». Berlin 1876.

(2) In due lavori pubblicati testè in Francia sopra di questo argomento vidi, con mio dispiacere, che non si parlò nè punto nè poco delle ricerche sopra menzionate di Voit, di Ternè van der Heule, di Ceradini, di P. Bert e di Landois. Questo silenzio è tanto più deplorabile, perchè il sig. Dott. Regnard avrebbe trovato nei lavori dei suoi predecessori, e particolarmente nelle memorie del Prof. Ceradini, pubblicate 8 anni fa, una critica severa e la confutazione delle sue stesse esperienze, risparmiandosi così la pena di scrivere gran parte della memoria *De l'influence des battements du cœur sur le poumon* [Revue mensuelle de médecine et chirurgie, N. 5, 1877, pag. 333].

Il Prof. Lépine per rimediare a questa dimenticanza credette necessario di fare una nota alla memoria del sig. Regnard, che stampò a pag. 394 dello stesso fascicolo; colla quale rivendicò le esperienze del Prof. Ceradini sulla meiocardia e l'ausocordia, citando esattamente alcuni dei lavori che avrebbe dovuto consultare il sig. Regnard, e ricordando anche le ricerche di Landois. Ma la critica del Prof. Lépine fu un lavoro perduto, perchè ora sono pochi giorni vidi con

§ 6. *Sfigmografo di Vierordt*. — Per scrivere i movimenti spesso molto deboli delle pareti addominali, pensai di servirmi della leva di Vierordt che era caduta in dimenticanza dopo le esperienze da lui fatte con G. Ludwig sui movimenti della respirazione (1).

I tentativi fatti con parecchi sfigmografi che avevo a mia disposizione, mi persuasero che lo sfigmografo di Vierordt è fino ad ora lo strumento più acconcio per simili indagini

non poca sorpresa, che il mio amico Dott. Franck trattò nuovamente *ab ovo* questo argomento nella sua memoria: *sur les changements de volume du cœur* (Travaux du Laboratoire de M. Marey, année 1877, p. 233), senza citare alcuno dei suoi predecessori.

Sono obbligato a parlare del lavoro del sig. Franck in una semplice nota, perchè esso mi venne gentilmente spedito in dono dal sig. Marey quando già avevo dato alle stampe il manoscritto del presente lavoro. Me ne spiace perchè avrei certo fatta più ampia menzione delle sue ricerche. I nostri lavori sono del resto così differenti, che non sarà certo mai una questione di priorità quella che può insorgere col mio amico Franck.

Mentre riconosco il merito delle sue indagini, mi permetto di fargli un appunto per rendere giustizia ad un nostro collega. — Il Prof. Stefani mi comunicava nel mese di maggio del 1877 una serie di ricerche sui cambiamenti di volume del cuore, eseguite iniettando un liquido nella cavità del pericardio, di cui studiava poscia i movimenti per mezzo di un apparecchio analogo a quello di Franck.

Io lo consigliai a non pubblicare delle esperienze fatte con un metodo così poco esatto, e lo pregai di desistere, per non metterci nella necessità di adoperare verso di lui il rigore di cui era già stato segno una memoria analoga del Prof. Luciani. Nel consigliarlo a voler ripetere le sue esperienze col metodo del Prof. G. Ceradini per tema che egli non avesse tutti gli apparecchi necessari ad uno studio più completo, gli mandai contemporaneamente una serie di tracciati sulla meiocardia e l'aussocardia che avevo fatto nel febbraio del 1877, lasciando in suo arbitrio di pubblicarli, anche in suo nome, qualora lo avesse creduto conveniente; ciò che egli per troppa delicatezza non volle accettare.

Vedendo ora che delle esperienze del tutto analoghe vennero poscia pubblicate in uno dei migliori Laboratorii di fisiologia della Francia, temo che il Prof. Stefani mi farà il rimprovero d'essere stato troppo severo verso di lui; e perciò sono obbligato a pregare il Dott. Franck di perdonarmi se non posso adoperargli maggiori riguardi che ai miei compatrioti ed amici.

(1) K. Vierordt und G. Ludwig. « Beiträge zur Lehre von den Athembewegung ». Archiv für phys. Heilkunde, XIV, pag. 253.

sul polso e sulla respirazione addominale: e nutro speranza che, malgrado i suoi inconvenienti pel modo di applicazione, altri, osservando i tracciati ottenuti, vorrà seguire il mio esempio.

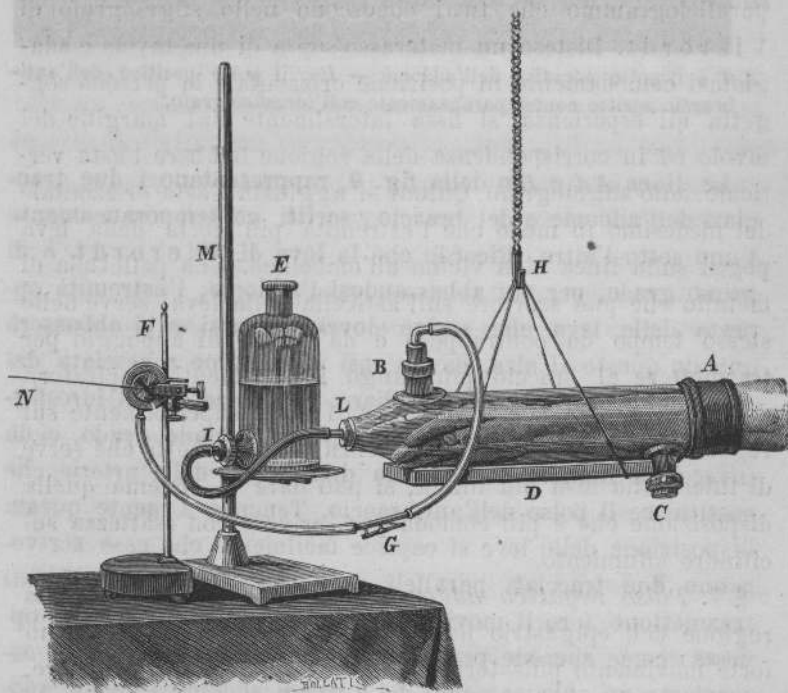
Lo sfigmografo di Vierordt lasciandomi gentilmente dal prof. Moleschott, è formato di un regolo metallico orizzontale che sostiene per mezzo di due forchette messe inferiormente ad una delle sue estremità la leva destinata a scrivere il polso. Questa parte orizzontale dello sfigmografo è sostenuta da un'asta metallica posta verticalmente, che per mezzo di un apposito corsojo a vite permette di abbassare o di alzare la leva, oppure di avvicinarla o di allontanarla dalla medesima con un movimento orizzontale. Perchè l'estremità della leva non descriva un arco di cerchio, il suo movimento è trasformato in una linea retta perpendicolare per mezzo del parallelogrammo che tutti conoscono nello sfigmografo di Vierordt. Disteso un materasso sopra di una tavola e adagiatasi comodamente in posizione orizzontale la persona soggetta all'esperienza, si fissa lateralmente sul margine del tavolo ed in corrispondenza della regione lombare l'asta verticale dello sfigmografo. Quindi si aggiusta l'asta orizzontale del medesimo in modo che l'estremità più corta della leva poggi sulla linea alba vicino all'ombellico. Una pallottola di metallo che può scorrere sull'asticella della leva, serve nello stesso tempo da contrappeso e da punto di appoggio per trasmettere al braccio più lungo i movimenti respiratorii dell'addome. Per mezzo di due viti poste superiormente sul regolo orizzontale in corrispondenza della forchetta che serve di fulcro alla leva più lunga, si può dare al sistema quella disposizione che è più comoda per scrivere con esattezza sul cilindro affumicato.

§ 7. *Polso negativo addominale.* — Quando si osserva la regione dell'epigastrio nell'uomo si scorge assai spesso un forte movimento pulsatorio sincrono coi movimenti del cuore, intorno cui si emisero delle opinioni affatto contraddittorie dai clinici.

Non essendosi fino ad ora cercato di analizzare con sufficiente esattezza questo fenomeno per mezzo del metodo grafico, lascierò in disparte ogni discussione preliminare, per scendere immediatamente nel campo dei fatti positivi.

Il dott. Albertotti è un giovane sui 26 anni, di complessione robusta, benchè alquanto magro. Quando esso sta coricato supino e profondamente tranquillo, non trovai sul torace alcun punto dove l'impulso del cuore fosse capace di mettere in movimento il cardiografo, od uno strumento registratore qualsiasi. Questo difetto era tanto più imbarazzante perchè nella regione dell'epigastrio e fin sotto l'ombellico si osservava distintamente ad ogni pulsazione delle carotidi un abbassamento delle pareti addominali.

Fig. 8.



Idrosfigmografo.

Non essendo soddisfatto delle curve che potei ottenere con un timpano applicato sopra le carotidi, ricorsi all'idrosfigmografo e scrissi contemporaneamente il tracciato del polso nell'antibraccio e le pulsazioni dell'addome.

Applicai l'idrosfigmografo sull'antibraccio sinistro nel modo che ho descritto nella mia memoria sopra citata intorno alle *Variazioni locali del polso*. Per rendere più facile al lettore l'intelligenza di queste esperienze riproduco colla figura 8 il mio apparecchio. Quindi abbassai la leva di Vierordt, in modo che l'estremità più corta della medesima poggiasse in prossima vicinanza dell'ombellico sulla linea alba.

Fig. 9.



Ad è il polso negativo dell'addome — *Br* il polso positivo dell'antibraccio scritto contemporaneamente coll'idrosfigmografo.

Le linee *Ad* e *Br* della fig. 9, rappresentano i due tracciati dell'addome e del braccio, scritti contemporaneamente l'uno sotto l'altro. Ricordo che la leva di Vierordt è di primo grado, per cui abbassandosi l'addome, l'estremità opposta della leva che scrive dovrà elevarsi e si abbasserà quando questo si alza, dando così un'immagine rovesciata del movimento che dobbiamo studiare. Il tracciato dell'idrosfigmografo essendo scritto da una leva di secondo grado, ci dà invece un'immagine reale della dilatazione delle arterie che costituisce il polso dell'antibraccio. Tenendo a mente questa disposizione delle leve si capisce facilmente che esse scriveranno due tracciati paralleli nel caso che i punti i quali trasmettono loro il movimento si muovano in direzione opposta: come succede per l'appunto in questo caso, dove osserviamo un abbassamento delle pareti addominali contemporaneamente alla diastole delle arterie nell'antibraccio. Nelle

misure che feci con una velocità maggiore del cilindro, osservai che i due fenomeni succedono nel medesimo istante. Le cause di errore in simili determinazioni sono però tali che io non do alcun valore assoluto a questa apparente esattezza.

Quand'anche mancasse questo dato sull'isocronismo del polso arterioso e addominale si sarebbe già inclinati a ritenere che l'abbassarsi dell'addome non dipende da una elevazione delle coste alla regione cardiaca, perchè, come abbiamo detto prima, non era possibile nè coll'ispezione, nè cogli strumenti registratori di rendere in alcun punto visibile l'impulso del cuore alla superficie del torace. Escluso questo primo fattore di una variazione negativa nella pressione del torace, dobbiamo necessariamente pensare che l'abbassamento delle pareti addominali dipenda dalla diminuita pressione che lascia dietro di sè l'ondata sanguigna nell'istante che abbandona la cavità del torace. Perchè non appaia sorprendente che l'impeto con cui esce un'ondata sanguigna cacciata fuori con tutta la forza della sistole cardiaca sia capace di generare un'oscillazione negativa della pressione toracica che tira in alto il diaframma ed abbassa le pareti dell'addome, riferisco nel seguente paragrafo un'osservazione fatta nello stesso tempo sopra il dott. Albertotti, la quale dimostra che nell'istante in cui succede il polso negativo addominale, si produce anche un abbassamento delle coste nella regione sopramammillare, che si trasmette fino allo sterno, su cui era applicato il pneumografo. Questo fatto vale come la controprova della spiegazione da noi data del polso negativo addominale; prova che è tanto più valevole, in quanto che la causa di questa elevazione delle coste non può attribuirsi al sollevamento delle coste vicine, essendo impercettibile l'impulso cardiaco.

§ 8. *Polso del fegato.* — Non è mio intendimento di affrontare praticamente questo difficilissimo tema di patologia, perchè manco assolutamente di ogni dato clinico e non credo che possa presto occuparmi di simile studio. Le contraddizioni in cui caddero osservatori valentissimi trattando il polso

del fegato, mi danno però il coraggio di manifestare il mio parere senza paura di aggiungere confusione in mezzo alla incertezza di cui sono piene le monografie scritte su questo argomento. L'analisi esatta delle cause da cui può dipendere il polso venoso non presenterà più alcuna difficoltà il giorno che i clinici vorranno trarre profitto degli immensi vantaggi che il metodo grafico ci fornisce in simili studi; fino ad oggi però il materiale raccolto non è tale che si possa con esso ricomporre e stabilire il meccanismo col quale si produce tale fenomeno. Non insisterò dunque sulla critica, nè sul valore patognomonico del polso venoso del fegato, mi basta per ora di elevare il dubbio che il polso negativo addominale sia qualche volta stato descritto come polso venoso del fegato. Questo dubbio diviene tanto più grave quando osserviamo la forma insolita che i clinici più valenti attribuirono al polso venoso del fegato.

Ecco come si esprime a tale riguardo il nostro compianto amico, il prof. R o v i d a, nella sua dotta monografia *Intorno al polso delle vene* (1), dove riportò alcuni tracciati presi collo sfigmografo di M a r e y, applicato sulla decima costa lungo la linea ascellare anteriore del lato destro: « Si vede « costantemente il dicrotismo ascendente al principio della « salita, che il più delle volte si manifesta più per un'ascesa « meno rapida, o per una sospensione di salita, che per una « vera discesa. Qualche volta il dicrotismo ascendente è doppio, e rappresenta così nettamente il fenomeno osservato « da S k o d a di due o più sistoli auriculari corrispondenti « ad una sola sistole ventricolare ».

Ogni difficoltà nell'interpretazione di questi tracciati viene rimossa quando avendone uno sott'occhio noi lo capovolgiamo.

L'anadicrotismo attribuito alle supposte contrazioni molteplici delle orecchiette corrispondenti ad una contrazione sola

(1) C. L. R o v i d a. « Del polso delle vene ». Rivista clinica di Bologna, 1871, p. 188. — « Der Venenpuls ». Moleschott's Untersuchungen, 1871, p. 43.

dei ventricoli, il contrasto inconcepibile fra una sistole che si produce lentamente e una diastole improvvisa, infine tutto ciò che vi era di strano, direi quasi di impossibile, in queste curve, diventa logico e naturale appena esse vengono capovolte e si considerano da un altro punto di vista.

Lo sfigmografo di Marey applicato verso la base del torace segnerà colla sua leva un rapido abbassamento della curva appena il diaframma viene tirato in alto dal vuoto che si produce nella cavità del torace quando la sistole caccia fuori con impeto una ondata sanguigna. L'afflusso che dalle vene si fa continuamente verso il cuore riempie nell'istante successivo il vano lasciato dalla sistole nella cavità toracica. La curva del polso sale nuovamente con moto meno rapido verso il livello di prima; ed in questa parte diastolica della curva appaiono le ondulazioni catacrotiche delle grandi arterie contenute nella cavità del torace. Il carattere del polso venoso che fu ritenuto come un segno sicuro dell'insufficienza tricuspidale, cioè l'anadicrotismo nel principio della parte ascendente della curva (parliamo sempre delle curve scritte collo sfigmografo di Marey, non capovolte), questo carattere creduto essenziale nel polso del fegato, che fece supporre l'esistenza di parecchie contrazioni succedentisi nelle orecchiette e nel ventricolo ad ogni sistole cardiaca, è più che probabilmente un artificio poco fisiologico per spiegare un errore nell'interpretazione dei tracciati del polso negativo addominale.

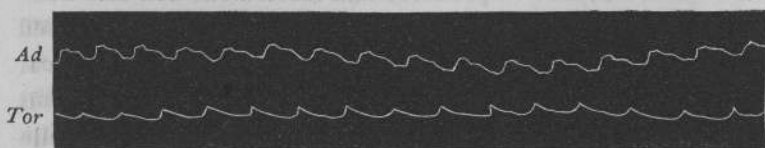
Ma l'impeto con cui esce l'ondata sanguigna dal torace ad ogni sistole cardiaca potrà veramente generare un'aspirazione che basti a sollevare il diaframma e a tirar dietro le pareti stesse dell'addome? La risposta a una tale domanda non può essere che affermativa quando pensiamo alla forza enorme che il cuore dispiega nella sua contrazione e all'impeto con cui il polso arriva nelle arterie più remote del corpo.

§ 9. *Polso negativo toracico.* — La diminuzione della pressione nella cavità del torace nell'istante in cui esce l'ondata sistolica è così rapida che non bastando a ricolmare il vuoto

prodottosi, l'aria che penetra dalla trachea, il sangue che affluisce dalle vene e il sollevarsi del diaframma, si accascia la cavità del torace, ed appare sincrono col polso carotideo un abbassamento delle coste.

I tracciati che ho presi sopra il sig. Albertotti sono assai istruttivi in questo riguardo perchè essi vennero scritti col pneumografo di Marey applicato in prossima vicinanza della regione cardiaca.

Fig. 10.



Polso negativo dell'addome *Ad* e del torace *Tor*, scritti contemporaneamente.

La linea *Tor* rappresenta la curva del torace scritta contemporaneamente al polso addominale *Ad* durante una lunga pausa del respiro. Questi tracciati sono entrambi negativi, perchè scritti tutti due con apparecchi registratori che invertono i movimenti. Infatti il pneumografo di Marey e la leva di Vierordt scrivono una linea ascendente quando il torace o l'addome si abbassano, e viceversa la curva discende quando si eleva l'addome ed aumenta il perimetro della cavità toracica.

Questo accasciamento del torace sincrono col polso delle carotidi cui demmo, per brevità di linguaggio, il nome di *polso negativo toracico* è un fenomeno che osservasi frequentemente nelle persone molto magre anche in corrispondenza del 5 spazio intercostale sinistro. Hamernjk aveva già fatto osservare che questo abbassamento non dipende dalla elevazione delle coste in altro punto del torace dovuto all'impulso cardiaco, perchè il medesimo fenomeno sussiste anche quando l'urto del cuore è debolissimo e quasi impercettibile alla palpazione. Per amore di brevità, non che fare la

critica, mi astengo anche dall'accennare le opinioni prima emesse per dare una spiegazione del polso negativo toracico, e rimando il lettore ai trattati classici di Hamernjk, Skoda, Bamberger, Friedreich, ecc.

§ 10. *Polso negativo delle vene giugulari.* — Quanto venne esposto precedentemente sulla natura del polso negativo credo valga a dispensarmi dalla ripetizione, oramai inutile, di un meccanismo che è troppo semplice per meritare vi si torni sopra ad ogni paragrafo. Quella stessa forza che abbiamo visto essere capace di produrre una rarefazione dell'aria nelle narici, di accasciare il torace, di sollevare il diaframma ed abbassare l'addome, questa forza deve eziandio aspirare il sangue dalle vene che sboccano nella cavità del torace. E così appare evidente la necessità di un polso negativo nelle vene giugulari tutte le volte che uscendo con impeto un'ondata sanguigna dal torace si genera nella cavità del medesimo una pressione negativa. Non è mio intendimento di ingolfarmi nella critica delle numerose ipotesi emesse dai fisiologi e dai clinici per spiegare il polso delle giugulari. Il mio scopo è di mostrare che deve esistere e che realmente esiste anche nello stato fisiologico un polso venoso negativo delle giugulari. Altri che abbia più facile il campo delle indagini cliniche troverà modo di applicare questo principio, e di scerverare colla guida di esperienze analoghe quanto venne falsamente interpretato nello studio delle malattie.

Il polso delle vene giugulari è un fenomeno che trovasi abbastanza frequente anche nelle persone che godono della salute più completa; così che potrei scegliere dalla collezione dei miei tracciati non pochi esempi dove mi riuscì di registrare il polso delle vene giugulari egualmente bene nella donna quanto nell'uomo.

Incomincerò colle osservazioni fatte sopra mia sorella che è una ragazza di 24 anni, la quale fino ad oggi non ebbe a soffrire di alcuna malattia.

Per rendere più facile l'applicazione del timpano a membrana elastica sulla vena giugulare esterna del lato destro,

dove è meglio visibile il polso, le seguenti osservazioni vennero eseguite mentre essa giaceva comodamente in posizione orizzontale nel suo letto col capo leggermente sollevato sui guanciali. Un sostegno snodato permetteva di avvicinare il timpano alla pelle e di regolare a piacimento la pressione del medesimo contro la vena giugulare alla base del collo. Il cardiografo di Marey applicato colla cintola elastica nel punto ove pareva più forte l'impulso del cuore, serviva per scrivere l'istante in cui succedeva la sistole e registrare nello stesso tempo il ritmo dei movimenti respiratorii. Nella linea *Tor* la inspirazione è segnata dalla curva ascendente e viceversa l'espira- zione dalla discendente.

Nella fig. 11 paragonando il trac- ciato *Tor* del torace con quello *Jug* della giugulare vedesi che quest'ul- timo offre un rapido e leggero sol- levamento contemporaneo alla sistole del cuore, cui segue immediatamente una profonda depressione che costi- tuisce il polso negativo della giugu- lare. Darò più tardi delle misure più esatte appena faremo rotare più rapi- damente il cilindro. Si noti frattanto che la curva raggiunge con moto re- pentino la sua maggiore profondità, e che quindi sollevasi più lentamente al livello primitivo con due leggere sinuosità. Le modificazioni che subi- scono nel loro insieme le successive

Fig. 11.



Polso negativo della vena giugulare destra *Jug*, scritto contemporaneamente al polso positivo toracico *Tor* coi movimenti della respirazione.

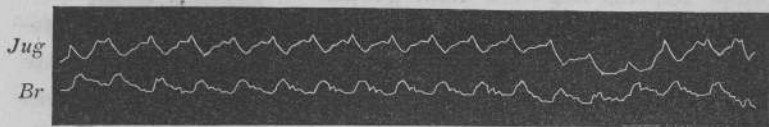
pulsazioni della giugulare per opera dei movimenti respiratorii corrispondono esattamente a quanto potevasi supporre *a priori*.

Quando la sistole del cuore si produce nel principio di una inspirazione, la punta corrispondente del tracciato del polso venoso è meno alta e diventa più profonda la parte discendente successiva: quindi, continuando l'inspirazione, la vena non può più rigonfiarsi come prima, perchè la pressione negativa aspira verso il torace il sangue contenuto nella medesima; e l'ultima parte della curva che primaolgevasi in alto decorre quasi parallela all'ascissa. Nella seconda pulsazione, persistendo la pressione negativa dell'atto inspiratorio, la curva scenderà ancora più in basso. In questo caso, ove sopraggiunga l'espiazione, il sangue che penetra più difficilmente nella cavità toracica, dilata la vena del collo e la curva sollevasi rapidamente al livello primitivo.

Nell'ultima parte del tracciato venne sospeso il respiro mentre stava per incominciare il movimento della espiazione. Le oscillazioni persistono per qualche istante ad essere piccole e divengono successivamente sempre più grandi, come se poco per volta si stabilisse una lenta espiazione che metta ostacolo allo sgorgarsi delle vene giugulari.

In una serie di esperienze paragonai il polso negativo della giugulare interna col polso dell'antibraccio. Mi servii a tale scopo dell'idrosfigmografo applicato al lato destro.

Fig. 12.



Jug. Polso negativo della giugulare destra, scritto nello stesso tempo col polso *Br* dell'antibraccio per mezzo dell'idrosfigmografo.

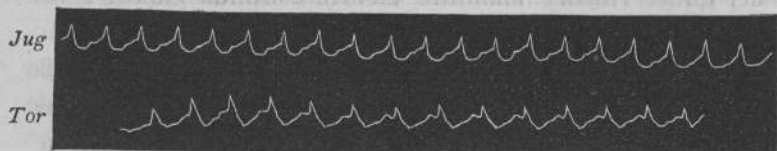
La fig. 12, dove le due penne si trovano esattamente l'una sotto l'altra, mostra che il polso dell'antibraccio comparisce alquanto più tardi di quello delle vene giugulari.

§ 11. *Paragone del polso negativo giugulare col polso negativo toracico.* — Una prova non meno convincente che la dottrina da me svolta intorno alla natura del polso negativo è l'espressione reale dei fatti, sta nella profonda rassomiglianza, direi quasi, nella identità completa che mostrano i tracciati del polso negativo presi in varie parti del corpo.

Pensando al meccanismo con cui si produce il polso negativo e alle resistenze più o meno grandi che egli deve incontrare quando si trasmette alle narici, al torace, alle giugulari, al diaframma e all'addome, non si può inferirne la necessità di una rassomiglianza completa; ma se questa esiste di fatto sarà un argomento irrefragabile per affermare l'origine comune di questo fenomeno.

Dei molti esempi che potrei riferire in tale riguardo ne sceglierò uno solo, preso scrivendo il polso negativo del torace al quinto spazio intercostale sinistro sopra il signor Robutti, che, come si vede dalla seguente figura, è del tutto identico nell'aspetto al polso negativo della giugulare che ho scritto sopra di lui nel giorno successivo (fig. 13).

Fig. 13.



Paragone del polso negativo giugulare *Jug*, col negativo toracico *Tor*.

Questa rassomiglianza profondissima che confonde due tracciati scritti l'uno dalla giugulare e l'altro dal torace, ci mette sulla via di risolvere una questione non meno importante pel fisiologo, che pel clinico, questa cioè, che i movimenti dell'orecchietta e del ventricolo destro non hanno sul polso della giugulare nello stato fisiologico l'importanza che loro si era attribuita.

Se noi lasciamo per un istante di considerare il polso giugulare come una forma negativa del polso delle arterie che

escono dalla cavità del torace, vediamo che queste esperienze confermano l'asserzione di Ceradini, il quale nel suo pregevolissimo lavoro intorno alla *Scoperta della circolazione del sangue* (Annali universali di medicina, 1876, pag. 148) diceva: « Le vene pulsano per semplice *ristagno del sangue* « senza rigurgito ad ogni aumento delle resistenze che questo « liquido incontra al suo avanzamento verso il cuore; e si con- « traggono per conseguenza ad ogni diminuzione di queste « medesime resistenze ».

§ 12. *Misura del tempo che intercede fra il polso negativo della giugulare e quello positivo della carotide.* — Per conoscere con maggior esattezza il rapporto che esiste fra il polso della carotide e quello della giugulare, dovetti imprimere un movimento più rapido al cilindro. Ragionando meco stesso prima di fare questa esperienza, parevami che una rapida elevazione del polso giugulare dovesse precedere di alquanto la pulsazione delle carotidi; e ciò per due ragioni: primieramente, perchè, come notò Ceradini nella sua memoria *Intorno alla meccanica del cuore*, « nel primo tempuscolo della sistole del cuore il volume del sangue arterioso « del torace rimane immutato, mentre continua l'afflusso venoso all'atrio destro. Deve quindi in questo istante il volume « totale del sangue aumentare nel torace invece che diminuire: epperò il primo tempuscolo della contrazione dei ven- « tricoli sarà accompagnato da una diminuzione di volume « dei polmoni, da una lieve espirazione, che è il prodotto « esclusivo dell'afflusso venoso » (1).

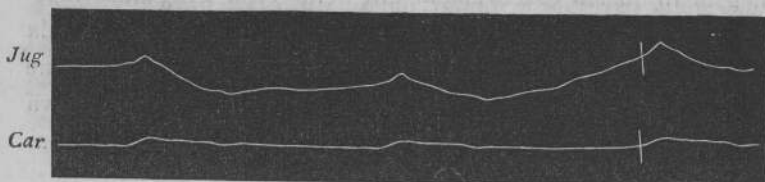
In secondo luogo, perchè nell'istante in cui l'ondata sanguigna esce dalle carotidi deve imprimere una scossa alle parti circostanti e trasmettere un leggero movimento anche alle pareti della giugulare. Fenomeno questo che tutti hanno potuto constatare al collo, quando si tratta di un forte polso carotideo.

(1) Opera citata, p. 640.

Lasciamo ora in disparte ogni discussione preventiva e vediamo cosa potremo constatare nelle misure fatte in tale riguardo.

Trovandosi mia sorella coricata, come nelle esperienze precedenti, fo poggiare leggermente un timpano sulla vena giugulare esterna destra, verso la base del collo, ed un altro timpano sulla carotide sinistra nella parte superiore al lato interno del muscolo sternocleidomastoideo: quindi assicuratommi che sono esattamente eguali in lunghezza i tubi che mettono in comunicazione i timpani registratori, scrivo il tracciato seguente.

Fig. 14.



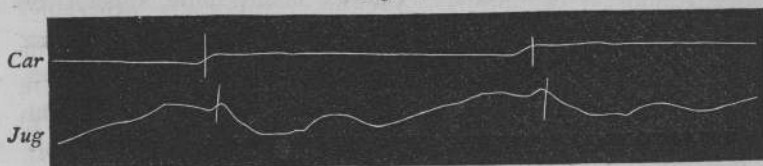
Polso negativo della giugulare *Jug*, paragonato a quello positivo della carotide *Car*.

Per dare maggior peso alle misure di cui stiamo ora occupandoci, credo opportuno di riferire ancora un altro esempio di questa esperienza, ove sono meglio distinti alcuni particolari che possono riuscire interessanti nello studio ulteriore della meccanica del cuore.

Il signor Silva, studente di medicina, si prestò gentilmente per questa osservazione che feci collo stesso metodo sopra indicato. — Siccome in lui il polso della giugulare era debolissimo, ebbi l'avvertenza di spalmare la superficie del bottone di sughero messo sul timpano con una sostanza molto attaccaticcia, come cerotto di diachilon. In questo modo la membrana elastica aderiva tenacemente alla pelle, e seguendola in tutti i suoi movimenti, dava un tracciato discreto di pulsazioni così piccole che appena erano discernibili coll'occhio. Nella presente figura il timpano venoso era applicato a destra sulla giugulare esterna verso la metà del collo, e

l'altro timpano sulla carotide esterna del medesimo lato sotto la mandibola (fig. 15).

Fig. 15.



Polso della carotide *Car*, paragonato al polso della vena giugulare del medesimo lato *Jug*.

La misura esatta del tempo fatta col diapason mostra meglio in questa osservazione che nella vena giugulare incomincia a manifestarsi l'elevazione alquanto prima che nella carotide. — La differenza è minore di $\frac{1}{100}''$. — La elevazione della giugulare dura 3 centesimi di secondo, e quindi la curva si abbassa rapidamente nell'istante in cui il polso della carotide raggiunge la sua maggior energia.

Per quanto sia ragionevole l'affermazione di Ceradini, pare che la piccola elevazione nella curva giugulare si debba piuttosto attribuire all'impulso che viene trasmesso dalla sottostante carotide, anzichè all'aumento di volume del sangue nel torace durante il primo tempuscolo della sistole cardiaca. — La piccolissima precessione del polso venoso potrebbe in parte venire spiegata dal fatto che il timpano carotideo era situato in un punto più lontano dal torace.

Qualunque sia la causa di questa leggera elevazione, rimane incontrastato ed evidente il fatto che, nel momento in cui l'ondata sanguigna esce con impeto dalla cavità del torace, si produce un vano nella medesima, che, aspirando il sangue dalle vene giugulari, vi produce in esse il fenomeno che abbiamo distinto col nome di polso negativo.

PARTE SECONDA.

Sui rapporti della respirazione addominale e toracica nell'uomo.

§ 1. *Metodo delle ricerche.* — Nella prima parte di questo lavoro abbiamo studiato i mutamenti dei tracciati respiratori che dipendono dal cuore. Queste indagini preliminari erano necessarie, perchè il polso negativo modifica profondamente le curve della respirazione addominale e toracica. — Per isolare tale fenomeno dagli altri movimenti con cui può associarsi, dovemmo sospendere per un istante il respiro; ora che sappiamo a cosa sono dovute le pulsazioni e le dentature che si osservano nei tracciati della respirazione, lasciando in posto i medesimi strumenti registratori, incominceremo a respirare liberamente per conoscere in che rapporto stanno fra loro i movimenti dei muscoli toracici e del diaframma.

Per eliminare l'influenza profondissima che la volontà esercita sul ritmo e sul meccanismo dei movimenti respiratori, mi appigliai al partito di eseguire tali ricerche nel sonno. — La novità dei risultati che ottenni, spero, varrà a dimostrare l'importanza di questo metodo. Tutte le persone su cui ho fatto le mie esperienze sui movimenti della respirazione giacevano in posizione orizzontale, distese comodamente sopra un materasso colla testa alquanto sollevata da un guanciale. — Per registrare i movimenti della respirazione toracica mi servii del pneumografo di Marey (1). Questo strumento consta,

(1) « Travaux du laboratoire de M. Marey ». II^e année, 1876, p. 149.

come si sa, di un timpano a membrana elastica, che si fissa per mezzo di una cintola inestensibile intorno al torace. Ad ogni inspirazione si produce una trazione sulla membrana, che, dilatando l'aria contenuta nel timpano toracico, fa abbassare la membrana e quindi anche la leva del timpano registratore, che scrive una curva inversa a quella del movimento toracico.

Lo sfigmografo del Vierordt, che adoperammo già per scrivere il polso negativo dell'addome, serve egregiamente e meglio di qualsiasi altro pneumografo per scrivere i movimenti della respirazione addominale, tanto più che con esso abbiamo il modo di graduare molto facilmente l'ampiezza dei tracciati e di conoscerne, volendolo, il valore assoluto. Quando nei tracciati non sono indicati i punti di ritrovo, si intende che le due penne stavano esattamente sulla medesima linea verticale.

La temperatura molto elevata che provammo negli scorsi mesi di luglio e agosto, mentre si eseguivano le presenti indagini, favorì non poco l'esatta applicazione degli strumenti intorno al torace e sull'addome: perchè, grazia alla gentilezza degli amici e delle persone che vollero aiutarmi in questa serie di osservazioni, potei sempre applicarli direttamente sulla pelle e levare ogni ostacolo ai movimenti della cavità addominale e toracica.

Nell'affrontare lo studio del ritmo, della forma e dei rapporti che hanno fra loro i movimenti della respirazione, sento il bisogno di ricordare come non si conoscano fino ad oggi le cause delle modificazioni che noi verremo presto osservando nei tracciati respiratori.

La fisiologia non ha fatto che pochi passi in questo campo di ricerche quasi del tutto inesplorato, e fino a che i movimenti respiratori non saranno conosciuti in tutte le loro modalità, credo infruttuoso ogni tentativo per conoscere le leggi che li governano. Faccio sul bel principio questa dichiarazione, senza paura di scoraggiare il lettore, per accennare la necessità di limitare per ora le nostre osservazioni al modo e

alle condizioni con cui si estrinsecano i movimenti del respiro — e lo faccio per essere scusato, se nella mancanza di un nesso logico per classificare e concatenare fra di loro le osservazioni, seguirò nell'esposizione delle mie esperienze l'ordine stesso con cui le eseguii. Questo metodo nel mentre mi procura il vantaggio di poter svolgere con minore fatica la tela del mio lavoro, dà al lettore l'occasione che talora può riuscire gradita di seguire da vicino l'origine e il decorso di uno studio sperimentale.

§ 2. *Mutamenti della respirazione nel sonno.* — Ecco le prime domande che mi sono fatto quando incominciai le mie indagini: 1° Quali modificazioni subiscono nel sonno la forma, il ritmo e la profondità dei movimenti respiratorii? 2° Quali sono le variazioni che succedono nei rapporti della respirazione addominale e toracica?

Vediamo ora la risposta che ottenni dalla prima esperienza, fatta il 7 luglio.

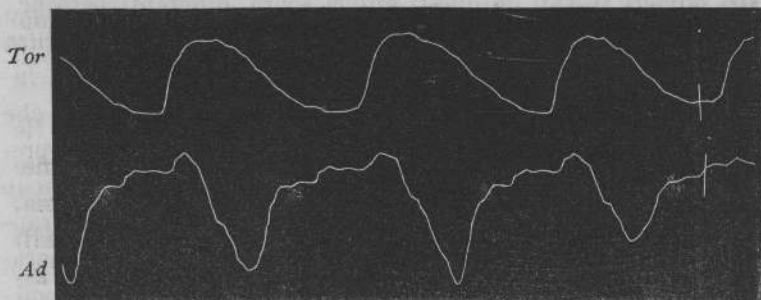
Caudana Agostino, che è un giovane robusto sui 25 anni, sopra il quale avevo già eseguito altre esperienze intorno alla fisiologia del sonno, essendo disposto a dormire, si pose a giacere comodamente in posizione supina. Sullo sterno, per mezzo di un nastro che cingeva il torace, passando sopra le due mammelle, vi legai un pneumografo di Marey che scriveva la respirazione toracica. Per registrare i movimenti diaframmatici feci poggiare sulla linea alba presso l'ombellico il bottone di un timpano portato da un sostegno a snodo, come fece già P. Bert per raccogliere i movimenti del torace (1). Questo metodo ci dà un'immagine fedele dei movimenti addominali, perchè, abbassandosi il diaframma, vengono spinte le pareti dell'addome contro il bottone del timpano ricevitore e per la trasmissione dell'aria elevandosi la membrana e la leva del timpano registratore, si ottiene un tracciato nella

(1) P. Bert. « Leçons sur la physiologie comparée de la respiration ». Paris, 1870, p. 209.

stessa direzione di quello dell'addome. — Il pneumografo di Marey dà invece, come sappiamo, delle curve rovesciate.

Delle molte osservazioni che feci in questa prima seduta notturna darò per brevità un solo tracciato. Dopo 25 minuti che Caudana dormiva profondamente, scrivo la fig. 16.

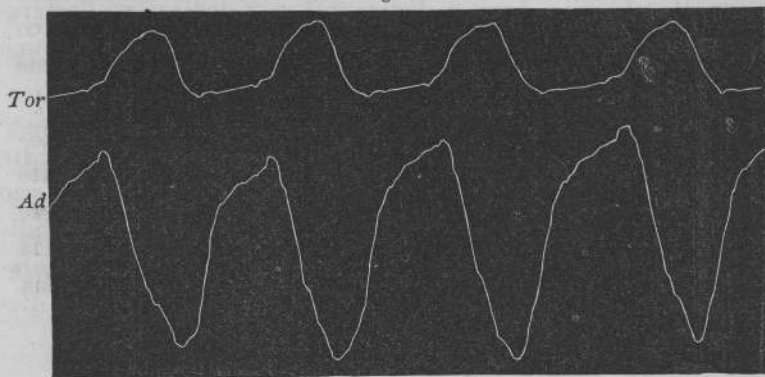
Fig. 16.



SONNO — Respirazione toracica *Tor* scritta col pneumografo — *Ad* respirazione addominale presa simultaneamente con un timpano che poggia per mezzo del suo bottone sulla pelle in vicinanza dell'ombellico. — Quest'ultimo tracciato rappresenta il movimento come esso fu in realtà — il primo *Tor* ci dà invece una immagine rovesciata.

Quindi lo chiamo forte per nome, in modo da svegliarlo. Egli si desta senza fare alcun movimento, tranne quello degli occhi che tiene aperti. Frattanto continua a scriversi sul cilindro la fig. 17.

Fig. 17.



VEGLIA — Continuazione del tracciato precedente. *Tor* respirazione toracica — *Ad* addominale.

Esaminiamo ora queste due parti del medesimo tracciato.

§ 3. *Inversione nella durata del movimento inspiratorio ed espiratorio.* — Dalle tabelle che Vierordt e Ludwig (1) pubblicarono nella loro interessante memoria *Sulla dottrina dei movimenti respiratori*, risulta che l'inspirazione nello stato normale è più breve dell'espirazione. La variabilità somma dei numeri trovati da questi autori sopra differenti persone, se non ci permette di dare troppa importanza ad una cifra che segni il valore medio delle loro osservazioni, lascia in contrasto il fatto già enunciato prima da altri fisiologi, che cioè la inspirazione dura meno dell'espirazione. Ora le presenti ricerche intorno alla respirazione dimostrano in modo evidente che può succedere una inversione completa nel rapporto dei movimenti inspiratorii ed espiratorii. Infatti paragonando fra di loro le curve delle fig. 16 e 17, si scorge facilmente che vi è una opposizione nella durata delle fasi respiratorie quando passiamo dal sonno alla veglia.

Se per ottenere una misura più esatta dividiamo in 12 parti eguali il tempo di una rivoluzione respiratoria toracica, noi troviamo che nel sonno 10 appartengono all'inspirazione e 2 sole all'espirazione e che pel contrario nella veglia 2 sole appartengono all'inspirazione e 10 all'espirazione.

La variazione che si produce nella curva addominale è meno profonda. Infatti l'elevazione inspiratoria delle pareti addominali nel sonno dura 9 dodicesimi e 3 dodicesimi l'espirazione — mentre nella veglia dura 8 dodicesimi l'inspirazione e 4 dodicesimi l'espirazione.

§ 4. *Interferenze dei movimenti addominali e toracici.* — Dopo aver detto nel precedente paragrafo, che le curve scritte dall'addome e dal torace non variano nello stesso rapporto per riguardo al tempo, ne viene di necessità che si stabiliscano delle interferenze nel decorso dei due tracciati ondulatorii. Questa mancanza di parallelismo nei movimenti del dia-

(1) Opera citata, p. 259.

framma e del torace che noi osservammo per la prima volta nell'uomo è un fatto degno della nostra attenzione.

Paragonando le figure 16 e 17, si trova che nella veglia incominciano contemporaneamente l'inspirazione addominale e la toracica, mentre che nel sonno l'espiazione diaframmatica si compie nel principio dell'inspirazione toracica.

L'inspirazione addominale appare adunque con un ritardo eguale a quello che impiega la precedente espiazione per eseguirsi. E di necessità l'espiazione toracica si eseguisce mentre l'addome persiste nell'inspirazione.

Passando in rivista la collezione dei tracciati che ho raccolto nelle mie indagini sulla respirazione, trovo che solo 3 persone presentarono nel sonno una inversione, direi, quasi completa nella durata dell'inspirazione e dell'espiazione, per cui, rimanendo invariata la lunghezza del periodo respiratorio, quest'ultima impiega lo stesso tempo per compiersi che aveva impiegato prima nella veglia l'inspirazione, e viceversa.

I tracciati di uno di questi casi furono già pubblicati nelle indagini *Sui movimenti del cervello di un idiota epilettico* (1) che stampai insieme al Dott. Albertotti, dove la fig. 4, tav. I, ci dà un esempio della brevità, con cui può eseguirsi l'espiazione in confronto della durata relativamente assai lunga dell'inspirazione.

Le conoscenze intorno alla fisiologia dei centri nervosi da cui dipendono i movimenti respiratorii sono pur troppo così scarse, che non abbiamo il coraggio di allontanarci troppo nella ricerca delle cause da cui dipende questa interferenza, perchè temiamo che dovremmo tosto ingolfarci nel mare delle ipotesi. Per ora ci teniamo paghi di accennare nudamente i fatti da noi osservati, i quali accennano ad una indipendenza funzionale dei centri nervosi che dirigono i movimenti del diaframma e del torace. Le osservazioni che esporremo in

(1) « Osservazioni sui movimenti del cervello di un idiota epilettico », raccolte dal Dott. G. Albertotti e dal Prof. A. Mosso. Torino 1878.

altra parte di questo lavoro intorno all'influenza del ricambio dei gas nel sangue, ci permetteranno forse di affrontare più direttamente un problema che è certo uno dei più ardui della fisiologia.

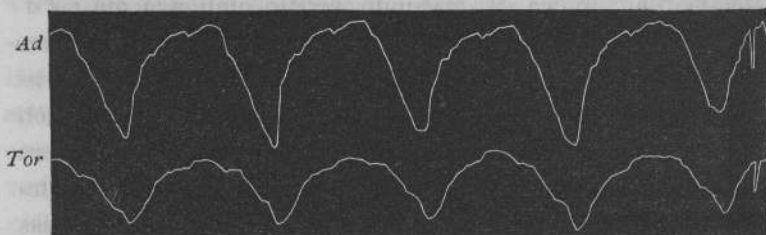
Un fatto non meno interessante e su cui avremo presto occasione di ritornare con esperienze più evidenti è la compensazione che vediamo stabilirsi fra i movimenti del torace e del diaframma quando quest'ultimo diviene meno attivo. Nel signor Caudana troviamo infatti che, passando dal sonno alla veglia, succede una diminuzione nell'ampiezza dei movimenti toracici ed un aumento in quelli dell'addome. A questo fenomeno, che vedremo essere normale nella fisiologia del sonno, abbiamo dato per brevità il nome di « *alternazione dei movimenti respiratori* ». Non ci arrestiamo per ora sopra questa distinzione, su cui ritorneremo più tardi, perchè riteniamo anzitutto necessario di acquistare un'idea della somma variabilità che presentano i fenomeni respiratorii studiati su varie persone che si trovano apparentemente in condizioni eguali.

§ 5. *Osservazioni fatte nel sonno.* — Una delle questioni principali che io mi ero proposto essendo quella di stabilire con esattezza il momento in cui cominciano e finiscono le fasi inspiratorie ed espiratorie del torace e del diaframma, pensai che era meglio di abbandonare l'uso del timpano applicato contro la superficie dell'addome, perchè non sorgesse il dubbio, nel caso di forti movimenti, che la pelle non rimanesse più in contatto col bottone del timpano. Fu così che fino dalla seconda esperienza io feci uso dello sfigmografo di Vierordt per scrivere i movimenti respiratorii dell'addome. Sebbene sia uno strumento meno maneggevole dei timpani coniugati, si vedrà tosto all'opera i vantaggi incontrastabili che esso offre per simili indagini.

Il dottor Albertotti mi porse occasione di prendere sopra di lui i seguenti tracciati nel pomeriggio del giorno 17 luglio. — Adagiatosi supino sopra di un materasso che avevo messo su di un tavolo, gli strinsi intorno al torace il pneumografo

di Marey in modo che la lamina di acciaio combaciasse collo sterno. Quindi abbassai lo sfigmografo di Vierordt che avevo prima fissato solidamente sul margine del tavolo, e disposi il braccio più corto della leva, per modo che la pallottola di metallo che serve di contrappeso si affondasse leggermente nell'infossatura del bellico. Verso le ore 3,40, mentre egli stava profondamente tranquillo cogli occhi socchiusi, ma senza dormire, scrivo il tracciato seguente.

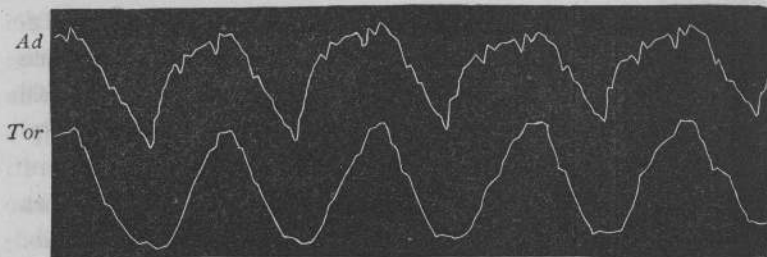
Fig. 18.



VEGLIA — Respirazione addominale *Ad* scritta colla leva di Vierordt, contemporaneamente alla respirazione toracica *Tor* scritta col pneumografo di Marey. Entrambi i tracciati danno un'immagine rovesciata dei movimenti respiratorii. Le curve cioè si abbassano nell'inspirazione e si elevano nell'espiazione.

Cinque minuti più tardi gli cadde dalle mani un foglio senza che desse segno di accorgersene. — La modificazione del respiro era divenuta così evidente che un minuto prima io aveva già segnato sul cilindro che egli dormiva. Alle 3,47 scrivo il seguente tracciato.

Fig. 19.



SONNO — Continuazione del tracciato precedente, scritto 7 minuti dopo, mentre il Dott. Albertotti dormiva.

Un minuto dopo egli russa leggermente. Il rumore si accresce successivamente, finchè d'un tratto interrompe il russare e volta il capo sul guanciale. La respirazione diviene allora più profonda. — Egli continua a dormire per un'altra mezz'ora, finchè si sveglia spontaneamente.

Di qui innanzi, per indicare che tutti due gli apparecchi registratori adoperati scrivono una linea che si abbassa nella inspirazione e si eleva nell'espiazione successiva, dirò semplicemente che i tracciati o le curve sono rovesciate. *Ad* indica il tracciato scritto dall'addome, *Tor* quello del torace. Ancora qui, come nell'osservazione precedente, vediamo che le modificazioni più forti appaiono nel tracciato della respirazione toracica. Cosicchè, mentre nella veglia la curva delle due fasi respiratorie descrive un arco di cerchio di 190° , nella figura 19 descrive durante il sonno i due lati del triangolo isoscele che ha per base l'ascissa del periodo respiratorio. Per quanto questa variante si imponga all'occhio, dobbiamo confessare che non ci è possibile di ricondurla al tipo che abbiamo osservato prima nel signor Caudana.

Mentre ho sott'occhio tutta la serie dei tracciati scritti alternativamente ad ogni minuto, mi accorgo che il polso negativo addominale divenne successivamente sempre più forte a misura che il sonno diveniva più profondo.

Alle 3,47, come lo indica la fig. 19, si produce un dicrotismo assai manifesto nel polso negativo addominale — che quasi scompare quando sveglio il dott. Albertotti.

Eliminato il dubbio che questa variazione nella forma del polso addominale dipenda da qualche difetto nell'applicazione dell'apparecchio registratore — si affacciano subito alla mente due supposizioni: o la sistole del cuore divenne più forte, o è il tono del muscolo diaframmatico e delle pareti addominali che, essendo diminuito, lascia che si trasmettano più facilmente i cambiamenti di volume del cuore e dell'aorta.

Altre esperienze che ho fatto sulle variazioni del polso nel sonno mi inducono ad accettare questa seconda supposizione e a ritenere l'aumento del polso negativo addominale, come l'espressione di un rilassamento dei muscoli delle pareti addominali e dello stesso diaframma.

§ 6. *Respirazione di Cheyne-Stokes nel sonno.* — La prima volta che mi avvenne di osservare in condizioni fisiologiche la modificazione del respiro che si descrive dai patologi col nome di Cheyne-Stokes, fu studiando il respiro di un animale ibernante, il *Myoxus avellarius* di Linneo. — Tenendo l'anno scorso uno di questi nocciolini nella mia camera, m'accorsi che nell'inverno presentò ripetutamente il fenomeno di Cheyne-Stokes nel modo il più caratteristico. Aggomitolatosi sopra se stesso, egli rimaneva immobile per delle intere giornate immerso in un profondo letargo, e non si svegliava, se non mettendo la gabbia nell'interno della mia stanza ad una temperatura che oscillava fra i 10° e i 16° c. Per dare un'idea delle prime osservazioni che ho fatto in questo proposito, tolgo un frammento dal giornale delle mie osservazioni.

9 dicembre 1876, ore 1,30 pom. Temperatura della stanza 17°,4. Il nocciolino è svegliato, ma cogli occhi semichiusi. Si muove spesso e si rivolta come se cercasse di adagiarsi meglio sulla stoppa. Fa 44 o 45 respirazioni ogni 15".

Ore 6,30 pom. Temp. 13°,4. Sempre irrequieto. Respira colla stessa frequenza di prima. — Ore 11,45 pom. Respirazione regolare, 34 o 35 in 15".

10 dicembre, ore 9,30 antim. Temp. 9°,8. Il nocciolino è profondamente addormentato. La respirazione si fa come nelle notti precedenti a periodi di 2 o 3, 4 o 5 respirazioni, seguiti da pause relativamente assai lunghe. Così, ad esempio, dopo 2 respirazioni fatte colla frequenza normale, il torace rimane 12" completamente immobile, poi fa 4 respirazioni, e poscia succede una pausa di 16", poi nuovamente 4 e quindi 16" di riposo, e così continua per parecchi minuti con variazioni del tutto irrilevanti.

Il fenomeno di Cheyne-Stokes non era ancora stato descritto,

per quanto io mi sappia, come un fenomeno che può presentarsi nell'uomo in condizioni del tutto fisiologiche; perciò credo non riusciranno affatto privi di interesse i tracciati da me raccolti nello studio del sonno. — Continuando le osservazioni fatte sopra il dott. Albertotti nel paragrafo precedente, trovai che, approfondendosi il sonno, si manifestò gradatamente una differenza nell'aspetto delle singole curve respiratorie, per cui si stabilirono dei periodi in cui divenne successivamente maggiore o minore la loro profondità. Mi duole che la ristrettezza dello spazio non permetta di riportare tutta intera una serie di queste trasformazioni del respiro, quantunque la metà di un tracciato basti per farci riconoscere il tipo caratteristico del fenomeno che Cheyne descrisse per la prima volta nel 1816 in un ammalato apoplettico.

Il tracciato 20 comincia nell'istante in cui i movimenti respiratori avevano raggiunto la loro maggiore intensità. Noi vediamo che essi vanno successivamente diminuendo di energia, finchè la respirazione pare

Fig. 20.



Respirazione di Cheyne-Stokes osservata nel Dott. Albertotti durante il sonno. — *Ad* rappresenta il tracciato addominale — *Tor* quello del torace; entrambi sono rovesciati.

*Ad**Tor*

del tutto sospesa; allora ricompare un debole movimento, quindi ne segue un secondo, che non vi è più nella fig. 20. poi un terzo più forte, e così crescendo gradatamente, si riproduce una scala di respirazioni sempre più energiche esattamente simmetrica a questa che noi abbiamo riferito.

Mi basta per ora di aver mostrato questo fenomeno, e desidero di presentarne altri esempi prima di pronunciarmi intorno al suo valore.

§ 7. *Pausa dopo l'espiazione.* — Vierordt e G. Ludwig nella loro interessante *Contribuzione alla dottrina dei movimenti respiratori* (1) avevano diviso ciascuna respirazione in 4 tempi, cioè: 1° tempo dell'inspirazione; 2° pausa; 3° tempo dell'espiazione; 4° pausa della espiazione. — Nel dottor Albertotti e nel signor Caudana, di cui abbiamo riferito alcuni tracciati, non mi riuscì mai, per quanto siano numerose le osservazioni che ho fatto sopra di loro, di notare nella veglia una pausa della respirazione. Mi capitò invece di registrare anche in loro delle pause lunghissime dopo l'espiazione, quando, stabilitasi la respirazione di Cheyne-Stokes, andava periodicamente diminuendo l'energia dei movimenti respiratori. In queste condizioni mi avvenne di osservare nel signor Caudana, mentre dormiva profondamente, una quasi completa immobilità del torace e dell'addome, che durò 18 ed anche 20 secondi. Presento ora i tracciati di un'altra persona, che hanno un aspetto affatto differente dai primi.

Il signor Roth, studente di medicina, è un giovane robusto sui 20 anni, al quale sono in dovere di attestare la mia riconoscenza per l'aiuto prestatomi in queste ed altre esperienze.

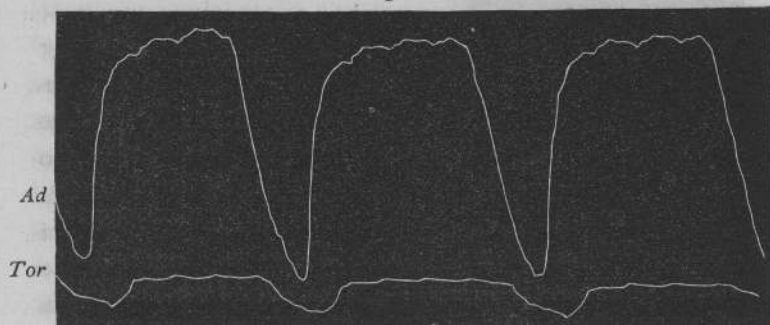
Sopra di lui è visibilissima nella veglia l'esistenza di una pausa prolungata dopo l'espiazione. Facendogli eseguire mentalmente dei calcoli difficili, ho visto le pause della respirazione acquistare una lunghezza veramente straordinaria. Per dare qualche esempio, dirò che durante un minuto, in cui

(1) Opera citata, p. 261.

moltiplicò a memoria 748×16 , eseguì solo 7 respirazioni, di cui la seconda pausa espiratoria si prolungò per 18 secondi.

Nella necessità di dover limitare quanto più è possibile il numero dei tracciati, sceglierò, fra le molte osservazioni che devo alla gentilezza del signor Roth, alcuni frammenti ottenuti nel pomeriggio del 22 luglio.

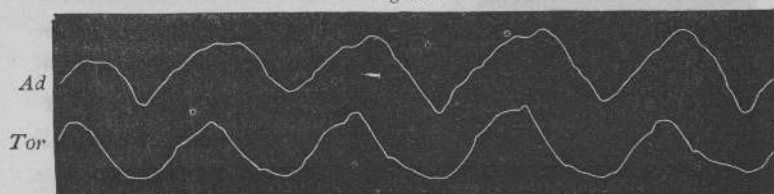
Fig. 21.



VEGLIA — Respirazione addominale e toracica nel sig. Roth, mentre esso è profondamente tranquillo. Nell'inspirazione le curve si abbassano, e si elevano nell'espirazione.

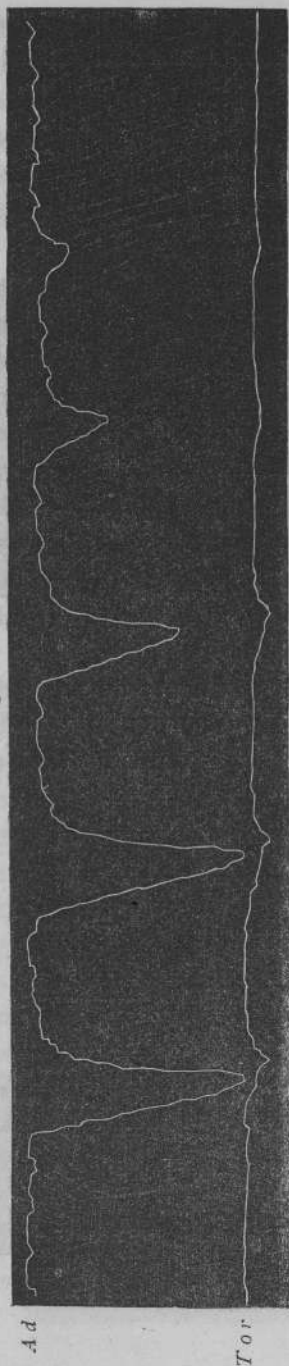
La fig. 21 rappresenta la respirazione del signor Roth mentre esso è profondamente tranquillo. Questo tipo si conserva inalterato per quasi cinque minuti, mentre esso pare distratto e tiene gli occhi socchiusi. Poscia la respirazione diviene gradatamente più frequente. Diminuisce la profondità delle escursioni addominali ed aumenta gradatamente l'ampiezza dei movimenti respiratori toracici. Giudicando dall'aspetto esterno si direbbe che dorme. La respirazione diventa frattanto sempre

Fig. 22.



SONNO — Continuazione del tracciato precedente, scritto 20 minuti dopo, mentre il signor Roth dormiva.

Fig. 23.



Metà di un periodo della respirazione di Cheyne-Stokes, osservato nel sig. Roth durante il sonno. — *Ad* rappresenta il tracciato addominale — *Tor* quello del torace. Entrambi sono rovesciati.

più rapida, finchè, dopo circa 20 minuti, è due volte più frequente di prima (fig. 22). La respirazione addominale che in principio era debolissima, prese ora il sopravvento e supera in energia l'addominale; il tipo si avvicina a quello del sonno.

Dopo scritta questa figura trascorrono 5 minuti e poscia il signor Roth fa alcuni movimenti colla bocca, come se accennasse a svegliarsi. La respirazione, che poco prima erasi già modificata in modo visibile, si avvicina rapidamente al tipo della fig. 21, che osservammo essere proprio della veglia — 8 minuti più tardi, mentre esso è profondamente addormentato, cominciano ad accennarsi i periodi della respirazione di Cheyne-Stokes, che divengono in pochi minuti sempre più spiccati, finchè prendono l'aspetto indicato dalla fig. 23.

Anche qui per mancanza di spazio non possiamo riportare che la metà di un periodo nella parte decrescente.

§ 8. *Teoria di Traube e di Filehne sulla respirazione di Cheyne-Stokes.* — I clinici ci avevano già mo-

strato come la respirazione di Cheyne-Stokes si presenti nelle malattie le più disparate, come ad esempio nella degenerazione grassa del cuore, nei vizii valvolari, nelle affezioni delle meningi e del cervello. Le spiegazioni che si diedero di questo fenomeno non sono però fino ad ora sostenute da argomenti abbastanza validi per affidarsi completamente alle medesime.

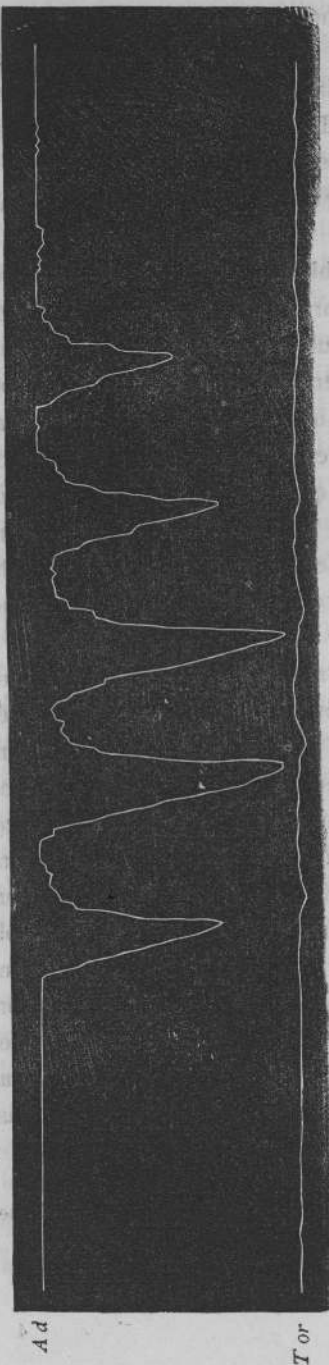
Secondo Traube (1) esisterebbe una diminuzione tale nell'eccitabilità del centro respiratorio che il nostro organismo, reso meno sensibile per lo stimolo dell'acido carbonico, può anche rimanere alcuni istanti senza rinnovare l'aria nei polmoni. Ben presto però si accumula tanta copia di acido carbonico nel sangue che vengono eccitate prima le terminazioni nervose del vago nel polmone, e poscia i nervi sensibili del corpo intero, che ridestano alla loro volta il centro respiratorio il quale produce una serie di inspirazioni dispnoiche. Eliminato l'eccesso di acido carbonico ricomincia una seconda pausa.

Questa teoria venne impugnata da Filehne (2) con una serie notevole di esperienze in cui per mezzo di azioni meccaniche, dei narcotici e degli anestetici riuscì a produrre la respirazione di Cheyne-Stokes negli animali. La diminuzione dell'eccitabilità del centro respiratorio benchè necessaria non è per Filehne la sola causa di questo fenomeno, ma secondo lui bisogna eziandio che il centro respiratorio diventi meno eccitabile del centro vasomotorio. Una volta sospesi i movimenti respiratori il sangue venoso dell'ammalato, dice Filehne, diventa sempre più venoso: e siccome l'eccitabilità del centro respiratorio è diminuita, continuerà la pausa senza che tale stimolo ridesti la respirazione. Il sangue diviene sempre più venoso finchè eccita il centro vaso-

(1) Traube. « Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie ». Berlin 1871.

(2) W. Filehne. « Das Cheyne-Stokes'sche Athmungs-Phänomen ». Berliner klinische Wochenschrift, 1874, pag. 152.

Fig. 24.



Respirazione di Cheyne-Stokes, osservata nel sig. A. Ruffini, durante il sonno normale.

motore: ne segue una contrazione delle arterie di tutto il corpo, e un restringimento anche dei vasi del centro respiratorio. La diminuzione prodotta questa volta nell'afflusso del sangue all'apparato respiratorio rinforza per modo l'azione del sangue venoso, che il centro della respirazione, per quanto difficile ad eccitarsi, riprende nuovamente le sue funzioni.

Questo cenno delle due più importanti teorie emesse sulla genesi della respirazione di Cheyne-Stokes lasciano travedere abbastanza chiaramente come si tratti qui di semplici ipotesi che aspettano l'appoggio di nuovi fatti più concludenti. Io mi occupai, e sono tuttora intento ad appurare le cause da cui dipende questa variazione del respiro; la facilità di poter osservare la respirazione di Cheyne-Stokes nel sonno e l'uso del mio pletismografo spero mi permetteranno di giungere presto a qualche utile risultato. Il metodo di cui mi servo in queste indagini consiste nel modificare la composizione dell'aria che si respira nel sonno; però la difficoltà di preparare

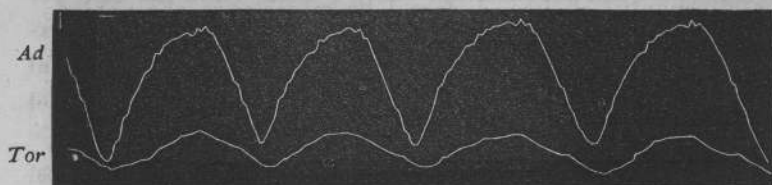
grandi quantità di gas, di fare delle mescolanze che abbiano una composizione definita, e più che tutto gli ostacoli che provai a mettere in movimento questi gas, sotto forma di una corrente che passi abbondantemente nei polmoni sotto una pressione costante e nulla, arrestarono le mie indagini, perchè richiedono dei mezzi troppo superiori a quelli di cui posso ora disporre. Riprenderò questo studio appena saranno ultimati i lavori necessari alla fondazione del mio laboratorio di materia medica. Mi basta frattanto di aver stabilito in modo sicuro questo fatto che nel sonno normale la respirazione può presentare nell'uomo la stessa modificazione che venne già descritta da *Cheyne-Stokes* in casi patologici.

Per dare ancora un esempio della identità completa di questo fenomeno con quello descritto da *Cheyne e Stokes*, scelgo, fra i molti che potrei riferire, un tracciato tolto da una serie di osservazioni fatte sopra il sig. A. Ruffini nella notte del 23 settembre (fig. 24).

§ 9. *Paragone dei movimenti respiratorii nel sonno naturale e nel sonno per cloratio.* — Le esperienze che ho già fatto in tale riguardo mi lasciano sperare di poter giungere alla determinazione di una differenza caratteristica del sonno naturale da quello prodotto artificialmente coll'idrato di cloratio. — Mentre sto aspettando un'occasione favorevole per aumentare il numero delle osservazioni che già posseggo sopra di questo argomento, credo utile di pubblicare fin d'ora una delle esperienze che devo all'abnegazione di mio fratello Ugolino, che è un giovane robustissimo di 24 anni.

Alle 10 pom. del 1° luglio egli si corica sul tavolo delle osservazioni disteso supino sopra un materasso colla testa leggermente sollevata da un guanciale. — La temperatura della stanza essendo di circa 20 gradi, gli applico direttamente sullo sterno il pneumografo di Marey. Sull'addome, in prossima vicinanza dell'ombellico, poggia la palla metallica della leva di Vierordt. Alle 10,15 minuti, mentre egli è profondamente tranquillo, scrivo il tracciato 25, dove la frequenza respiratoria è circa 18 al minuto.

Fig. 25.



VEGLIA — Tracciati della respirazione addominale *Ad* e toracica *Tor*, scritti sopra mio fratello Ugolino mentre rimane profondamente tranquillo: le curve sono rovesciate.

Poco dopo egli soggiunge che spera di poter presto dormire. Infatti 6 minuti più tardi m'accorgo dal ritmo della respirazione che è già addormentato.

Il torace, che prima dilatavasi debolmente, rinforza i suoi moti, per modo che pare eseguisca da lui solo quasi tutto il lavoro della respirazione, mentre il diaframma, che prima aveva il sopravvento, passa ad uno stato di relativo riposo, tanto sono deboli i movimenti dell'addome.

Fig. 26.



SONNO NORMALE — Continuazione del tracciato precedente, scritto sopra mio fratello Ugolino.

La fig. 26, scritta alle ore 10,18, ci dà un'immagine di questa trasformazione. La frequenza respiratoria sta per alcuni minuti a 14, e quindi, senza causa nota, si accelera di nuovo e rimane 16. In questo frattempo mio fratello eseguisce due soprassalti. Dirò più chiaramente in un prossimo lavoro cosa sia questo fenomeno, che molti conoscono per esperienza, perchè le scosse muscolari sono talora così forti da svegliarci, mentre altre volte non lasciano traccia nella coscienza. Dimostrerò allora le modificazioni che simili scosse

producono nella funzione del cuore e nello stato dei vasi, per adesso soggiungo solo che dopo simili soprassalti la respirazione di mio fratello cambiava di aspetto, avvicinandosi al tipo della veglia. Il suono acuto che manda l'orologio nel battere e ribattere le 11 lo desta completamente.

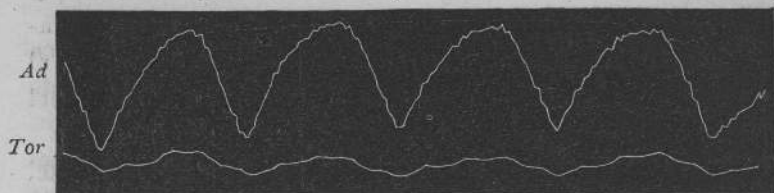
Interrogatolo, come soglio far sempre in simili circostanze, sulle impressioni avute e sulla memoria che conservava del tempo trascorso, egli mi risponde che non si ricorda di aver dormito, e che sentì benissimo il suono dell'orologio. Continuando le mie interrogazioni, egli soggiunge di non aver sentito altri rumori, e si meraviglia che io abbia potuto scrivere due cilindri ed affumicarne un altro senza che se ne sia accorto.

Questo difetto della coscienza, quando il sonno fu breve, lo trovai spesso in altre persone. In questo caso non ho alcun dubbio che mio fratello abbia dormito, e potrei riferire, volendolo, altre prove, oltre alla modificazione profondissima del respiro, perchè in questa stessa esperienza ho battuto due volte colla nocca del dito indice sul tavolo, per conoscere approssimativamente la profondità del sonno, senza che egli si svegliasse, malgrado che avesse avuto la consegna di aprire subito gli occhi quando sentisse battere sul tavolo. Ora di questi ed altri rumori egli non aveva più alcuna ricordanza, malgrado che fosse nei tracciati assai palese la loro influenza.

Dopo un'ora egli non aveva ancora potuto riprendere il sonno, benchè avessi dovuto arrestare l'orologio e spegnere il lume. Mentre mi decido a sospendere l'osservazione, mio fratello propone di amministrargli il cloralio. Accetto mal volontieri, perchè non avevo una bilancia da pesarne esattamente la dose, ma essendo già decisi di far sopra noi stessi una serie di esperienze con questo rimedio, gli amministro forse due grammi di cloralio idrato sciolto in circa 100 grammi di acqua.

Prima che lo beva scrivo il tracciato 27, alle ore 12,20.

Fig. 27.

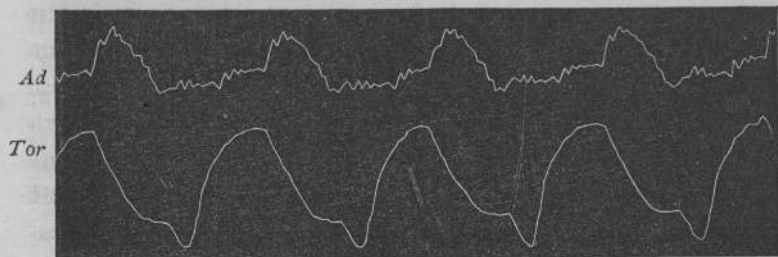


VEGLIA — Continuazione del tracciato precedente, scritto sopra mio fratello, dopo che si è svegliato.

Prendo successivamente a minuti alterni i tracciati della respirazione ed osservo che essa va rapidamente modificandosi; 5 minuti più tardi è già assopito, e 10 minuti dopo l'amministrazione del cloralio, è profondamente addormentato.

Giacchè la ristrettezza dello spazio concessomi non mi permette di riprodurre la serie interessante delle successive trasformazioni subite dal ritmo respiratorio, riferisco solo un tracciato, scritto 15 minuti dopo l'amministrazione del cloralio, riserbandomi di ritornare più tardi sopra questa esperienza (fig. 28).

Fig. 28.



SONNO PRODOTTO DAL CLORALIO — Continuazione del tracciato precedente, scritto 15 minuti dopo l'amministrazione del cloralio.

§ 10. *Rilassamento del diaframma.* — Un fatto caratteristico che ci sorprende in quest'ultima figura è il predominio rapidissimo che la respirazione toracica ha preso sull'addominale. — Anzi, in base a questo tracciato si potrebbe quasi asserire che il diaframma non si contrae più, ma segue, come

se fosse divenuto un muscolo paralitico, i movimenti inspiratori della cassa toracica.

Infatti, nell'istante in cui il torace si dilata, come lo indica la curva discendente del pneumografo, in questo momento l'addome si affonda rapidamente.

Non ho bisogno d'insistere troppo per dimostrare che questo fenomeno si trova in completa opposizione con quanto osservasi nella veglia, perchè è troppo eloquente per se stesso il semplice paragone dei tracciati.

Nella veglia l'addome si eleva contemporaneamente alla dilatazione del torace, perchè il diaframma si abbassa con movimento sincrono a quello degli altri muscoli inspiratori. Ma se questo per una causa qualunque cessa dal contrarsi, ne viene di necessità che dilatandosi il torace, si affondi l'addome, perchè il diaframma, che non presenta più alcuna resistenza, verrà tirato in alto dalla pressione negativa che si stabilisce nella cavità toracica durante l'inspirazione.

Nel dire che il diaframma diviene come paralitico nel sonno profondo, non vorrei che tale espressione si intenda nel senso letterale della parola, perchè anzi questi medesimi tracciati accennano ad una leggiera contrazione diaframmatica durante l'inspirazione toracica. Il diaframma, dopo essere tirato in alto come una membrana inerte nel principio dell'inspirazione toracica durante un tratto della curva addominale, pare si contragga; giudicando dal fatto che le pareti addominali ritornano al livello di prima, e ciò malgrado che continui sempre il movimento inspiratorio del torace. — Osservando più attentamente il tracciato *Tor*, fig. 28, scorgesi un'incavazione della curva in corrispondenza della linea discendente superiore, ossia nel tempo in cui si elevano le pareti addominali: quindi succede un rapido e breve abbassamento della curva, dopo il quale incomincia l'espiazione. Io credo che queste modificazioni nella curva inspiratoria del torace debbano attribuirsi alla breve contrazione diaframmatica che succede durante il suo decorso. L'incavazione che succede nella curva toracica mentre l'addome ritorna rapidamente al livello di

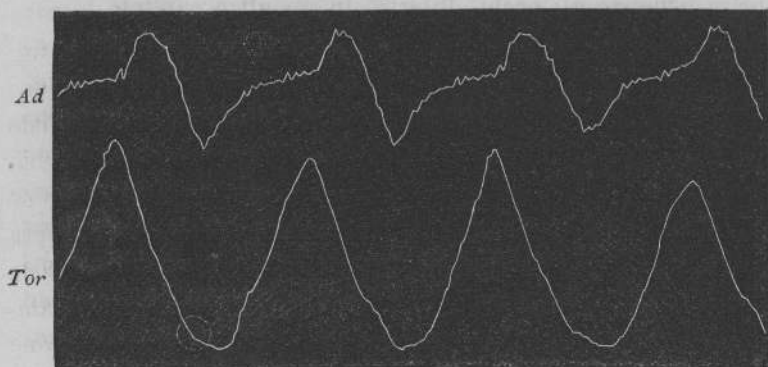
prima, è dovuta alla resistenza maggiore che il diaframma per mezzo della sua contrazione viene a frapporre alla dilatazione del torace. Nell'istante però in cui cessa la contrazione diaframmatica, si produce una più rapida dilatazione della cassa toracica — perchè diminuisce istantaneamente una forza che agiva in senso opposto a quella dei muscoli inspiratori del torace, perchè cessa la resistenza che il diaframma opponeva colla sua contrazione, e questo segue con moto passivo l'ultimo residuo dello sforzo inspiratorio che precede l'espiazione. — È questo almeno il concetto che io mi fo del rapido abbassamento che osservasi nella curva toracica poco prima che incominci l'espiazione. — Spero poter produrre presto altri argomenti che diano maggior evidenza a tale spiegazione.

Prima di terminare questo paragrafo, soggiungerò che il sonno di mio fratello era divenuto rapidamente così profondo, che mezz'ora dopo egli non reagiva più a quegli eccitamenti che nel sonno normale lo avevano sempre destato immediatamente. — Scuotendogli il capo e chiamandolo forte per nome egli rispondeva appena qualche monosillabo e talora senza aprire neppure gli occhi. Riferirò in un altro capitolo le osservazioni che feci sopra di lui in questa notte di sonno profondissimo. Dopo le 4 del mattino chiamatolo ripetutamente, riuscii infine, scuotendogli forte il capo, a destarlo e farlo parlare, dicendogli che era tempo di alzarsi. Egli scese spontaneamente dal banco delle osservazioni, che era assai elevato, si allacciò la cravatta e si abbottonò i calzoni ed il panciotto. Dopo essere rimasto alcuni minuti seduto e come meditabondo sopra di una seggiola, tirò fuori l'orologio dalla tasca per guardare l'ora, allora gli parlai, egli fece un soprassalto, alzò gli occhi stupito, guardò intorno come per rinvenirsi, e confessò che non s'era accorto di nulla e che non sapeva come fosse disceso dal letto e si trovasse in quella posizione. Immediatamente dopo si alzò in piedi, e riacquistata l'intelligenza primitiva ci ponemmo a discorrere delle peripezie di questo esperimento in cui egli non si ricordava d'altro che

di aver preso il cloralio. Ritornato a casa dormì tranquillamente fin verso le otto del mattino, e non ebbe a lamentarsi di alcun incomodo.

§ 11. *Alternazione nei movimenti respiratorii del diaframma e del torace.* — Fino ad ora venne ammesso che negli uomini sia più pronunciata la respirazione addominale e che nelle donne prevalga la toracica. Le esperienze che io feci in tale riguardo dimostrano che tanto nella donna quanto nell'uomo il sonno modifica profondamente il tipo del respiro per cui esso diviene in entrambi toracico. Ho già accennato nel § 4 questo fenomeno al quale ho dato per brevità il nome di *alternazione*, perchè alla prevalente respirazione addominale della veglia succede nel sonno un riposo del diaframma con un corrispondente aumento nell'attività del torace. La compensazione che dovrebbe prodursi per il sollevamento maggiore delle coste non essendo completa, ne deriva che mentre dormiamo passa nell'unità di tempo un volume d'aria assai minore a traverso i polmoni anche quando rimane costante la frequenza del respiro.

Fig. 29.



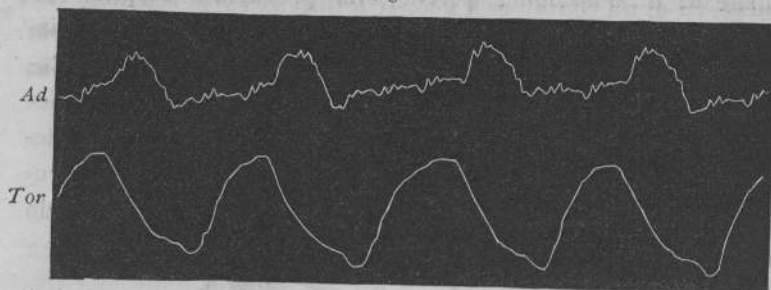
SONNO PROFONDO — Respirazione toracica *Tor* e addominale *Ad*: con rilassamento del diaframma.

Il rilassamento del diaframma osservato nell'esperienza precedente su di mio fratello Ugolino dopo l'amministrazione del cloralio non è un fatto che mi abbia sorpreso, perchè io

conoscevo già questo fenomeno dalle osservazioni fatte sopra di altre persone nel sonno naturale. È molto probabile che i clinici troveranno in questo fatto la spiegazione dell'aggravamento che presentano nel sonno le persone affette da parecchie malattie polmonali e perciò credo conveniente di riferire ancora qualche esempio del rilassamento diaframmatico da me osservato.

La fig. 29 è un tracciato della respirazione addominale e toracica preso la notte del 2 luglio sopra il sig. Caudana mentre esso dormiva saporitamente.

Fig. 30.



SONNO PROFONDO — *Tor* respirazione toracica — *Ad* respirazione addominale con rilassamento del diaframma.

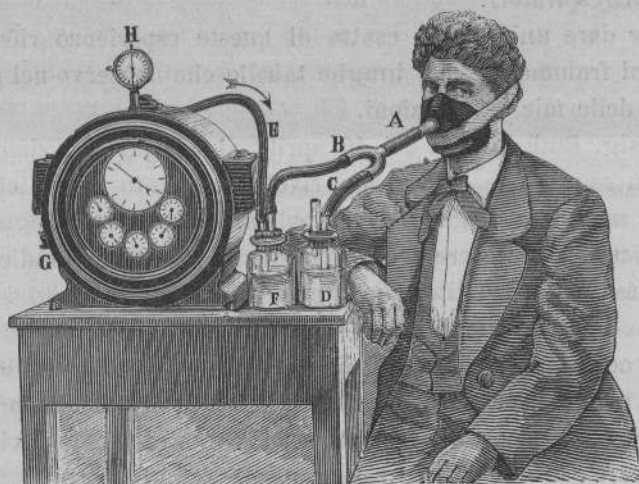
La fig. 30 rappresenta il tracciato di un mio amico, il sig. A. Ruffini, scritto verso le 12 pom. del 20 luglio un'ora dopo che egli si era addormentato. Questi tracciati provano in modo evidente il rapido abbassarsi dell'addome dovuto al rilassamento del diaframma nell'istante che incomincia la dilatazione della cassa toracica. La linea respiratoria del torace scritta sopra il sig. A. Ruffini mostra pure delle modificazioni nel periodo inspiratorio che accennano ad una breve contrazione diaframmatica. Nel momento in cui suppongo incominci l'espiazione diaframmatica succede anche qui un più rapido abbassamento della curva inspiratoria toracica perchè rimane più libera l'escursione del torace.

§ 12. *Diminuzione nella quantità di aria che si respira nel sonno.* — Ho già descritto in una precedente memoria

sull'azione fisiologica dell'aria compressa (1), il metodo di cui mi servii per determinare il valore dell'*inspirazione* media: fu collo stesso apparecchio che io mi accinsi a studiare le modificazioni che subisce il volume dell'aria respirata ad ogni minuto e le variazioni nel valore delle singole inspirazioni durante la veglia ed il sonno. In questa serie di esperienze, che svolgerò più tardi con maggior ampiezza, mi capitò di osservare alcuni fatti che devo accennare fin d'ora perchè dipendono senz'altro dal rilassamento sopra menzionato del diaframma.

Per misurare la quantità dell'aria introdotta nei polmoni, mi servii di un contatore a gas, *GH* (fig. 31), così sensibile che la resistenza presentata dal medesimo al passaggio dell'aria inspirata non superava la pressione di 2 centimetri d'acqua.

Fig. 31.



Una maschera di guttaperca *A* modellata sulla faccia della persona che voleva soggettarsi alla esperienza e un sistema *FD* di valvole di Müller permettevano di dare alla corrente

(1) « Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino ». Vol. XII, giugno 1877.

dell'aria respirata una direzione costante EBAC, dal contatore verso i polmoni e da questi all'esterno a traverso la valvola della espirazione D. Con questo metodo la respirazione rimane così poco inceppata che io potei studiare per molte ore di seguito, e spesso durante tutta la notte sopra persone che dormivano, i cambiamenti che subisce il volume dell'aria respirata, mentre registravo nello stesso tempo la frequenza e il valore delle singole inspirazioni.

Un fenomeno che mi sorprese non poco fu la diminuzione grandissima che appare nel ricambio dell'aria nei polmoni quando il sonno diventa molto profondo. Il divario che si produce nella frequenza dei movimenti respiratorii passando dalla veglia al sonno è nel maggior numero dei casi talmente piccolo che la diminuzione nel volume dell'aria inspirata deve attribuirsi essenzialmente alla minore profondità dei movimenti respiratori.

Per dare un'idea più esatta di queste esperienze riferisco alcuni frammenti delle lunghe tabelle che conservo nel giornale delle mie osservazioni.

Il sig. Roth la sera del 19 aprile si adagiò comodamente in un seggiolone colla testa rivolta alquanto all'indietro e colla maschera di guttaperca applicata sul volto. — Seguendo l'indice del contatore scrivo i seguenti numeri che indicano: T il tempo — L i litri d'aria che passano a traverso i polmoni durante due minuti — F il numero delle inspirazioni fatte contemporaneamente in 1 minuto — I il valore delle singole inspirazioni letto nelle successive posizioni che prende l'indice sul quadrante maggiore del contatore che è diviso in 180 parti, di cui ciascuna corrisponde a $\frac{1}{60}$ di litro.

Tabella I.

Variazioni della quantità di aria respirata durante la veglia ed il sonno dal signor ROTH — 17 aprile 1877.

Temp. 14° C.

T Tempo	L N° dei litri d'aria inspirata ogni 2 minuti	F N° delle inspira- zioni fatte in 1 minuto	I VALORE delle singole inspirazioni durante 1 minuto segnate in sessantesimi di litro	Osservazioni
pom.				
10 40	11,5	12	27. 28. 25. 25. 25. 25. 30. 28. 32. 29. 31. 33. 25.	Veglia.
— 42	11 —	13	30. 31. 29. 28. 27. 35. 25. 28. 27. 28. 31. 22. 32.	
— 44	12 —	12	28. 30. 30. 27. 26. 29. 31. 32. 32. 23. 19. 26.	
10 58	10,5	14	19. 29. 29. 20. 25. 30. 11. 24. 20. 21. 23. 22. 21. 20.	Rimane immobile cogli occhi chiu- si: pare assopito.
11 —	11 —	15	25. 21. 19. 22. 18. 23. 22. 24. 27. 19. 21. 19. 27. 21. 20.	
— 2	11,5	14	20. 19. 18. 19. 25. 24. 30. 19. 27. 25. 25. 25. 25. 22.	
11 24	5,5	14	15. 15. 15. 13. 12. 13. 10. 13. 11. 6. 10. 9.	Dorme profondamente.
— 26	3,5	13	6. 13. 6. 5. 5. 5. 6. 5. 5. 6. 7. 5.	
— 28	1,5	12	5. 4. 3. 4. 6. 10. 4. 4. 9. 6. 6. 6.	
11 36	13 —	13	47. 23. 45. 25. 20. 20. 45. 31. 24. 25. 21. 34. 33.	Lo sveglia.
— 38	11 —	13	20. 38. 32. 19. 16. 24. 17. 24. 15. 19. 16. 27. 33.	
— 40	11 —	13	30. 15. 40. 29. 27. 56. 23. 26. 27. 32. 15. 18. 29.	

Tabella II.

Variations nella quantità d'aria respirata durante la veglia ed il sonno dal signor CAUDANA, mentre sta coricato nel letto.
— 21 febbraio 1877.

Temp. 11^o,5 C.

T	L	F	I	Osservazioni
Tempo	N ^o dei litri d'aria inspirata ogni 2 minuti	N ^o delle inspira- zioni fatte in 1 minuto	VALORE delle singole inspirazioni durante 1 minuto segnate in sessantesimi di litro	
antim.				
1 12	13,5	15	30. 28. 27. 33. 22. 28. 27. 26. 20. 28. 48. 20. 26. 27. 26.	Veglia : aspetto da più di 2 ore che si addormenti.
— 14	13,5	14	25. 24. 24. 26. 29. 27. 26. 24. 26. 26. 30. 22. 32. 28.	
— 16	13 —	14	28. 25. 30. 28. 27. 29. 31. 30. 27. 33. 23. 28. 26. 30.	
1 38	9 —	15	24. 19. 19. 19. 15. 17. 12. 17. 14. 18. 18. 24. 22. 10. 35.	Dorme profondamente.
— 40	4 —	16	2. 22. 14. 20. 16. 13. 6. 5. 11. 13. 18. 17. 16. 14. 2. 2.	
— 42	3,5	17	3. 16. 11. 17. 17. 18. 14. 16. 5. 2. 5. 10. 2. ●. ●. 3. ●.	
1 52	13 —	15	26. 29. 28. 27. 30. 32. 23. 30. 30. 29. 35. 26. 15. 28. 28.	Lo sveglio.
— 54	14 —	16	35. 26. 31. 29. 27. 30. 28. 29. 27. 30. 28. 26. 24. 30. 28. 26.	
— 56	14,2	16	25. 25. 28. 27. 29. 23. 28. 25. 28. 25. 28. 27. 26. 26. 23. 27.	

Da queste misure, ripetute con eguali risultati sopra altre persone, risulta: che il volume dell'aria inspirata può diminuire notevolmente nel sonno, mentre rimane costante e non

raramente aumenta la frequenza dei movimenti respiratori. Il valore dell'INSPIRAZIONE MEDIA nel sonno può divenire 10 volte più piccolo di quanto era nella veglia. Talora dopo essere trascorsi 10 o 15 minuti in questo sommo indebolimento dell'attività respiratoria, senza che venga interrotto il sonno, le inspirazioni diventano più profonde e pare si stabilisca automaticamente un compenso per supplire al difetto succeduto nella ventilazione dei polmoni. Queste oscillazioni periodiche nella profondità della respirazione, che corrispondono in molti riguardi a quelle di Cheyne e Stokes sono però molto più lunghe, perchè ciascuna oscillazione della curva abbraccia parecchi minuti.

Nel sig. Caudana ed anche nel sig. Roth mi capitò di vedere, osservando il livello dell'acqua nei tubi delle valvole di Müller, che spesso producevasi uno sforzo inspiratorio senza che passasse aria a traverso il contatore e si movesse l'indice del medesimo. — Guardando più attentamente il torace e l'addome, mi accorsi che la dilatazione del torace non faceva difetto, ma che era anzi molto distinta. Essa non riusciva però ad introdurre aria nei polmoni, perchè il diaframma aveva cessato di contrarsi e seguiva come paralizzato la dilatazione del torace lasciandosi tirare in alto dalla diminuita pressione inspiratoria. La resistenza che offrivano il contatore e le valvole all'introduzione dell'aria, benchè fosse appena eguale alla pressione di 2 centimetri di acqua, era dunque superiore a quella che presentava il diaframma nel suo rilassamento. In tali circostanze ho veduto rimanere sospesa l'introduzione dell'aria e andare a vuoto parecchie inspirazioni di seguito senza che la persona che dormiva se ne accorgesse menomamente. Nella tabella II alle ore 1,42 antim. ho segnato con 0 il valore di queste inspirazioni che non riuscirono a muovere l'indice del contatore e ad introdurre nuova aria nei polmoni.

Pubblicherò in un prossimo lavoro le ricerche che ho fatto sulle modificazioni della sensibilità nel sonno profondo e particolarmente del centro respiratorio e vasomotore. È questo

un campo fecondo di esperienze che mi diede già tali risultati da poter considerare come un vero progresso nel metodo l'essere riuscito ad eliminare, per mezzo di ricerche fatte nel sonno, le manualità spiacevoli e le incertezze delle vivisezioni, per sostituirvi degli esperimenti innocui fatti sull'uomo.

L'esattezza che ottenni con questo metodo sorpassa di gran lunga quanto erasi fatto fino ad ora in simili studi: perchè io potei scrivere contemporaneamente la respirazione addominale e toracica, lo stato della circolazione del sangue e dei vasi nell'antibraccio per mezzo del pletismografo e dell'idrosfigmografo riuniti: e ciò mentre che la persona, la quale dormiva, respirava colla maschera a traverso il contatore, dove facevo passare una corrente copiosa di ossigeno, od un miscuglio ricco di acido carbonico, o di azoto, o semplicemente dell'aria atmosferica.

Frammezzo ai molti insuccessi, dovuti in parte alla deficienza dei mezzi, mi riuscì non raramente di poter compiere simili esperienze sulla respirazione senza interrompere il sonno, mentre le funzioni dell'organismo attraversavano una serie di profondi mutamenti.

2893



