Continuazione della Memoria del sig. Dott. Angelo Mosso, Professore di Materia medica e di Farmacologia nella Regia Università, che ha per titolo: *Sulle variazioni locali del polso nell'antibraccio dell'uomo.*

### *Modificazioni del polso consecutive all'arresto della circolazione sanguigna.*

Abbiamo veduto nel precedente capitolo come per mezzo di un aumento graduato della pressione alla superficie di una estremità del corpo si possa impedire nella medesima la circolazione del sangue. La pelle dell'antibraccio a questo punto presenta un colore pallido cadaverico ed i piccoli vasi sono vuoti; se dura per qualche minuto la

pressione si percepisce un senso di formicolio, come quando si comprime l'arteria omerale; cessando d'un tratto la pressione, il sangue irrompe nei vasi e la pelle si colora improvvisamente d'un rosso vivo.

La compressione per mezzo di una colonna d'acqua, dell'altezza da 1 a 2 metri, aveva però il difetto di farci rinunziare alla sospensione dell'apparecchio, di obbligarci a piegare il gomito ad angolo retto e di produrre una pressione non indifferente sulla pelle del gomito per fissare bene il cilindro, ond'è che io preferii di ricorrere ad altri mezzi, che, producendo egualmente un arresto completo della circolazione, fossero più adatti per studiare le variazioni successive del polso. Fra questi ho scelto prima di ogni altro il bendaggio elastico di Esmarch.

Dopo aver scritto il polso col metodo solito, levo l'antibraccio dal cilindro dell'idrosfigmografo ed, incominciando dalla punta delle dita, eseguisco, per mezzo della fascia

elastica, un bendaggio che stringe tutta l'estremità fino sopra il gomito nel mezzo del braccio. Applicati quivi alcuni giri che mettono ostacolo al passaggio del sangue, introduco nuovamente l'antibraccio reso del tutto anemico nel cilindro dell'idrosfigmografo. Uno dei primi fenomeni a percepirsi, oltre la sensazione più o meno intensa di formicolìo, che diviene col tempo del tutto insopportabile, è una diminuzione di volume dell' estremità per cui ciascuno si accorge che il manicotto stringe più lassamente il braccio. Riempiendo il cilindro con acqua tiepida, quantunque si cercasse diligentemente col termometro di avere la medesima temperatura di prima, percepivasi una sensazione come se l'acqua fosse parecchi gradi più calda. Non saprei ora decidere se questo fenomeno sia dovuto ad un aumento di sensibilità durante l'ischemia, o al raffreddamento che subì l'antibraccio

per l'arresto della circolazione. Sebbene abbia constatato, impugnando un termometro che producevasi in breve tempo, anche in un ambiente di 26° c., un abbassamento di alcuni gradi; quando penso che alcune volte la sensazione di calore provata per una temperatura di 35° c., era molestissima e quasi insopportabile, mentre l'arresto della circolazione non aveva durato che pochi minuti, mi sembra egualmente probabile che vi esista nell'ischemia una sensibilità più squisita pel calore.

Avendo dinanzi una estremità del corpo quasi completamente anemica pensai di trarne profitto per misurare la quantità di sangue contenuta normalmente nell'antibraccio; bastava a tale scopo di servirsi del pletismografo, innestandovi il timpano registratore, e di scrivere l'aumento e la diminuzione successiva di volume che sarebbesi prodotta nell'intero antibraccio.

Mi accorsi però subito nella prima esperienza, come i cilindretti galleggianti che adopero ordinariamente nelle ricerche pletismografiche non bastassero a raccogliere l'acqua corrispondente allo straordinario aumento di volume dell'antibraccio. Non avendo cilindretti galleggianti d'una capacità maggiore di 30 cent. cubici, scelsi la via più comoda di raccogliere in una buretta tutta l'acqua che usciva dal cilindro nel primo istante che veniva aperto l'afflusso del sangue, e dopo, succeduta la dilatazione completa dei vasi, stabilivo la comunicazione col pletismografo. Con tale metodo ho trovato che i vasi del mio antibraccio nella loro maggiore dilatazione, contengono da 40 a 45 centimetri cubici di sangue.

Noi vedremo tosto quale influenza eserciti la paralisi dei vasi sulla forma del polso, per ora basti notare che

le pulsazioni dopo essere divenute più grandi, vanno successivamente abbassandosi a misura che si ristabilisce il tono dei vasi e diminuisce corrispondentemente il volume dell'antibraccio.

Ho già tentato in due lavori precedenti di rappresentare la curva con cui ricomparisce il tono dei vasi dopo un lungo arresto della circolazione (1), ora ecco che si presenta nuovamente lo stesso problema sotto un altro aspetto. — Dalle seguenti esperienze risulta che passato il primo fortissimo aumento del volume e delle pulsazioni, col ristabilirsi del tono vasale, diminuisce nel principio rapidamente l'altezza del polso, e che tale di-

---

(1) A. Mosso. *Von einigen neuen Eigenschaften der Gefässwand. Berichte über die Verhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft.* 1874, pag. 326. *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni.* Torino, 1875, pag. 52.

minuzione va successivamente facendosi sempre meno pronunciata.

Credo superfluo di riprodurre una serie intera di tracciati e riferisco solo alcuni dei frammenti più notevoli che tolgo da una esperienza fatta sopra il signor Garzena il 21 settembre alle ore 3 pom. (tracc. 73, Tav. VI).

Dopo aver osservato nel tracciato *AB* che il polso è uguale in entrambi i lati, levo l'antibraccio sinistro dal cilindro ed eseguisco sul medesimo alle 3,14 il bendaggio di Esmarch, spingendo la fascia fino verso la metà del braccio.

Riapplico nuovamente l'idrosfigmografo a sinistra ed osservo un tremito che è probabilmente dovuto ad una contrazione fibrillare dei muscoli (tracc. 74, Tav. VI).

Il polso dell'antibraccio destro, contrariamente a quanto potevasi supporre *a priori* per l'arresto della circolazione

nel lato opposto, è notevolmente minore di prima, forse per la sensazione dolorosa di formicolìo che GARZENA sentiva in tutto l'antibraccio. Dopo 8 minuti di compressione, alle 3,22, levo la fascia che stringe il braccio ed il sangue penetrando impetuosamente, colorisce in un batter d'occhio la pelle di un rosso vivissimo. Il pletismografo segna un aumento di circa 40 centimetri cubici, il formicolìo continua, la sensazione dolorosa non cessa, pare anzi nel principio che aumenti.

Si perde circa due minuti per rimettere in ordine il pletismografo e l'apparecchio registratore del polso. La paralisi dei vasi malgrado il tempo perduto è ancora assai notevole: il polso è più alto nell'antibraccio sinistro e alquanto più piccolo del normale a destra (tracc. 75, Tav. VI).

Continuo a scrivere senza interruzione; dopo 6 minuti

il polso conservasi ancora molto differente nelle due braccia, come vedesi nel tracciato 76. Alle ore 3,58 le pulsazioni hanno nelle due antibraccia l'aspetto del tracciato 77. Il polso nel lato destro, sebbene io non abbia potuto intravederne la causa, diminuì successivamente in modo cospicuo, finchè raggiunse alle ore 4,5 la forma che viene rappresentata dal tracciato 78 dove non è in alcun modo riconoscibile l'aspetto primitivo. Il polso dell'antibraccio sinistro, come vedesi nel tracciato 77, riacquistò invece lentamente nel giro di 36 minuti la forma che aveva prima dell'ischemia.

Le differenze nell'altezza e nella forma del polso che si osservano sul finire di questa esperienza eransi mostrate in un modo assai più caratteristico in un esperimento fatto il mattino sopra lo stesso signor Garzena.

Tralascio di riportarne il tracciato perchè non scrissi che il polso del lato destro.

L'opinione che potei farmi di queste variazioni in una serie abbastanza lunga di esperienze si è che esse dipendano in parte da una differenza nell'energia delle contrazioni cardiache ed in parte anche da un mutamento nella elasticità delle pareti vasali. Le indicazioni fornitemi dal pletismografo non sono per ora così estese da poter sciogliere con sicurezza questo problema, senza il sussidio di buoni tracciati dell'impulso cardiaco al torace, come ho già accennato precedentemente.

Nell'esperienza che feci nel mattino sopra il signor Garzena, dopo il primo aumento dovuto alla paralisi per ischemia, l'altezza delle pulsazioni andò successivamente diminuendo. Il polso riacquistò poscia per alcuni minuti l'altezza e la forma di prima, e quindi si indebolì al punto da essere appena visibile, poi si rinforzò di bel

nuovo, si avvicinò al tipo normale per alcuni minuti e scemò ancora una volta.

Tutti questi mutamenti successero in modo progressivo ed il passaggio dall'una forma all'altra fu così regolare, che basta passare in rivista una serie di questi tracciati per convincersi che simili variazioni non dipendono da condizioni fallaci dell'esperienza.

Per evitare ogni errore che potesse dipendere dall'applicazione dello strumento, raddoppiai le cautele, e spesso, quando appariva manifesta una di queste variazioni del polso, lo dicevo alla persona soggetta all'esperienza per ottenere una immobilità assoluta, e conoscere se esse dipendevano da qualche emozione interna. — Sebbene il ridestarsi dell'attenzione producesse talora per se stesso una modificazione del polso, osservai non meno frequen-

temente che il polso mutava di forma anche mentre veniva assicurato dalla persona soggetta all'esperienza che essa trovavasi nella calma la più perfetta.

Nelle ricerche fatte sull'ischemia per evitare una deformazione dei tracciati dovuta al rapido aumento di volume che succede nel principio, aspettai sempre da 30 a 40 secondi prima di imboccare il tubo della camera d'aria col timpano registratore. — Riferisco due esperienze fatte sopra me stesso coll'aiuto delli signori Roth e Garzena il giorno 20 settembre, l'uno al mattino e l'altro nel pomeriggio. Il tracciato 79, Tav. VI, rappresenta il polso dell'antibraccio sinistro alle 10,30 antim. Levato il braccio dal cilindro dell'idrosfigmografo eseguisco la fasciatura di Esmarch, e quindi riapplico lo strumento. — Dopo 8 minuti di ischemia slaccio il nodo e penetra il sangue che distende visibilmente tutti i vasi, arrossa la pelle e dà al polso l'insolita altezza segnata

dal tracciato 80. Dopo 3 minuti è pur sempre notevole l'aumento nell'ampiezza delle pulsazioni (tracc. 81). Solo 12 minuti dopo che è cessata l'ischemia riprende il polso una forma che si avvicina alla primitiva (tracc. 82).

Nel pomeriggio eseguisco nello stesso modo un'altra esperienza sopra di me. Il tracciato 83 è il punto di partenza pel polso normale. L'ischemia dura 10 minuti, trascorsi i quali, ristabilitosi l'afflusso del sangue si ottiene il tracciato 84. I vasi riacquistano rapidamente il loro tono e l'occhio segue lo scomparire della paralisi, osservando lo svolgersi della curva, come vedesi nel tracciato 85 dove è molto minore l'altezza, benchè esso sia scritto solo due minuti dopo.

Nei casi precedenti paragonando il polso normale con quello ottenuto dopo l'ischemia si vede come la denu-

trizione, che succede probabilmente nelle pareti vasali durante l'arresto della circolazione, modifichi profondamente l'elasticità e il tono delle arterie per cui esse cedono e si sfiancano facilmente sotto l'impeto dell'ondata che giunge dal cuore.

Quando incominciai le esperienze contenute nel presente capitolo, io speravo che mi sarebbe forse riuscito di trovare una differenza nella forma del polso, o nella rapidità più o meno grande con cui ristabilivasi il tono primitivo dei vasi, secondo che producevasi semplicemente un arresto più o meno completo della circolazione comprimendo l'arteria omerale, oppure si vuotavano col bendaggio elastico le arterie, i capillari e le vene del loro sangue, oppure finalmente producevasi una stasi comprimendo le vene. Questo paragone presenta delle gravi difficoltà che non mi riuscì fino ad ora di eliminare. Nell'uomo la compressione isolata delle arterie e

delle vene è una operazione quasi del tutto impossibile e non ci rimane che la vivisezione per cercare di sciogliere negli animali un quesito, che certo non è del tutto privo d'importanza nello studio dei processi vitali che hanno sede nei vasi.

Ora ecco una esperienza sulla compressione dell'arteria omerale fatta sopra il signor Caudana il giorno 8 agosto. Assicuratomi (tracc. 86, Tav. VI) che il polso nelle due estremità era uguale, comprimo colle dita l'arteria omerale sinistra verso la metà del braccio in modo da chiuderla esattamente. Dopo un intero minuto, mentre Caudana accusava una sensazione di formicolio, riapro l'arteria. Cessato il primo forte aumento di volume, imbocco nell'istante successivo il tubo del cilindro sinistro col timpano registratore. L'elevazione maggiore e le modificazioni che subirono nella loro forma le pulsazioni dal

lato dove fu posto un ostacolo alla circolazione, sono troppo evidenti nel tracciato 87, Tavola VI, perchè sia necessario di tentarne la descrizione colle parole.

In un mio precedente lavoro intorno ai movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo, misurando col pletismografo l'aumento di volume che succede nell'antibraccio per la compressione dell'arteria omerale, soggiunsi: « Nell'istante in cui si riapre l'arteria succede un rapido aumento del volume: il sangue irrompe nei vasi dell'antibraccio, e questi per le modificazioni della nutrizione, subìte durante la chiusura dell'arteria principale, non potendo più resistere all'impeto della pressione sanguigna, si sfiancano, e la curva del volume raggiunge rapidamente un massimo da cui va lentamente scendendo fino al valore primitivo col successivo ristabilirsi del tono vascolare ».

Ebbi già occasione di ritornare sopra di questo fenomeno in una serie di ricerche fatte sui movimenti del cervello nell'uomo, ora che presentasi lo stesso problema pel polso dell'antibraccio non saprei nulla mutare alla spiegazione che ho già emessa altra volta, tanto più che essa venne accettata da un eminente fisiologo che prima aveva proposto di spiegare in altro modo lo stesso fenomeno della dilatazione vasale per un arresto della circolazione sanguigna.

*Variazioni locali del polso nella contrazione muscolare volontaria, o per correnti indotte.*

Le modificazioni che subisce la circolazione del sangue nei muscoli durante la loro contrazione volontaria furono

fino ad oggi così poco studiate dai fisiologi, che io spero non sarà del tutto privo di interesse il riferire i tentativi che ho fatto in tale riguardo sull'uomo.

Avendo avuto il piacere di assistere alla maggior parte delle esperienze eseguite dal Dott. GASKELL nel Laboratorio del Prof. LUDWIG « intorno alle modificazioni della corrente sanguigna nei muscoli per l'irritazione dei loro nervi » (1), accetto completamente i risultati delle sue indagini, e sarei lieto se le poche osservazioni da me fatte sul polso, potessero servire di complemento alle belle ricerche del mio amico.

Vengo subito ad un esempio concreto, perchè sia più facile intendersi sul significato dei fenomeni osservati.

---

(1) W. GASKELL. *Ueber die Aenderungen des Blutstroms in den Muskeln durch die Reizung ihrer Nerven.* — *Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig*, 1876.

Il giorno 9 settembre alle 10, 45 del mattino eseguisco una esperienza sopra il sig. Roth; e scrivo il polso delle due antibraccia mentre esso sta seduto tranquillamente dinanzi al tamburo registratore — colle braccia sospese e le mani leggermente impugnate, senza fare alcun sforzo muscolare. — Il polso è quasi uguale nelle due estremità (tracc. 88, Tav. VII), ad un cenno dato eseguisce una contrazione dei muscoli flessori dell' antibraccio destro stringendo fortemente il pugno, e protraendo tale sforzo per due minuti. Il polso dell'antibraccio destro cresce immediatamente circa del doppio in altezza (tracc. 89, Tav.VII): scompare il dicrotismo nella sua parte discendente, il polso del lato opposto conserva la forma di prima, eccetto il rallentamento nella frequenza che è comune ad entrambi.

Dopo due minuti sussistono gli stessi fenomeni: appena cessa la contrazione volontaria dei muscoli, le singole

cessa la contrazione volontaria dei muscoli, le pulsazioni del lato destro appaiono come troncate alla loro sommità presentando un altipiano dapprima orizzontale e che va poscia inclinandosi, mentre producesi successivamente un'elevazione dicrotica, che dà al polso l'aspetto di prima.

Trascorso un minuto di riposo le pulsazioni riprendono la forma iniziale, conservandosi però sempre alquanto maggiori nel lato destro.

In queste esperienze non tengo calcolo dei forti cambiamenti di volume, che succedono nel principio e dopo la contrazione dell' antibraccio per lo spostamento del sangue che viene cacciato dalle vene, oppure si accumula in esse nel rilasciarsi dei muscoli. È questo un argomento di non poco interesse che merita di essere oggetto di ricerche pletismografiche speciali che per ora tralascio, per fissare la nostra attenzione esclusivamente sul polso.

In un'altra esperienza fatta nel mattino successivo sopra lo stesso sig. Roth, il polso normale dell'antibraccio destro aveva la forma indicata nel tracciato 91; non riferisco per brevità il tracciato del lato opposto. Durante un minuto di contrazione media il polso conservasi più elevato e meno frequente (tracciato 92): mentre nel secondo minuto lo sforzo diviene fortissimo, le pulsazioni si abbassano, diventano irregolari e più frequenti (tracciato 93).

Cessata la contrazione dei muscoli flessori succede un forte aumento di volume nell'antibraccio. Anche dopo il riposo di un minuto il polso conserva sempre un'altezza molto notevole colla sommità fatta a tricuspide, tracciato 94. Nel terzo minuto prendo il tracciato 95: e solo dopo 6 minuti ricompare l'aspetto primitivo delle pulsazioni (tracciato 96).

La modificazione più importante che osservasi nel polso per effetto della contrazione volontaria dei muscoli sarebbe dunque un'elevazione maggiore del medesimo. Sebbene questo fatto fosse noto per mezzo di osservazioni eseguite già da lungo tempo collo sfigmografo di MAREY, le cause che producono questo fenomeno e modificano successivamente la forma del polso quando cessa la contrazione muscolare, sono pur sempre un argomento degno di studio.

Prima di sottoporre ad un esame critico i tracciati del polso durante la contrazione volontaria cerchiamo di conoscere le variazioni che succedono nel polso quando i muscoli dell'antibraccio si contraggono per lo stimolo di una corrente indotta.

A tale scopo basta di far passare nei tappi dell'apertura *A* e *B* dell'idrosfigmografo due fili metallici, che portino gli elettrodi di un apparecchio a slitta nel li-

quido in cui sta immerso l'antibraccio. Messo uno dei fili in contatto colla pelle nel terzo superiore dell'antibraccio in corrispondenza dei muscoli flessori, anche se l'altro elettrode non tocca la mano, la corrente indotta basta per produrre una contrazione tetanica dei muscoli che stringe con forza il pugno.

Riferisco una serie di esperienze fatte il mattino del giorno 9 settembre sopra lo stesso sig. Roth scrivendo contemporaneamente il polso delle due antibraccia. — In esse aumentai successivamente l'energia dell'irritazione avvicinando sempre più i rocchetti fra loro. Il numero indicato nelle figure colla lettera *D*, segna in millimetri la distanza che passa fra i due rocchetti prima che essi possano sovrapporsi completamente. Solo l'antibraccio destro viene sottoposto all'azione della corrente indotta e l'irritazione durò sempre un minuto, anche nei casi in

cui era tanto forte da produrre un intenso dolore. — L'esperienza incomincia alle 10, 30: dopo alcuni tentativi fatti con correnti deboli ed impercettibili, irrito l'antibraccio destro mentre la distanza dei rocchetti è di 90 millimetri. La corrente indotta produce una debole sensazione di formicolìo ed una leggiera contrazione dei flessori. Non osservasi altro effetto nel polso se non che il dicrotismo diviene più manifesto nel lato sottoposto all'irritazione. Dopo 2 minuti di riposo ripeto l'irritazione colla distanza di soli 80 m.m., e trovo che aumenta visibilmente l'altezza delle pulsazioni.

Non riproduco per brevità i tracciati di queste esperienze per mostrare subito una irritazione in cui la distanza dei due rocchetti era di 70 m.m. producendo la corrente indotta una forte contrazione con leggiero senso di dolore.

Il tracciato 97 rappresenta il polso delle due estremità. — Nel lato sinistro si contano sei elevazioni catacrotiche distinte, nel lato destro solo tre. Questa differenza nel profilo della curva corrispondente alla diastole si è prodotta nel lato destro in seguito alle precedenti irritazioni elettriche. — In $\omega$ chiudo la corrente indotta. Il tracciato 98 è la continuazione del precedente e rappresenta le prime pulsazioni immediatamente dopo l'irritazione che produce una forte contrazione dei muscoli con leggiero dolore.

Quando trascorso un minuto cessa l' irritamento, le pulsazioni presentano la sommità troncata da un altipiano, come abbiamo già osservato precedentemente dopo la contrazione volontaria dell'antibraccio. — Il polso del lato opposto rimase costante prima e dopo dell' irritazione (tracciato 99).

Tralascio altre esperienze fatte nello stesso giorno con correnti più forti in cui la distanza dei rocchetti era di 65 m.m. le quali diedero risultati del tutto analoghi al precedente e vengo ad una ultima serie di irritazioni che possono dirsi fortissime. Il Signor Roth con esempio lodevole di abnegazione resistette volonteroso ai ripetuti assalti di una irritazione ottenuta con una distanza dei rocchetti di 60 m.m. la quale produceva una fortissima contrazione tetanica dei muscoli flessori con vivo dolore. —

Era il giorno 11 settembre, il sig. Roth verso le 9 antim. aveva fatto una buona colazione e bevuto dopo un bicchierino di Marsala. Riferisco per brevità solo il tracciato dell'antibraccio destro su cui ho fatto agire la corrente indotta. Dopo quanto venne esposto dinanzi sull'influenza del cibo si capisce perchè il polso abbia un tipo diverso da quello dell'esperienza precedente,

benchè l'idrosfigmografo fosse applicato esattamente nello stesso modo, sulla medesima parte del corpo. Scritto un tracciato normale 100, Tav. X, eseguisco un'irritazione dell'antibraccio, in cui la distanza dei rocchetti è di 70 millimetri. Il tracciato 101 rappresenta tutta la serie delle modificazioni, che subisce il polso nel principio della contrazione. Quando cessa l'irritamento comparisce di nuovo il dicrotismo; e il polso, nel giro di un minuto, riacquista presso a poco la stessa forma di prima. — Trascorso un altro minuto produco una fortissima contrazione per mezzo di una corrente, in cui la distanza dei rocchetti è solo di 60 m.m. — Benchè il dolore sia vivo, il sig. Roth mi dice di voler resistere per un minuto. — Le pulsazioni raggiungono in questo frattempo e sul finire dell'irritazione un'altezza veramente straordinaria come si vede dal tracciato 103. Cessata la cor-

rente si ottiene il tracciato 104.

Dopo un intero minuto il polso è sempre molto elevato e il dicrotismo si mantiene in alto nella parte superiore della pulsazione.

I tentativi che ho fatto per mezzo di correnti costanti ascendenti o discendenti non mi diedero alcun risultato; non insisto però sul valore negativo di queste esperienze perchè non potei variare la tensione delle correnti e le resistenze in modo da esaurire tutte le probabilità di un'azione sui vasi.

Per evitare una lunga digressione sulle cause da cui possono dipendere le variazioni osservate nei precedenti tracciati sfigmografici, accenno di volo uno dei risultati più importanti che si trovano nel lavoro del Dott. Gaskell che accettai già come fondamento di questo capitolo. — Misurando egli la velocità con cui esce il sangue dalle

vene di un gruppo di muscoli nell'animale vivo, prima, durante, e dopo l'irritazione del nervo crurale corrispondente, trovò: « che nel principio del tetano la corrente
» del sangue venoso aumenta, e che durando più a lungo
» la contrazione può diminuire fino a cessare del tutto.
» Dopo cresce di nuovo gradatamente, e cessando il te-
» tano scema la velocità dell'efflusso ancora una volta,
» ma per poco; in alcuni secondi raggiunge nuovamente
» il suo massimo, e quindi si avvicina lentamente al
» valore che aveva lo scolo venoso prima dell'irritazione».

Le osservazioni che abbiamo fatte per la contrazione volontaria dei muscoli nell'uomo, confermano completamente questi risultati ottenuti da Gaskell colle correnti indotte applicate sul nervo. Infatti, paragonando il profilo del polso durante la contrazione muscolare noi vedremo

che esso è del tutto analogo al polso che si ottiene quando per mezzo di una compressione meccanica dei piccoli vasi si mette un ostacolo all'efflusso del sangue. L'aumento e la diminuzione passeggiera che osservasi nella velocità dello scolo venoso nell'istante in cui si stabilisce o cessa il tetano, corrisponde esattamente alla diminuzione ed all'aumento di volume che osservammo col pletismografo nell'antibraccio al principio ed alla fine della contrazione volontaria. — Ripetendosi gli stessi fenomeni nell'uomo, anche per le contrazioni eccitate da correnti indotte, non si può dunque pensare in alcun modo che l'aumento del polso e l'energia maggiore del medesimo dipendano da un rilassamento o da una dilatazione dei vasi durante il lavoro dei muscoli, analogamente a quanto osservasi nelle ghiandole quando sono eccitate alla secrezione. — L'altezza del polso diviene maggiore perchè nella contrazione dei muscoli rimangono compresse le

vene, e resta impedita localmente o resa molto difficile la circolazione del sangue, come abbiamo già veduto nel capitolo sulla compressione meccanica dei vasi. Questa spiegazione meccanica dell'altezza maggiore del polso non esclude per nulla la possibilità che esista contemporaneamente anche una modificazione del tono vasale. Esaminiamo a tale scopo il tracciato 105, dove è rappresentato il polso delle due braccia. Appena l'irritazione di una corrente indotta, in cui la distanza dei due rocchetti è 75 mm., desta una contrazione muscolare nell'antibraccio destro, succede un rapido cambiamento di volume che impedisce all'idrosfigmografo di scrivere il polso. Dopo 4 secondi le pulsazioni mostransi già profondamente modificate, e si conservano eguali finchè cessa dopo altri pochi secondi l'irritazione. — Il tracciato 105

finisce in questo istante, e continuasi nel tracciato successivo 106, il quale rappresenta il polso nelle due antibraccia immediatamente dopo che venne aperto il circuito della corrente indotta.

Ora, se l'improvviso elevarsi delle pulsazioni durante la contrazione pare deporre in favore della presenza di un ostacolo meccanico al deflusso sanguigno nei capillari e nelle vene, non possiamo escludere il concetto di un mutamento del tono vasale. Infatti quando cessa la contrazione dei muscoli vediamo comparire nel polso i caratteri di una circolazione più facile del sangue ed un cambiamento nel tono dei vasi, che non può certo attribuirsi all'influenza della diminuzione, od anche dell'arresto momentaneo della circolazione nei muscoli dell'antibraccio che ebbe luogo in così breve spazio di tempo.

# PARTE TERZA

## *Influenza del nitrito amilico e dell'apnea sulla forma del polso.*

Fin qui abbiamo preso quasi esclusivamente in esame le modificazioni del polso dipendenti da una variazione nello stato dei vasi, ed abbiamo lasciato in disparte l'influenza che altri fattori non meno importanti, quali sono l'energia e la frequenza delle contrazioni cardiache, esercitano sulla forma del medesimo.

Per avere un giusto concetto di alcune dottrine recenti intorno alla natura del polso, volli tentare su questo ri-

guardo qualche esperienza: e ciò mi parve tanto più necessario in quanto che, dopo le indagini iniziate così abilmente da MAREY sugli apparecchi schematici, non erasi cercato fino ad ora di ripetere con egual zelo simili esperienze nell'uomo. — Per quanto possa sembrare difficile un simile studio, mentre la fisiologia e la farmacologia non posseggono ancora dei mezzi capaci di variare profondamente l'energia e la frequenza dei battiti cardiaci senza mutare contemporaneamente lo stato dei vasi, volli fare ciò nulla meno un primo tentativo in questo campo di esperienze.

Dei vari metodi con cui possiamo rendere più frequente il ritmo del polso, prenderò unicamente in esame l'influenza del nitrito amilico e dell'apnea.

Ecco un primo esperimento fatto sopra il sig. GARZENA il 18 settembre mentre registravo contemporaneamente il polso del braccio destro e l'impulso del cuore servendomi

del cardiografo di Marey, applicato sul quinto spazio intercostale; *C* rappresenta il tracciato dell'impulso cardiaco, *D* il polso dell'antibracccio destro. Dopo aver scritto lo stato normale (tracc. 107, Tav. VIII) gli fo inalare alcune goccie di nitrito amilico versate sopra un po' di cotone. — Il tracciato 108 fu scritto 20 secondi dopo il principio delle inalazioni, mentre il volto era intensamente arrossato e grande la frequenza del polso. A primo colpo d'occhio si vede già che le pulsazioni dopo il nitrito amilico sono notevolmente più grandi e che tale aumento non può attribuirsi ad un impulso più forte del cuore, perchè anzi è diminuita l'energia delle sue contrazioni, come lo mostra il tracciato cardiografico corrispondente. Paragonando le pulsazioni del tracciato sfigmico 107, con quelle che trovansi nel principio di

quest'ultimo, troviamo scomparsa ogni traccia del dicrotismo che era così manifesto prima delle inalazioni col nitrito amilico. — Le linee ascendenti e discendenti di ciascuna pulsazione sono due rette che incontransi sotto un angolo molto acuto.

Successivamente comparisce una leggiera intaccatura nella linea ascendente: Il polso per servirsi del nome proposto da Landois diviene anacrotico. Questa sinuosità rendesi sempre meglio pronunciata, finchè prende tutto l'aspetto di una elevazione secondaria. Guardando superficialmente il tracciato, può sembrare che le pulsazioni del cuore siano divenute tanto frequenti, che le singole pulsazioni non hanno più il tempo di svolgersi completamente, per cui si produce già una seconda contrazione del cuore, prima che nella precedente pulsazione abbia avuto tempo di manifestarsi non solo il tricrotismo, ma anche lo stesso dicrotismo. Secondo questa spiegazione

il polso avrebbe virtualmente la stessa forma di prima, colla differenza che mancherebbe ad ogni singola pulsazione il tempo di esternarsi, essendo incalzata e sopraffatta dalla pulsazione seguente. Se noi ci mettiamo però a misurare per mezzo del compasso lo spazio che divide ciascuna pulsazione, troveremo facilmente verso il fine del secondo tracciato 109, Tav. VIII delle pulsazioni che si eseguiscono col ritmo ordinario, cioè nel medesimo spazio di tempo indicato nel tracciato precedente, e dove ciò nulla meno manca la terza elevazione che è tanto manifesta nel tracciato normale 107.

Questo fatto basta per se solo a dimostrare, che il tricrotismo non è scomparso per la maggiore frequenza del ritmo; come lo conferma del resto il tracciato 109, scritto più tardi, dove manca pur sempre la terza elevazione,

malgrado che le pulsazioni si succedano a maggiori intervalli di tempo che non prima.

Per poco che si abbia pratica delle curve scritte dal cardiografo di Marey si riconoscono facilmente nelle medesime i punti caratteristici delle varie fasi che percorre una rivoluzione cardiaca; ora, osservando il tracciato del cuore, trovasi che durante e dopo l'inalazione col nitrito d'amilo le contrazioni si conservano inalterate in tutte le loro particolarità. Ciò che cambiò è la frequenza e l'energia di ciascuna sistole, ma il tipo e la forma delle medesime è sempre quella di prima. — Questo fatto è di non poca importanza, perchè esso ci obbliga a cercar fuori del cuore la causa delle variazioni che osserviamo nella forma del polso.

Avremo nell'ultimo capitolo occasione di esaminare più attentamente varie teorie che furono emesse per spiegare la natura del dicrotismo, ammettendo per un istante

che sia vera l'opinione di Landois che il dicrotismo venga prodotto da un'onda che rimbalza e si ripercuote sulle valvole semilunari, io dico, che dovrebbesi trovare una traccia di questo rinculamento anche nel tracciato del cuore. Sebbene Landois, per quanto io sappia, non abbia preso in esame tale necessità, è però fuori d'ogni dubbio che un urto capace di generare un' onda che percorre tutto l'albero arterioso colla forza del polso, dovrebbe pure manifestarsi in qualche modo nel tracciato del cuore. Ora, se l'onda del dicrotismo non produce alcun contraccolpo in questo tracciato, dove si rivela ogni minima oscillazione del cuore: se noi possiamo trasformare con vari agenti il profilo del polso, ritardando o accelerando il dicrotismo in una sola parte del corpo, mentre il polso rimane immutato nel lato opposto: se noi abbiamo potuto in altri esempi come in questo modificare

siamo potuto in altri esempi come in questo, modificare la forma del polso conservando inalterato in tutte le sue particolarità il tracciato del cuore, ciò significa, che la causa e l'origine del dicrotismo non devono cercarsi nel centro della circolazione. — E questa obbiezione acquista tanta maggior forza quando pensiamo che tutte le esperienze contenute in questa memoria ci conducono a ritenere, che i vasi stessi sono i fattori e la sede delle modificazioni osservate.

Che il nitrito di amilo produca una paralisi dei vasi e una diminuzione della pressione sanguigna è un fatto ammesso da tutti, e che le nostre esperienze confermarono pel polso dell'antibraccio in quanti vollero sottoporsi alle inalazioni amiliche. — Assai meno costante fu invece l'azione che il nitrito di amilo esercita sul cuore. Abbiamo già visto come nel sig. Garzena producevasi una diminuzione nell'impulso cardiaco, la quale si ripetè

costantemente nelle esperienze che ho fatto sopra di lui. Anche nel sig. Robutti che è un giovane robusto trovai una diminuzione nell'energia dell'impulso cardiaco e una diminuzione nel tono dei vasi per l'influenza del nitrito amilico.

Non rappresento le pulsazioni normali del cuore e dell'antibraccio prima dell'esperienza, perchè esse erano del tutto uguali a quelle che osservansi sul fine del tracciato 110. Incomincio subito colle inalazioni del nitrito amilico. Il tracciato 109 rappresenta l'impulso del cuore *C*: e il polso dell'antibraccio *D*, dopo 20 secondi d'inalazione.

In $\omega$ sospendo le inalazioni e succede involontariamente un arresto della respirazione, che si prolunga circa un minuto, come osservasi nella continuazione del tracciato 110. Vedremo in appresso come questo fenomeno

non dipenda dall'azione del nitrito amilico, ma esso sia il risultato delle profonde inspirazioni con cui nelle prime esperienze gli studenti Garzena e Robutti cercavano con troppo zelo di inalare abbondantemente il nitrito amilico. — Il dicrotismo sotto l'influenza del nitrito amilico scompare quasi completamente e subisce un visibile ritardo come osservasi in corrispondenza di ω dove forma una seconda elevazione sulla linea della ascissa. — Cessate le inalazioni rendesi minore la distanza che passa fra il principio della sistole e il punto dove incomincia a manifestarsi il dicrotismo, e questo diventando gradatamente più forte forma una scala chè va successivamente elevandosi finchè si ristabilisce la forma primitiva del polso, come vedesi nel tracciato 109 e 110 che ne sono la continuazione.

La seguente esperienza, fatta sopra il sig. Rattone alle 2, 50 pom. del giorno 12 settembre, dimostra come manca

ogni traccia di apnea quando si fa attenzione di inalare il nitrito amilico senza modificare il respiro.

I tracciati 111, 112 e 113, Tav. IX, rappresentano tutto il decorso di questa esperienza senza alcuna interruzione. — Dopo aver preso nel tracciato 111 lo stato normale del polso nell'antibraccio destro D e l'impulso cardiaco C, incominciano in $\alpha$, nel tracciato 112, le inalazioni amiliche e si sospendono in $\omega$. Nel tracciato 113 vedesi il decrescere e lo scomparire dei fenomeni dovuti al nitrito di amilo: il volto, intensamente arrossato in $\omega$, aveva di nuovo il suo colorito naturale sul finire del medesimo. A differenza di quanto osservammo precedentemente trovasi che nel sig. Rattone esiste un aumento nell'energia dell'impulso cardiaco sotto l'azione del nitrito amilico. Questa forza maggiore del cuore che il sig. Rattone accu-

sava spontaneamente sul finire di ogni esperienza e che si manifestò sempre in modo chiaro e costante nei tracciati del cardiografo, è un fenomeno che mancò sopra di me ed in altre persone che assoggettaronsi all'esperienza. Lasciamo per ora in disparte le cause di queste variazioni individuali e teniamoci al fatto costante, alla dilatazione dei vasi nell'antibraccio che non mancò in nessuno.

Volgendo uno sguardo al tracciato del polso durante le inalazioni amiliche si scorge immantinente che il punto dove si produce l'elevazione dicrotica va rapidamente abbassandosi, finchè raggiunge l'ascissa: ed esaminando con più attenzione trovasi che la distanza di questo punto allontanasi successivamente sulla linea dell'ascissa dal punto che segna il principio della sistole. — Nella parte superiore della curva che corrisponde alla diastole appare una leggera intaccatura di cui non osservasi alcun indizio nel tracciato normale.

In questa esperienza osservasi, come nella precedente, il fatto che, eccettuato il ritmo, non vi è alcun rapporto tra la forma dell' impulso cardiaco e quella del polso nell'antibraccio, di guisa che il primo conservasi inalterato in tutti i più piccoli particolari, mentre il secondo trasformasi profondamente nelle sue caratteristiche più essenziali: non insisterò nuovamente sopra di questo fatto il quale, insieme alle considerazioni già esposte, ci conduce a cercare nella periferia, e non nel centro della circolazione la sede, e l'origine dei fenomeni osservati.

I cambiamenti di volume per influenza della respirazione divennero così grandi durante l'azione del nitrito amilico, che non bastava più ad eliminarli la presenza della boccia di compensazione dell'idrosfigmografo. Sorvolo per ora sopra di questo fenomeno su cui avrò presto

volo per ora sopra di questo

occasione di trattenermi in un prossimo lavoro sulla respirazione, ed aggiungerò come appendice alcune esperienze intorno all'apnea. Le lettere *C* e *D* rappresentano, come al solito, il cuore e l'antibraccio destro. Dopo di aver detto al sig. Rattone di eseguire 8 o 10 profonde inspirazioni, nell'istante in cui si compie la decima, scrivo il tracciato 114, durante l'apnea. Il tracciato successivo 115 rappresenta una esperienza del tutto analoga eseguita nel medesimo giorno sopra il signor Robutti dopo 8 profonde inspirazioni. L'esame di questi tracciati dimostra senza bisogno di altre parole quanto siano profonde le modificazioni che si producono nel polso, dopochè ripetute e forti inspirazioni hanno modificato il tono dei vasi e l'energia del cuore col diminuire la quantità dell'acido carbonico contenuta normalmente nel sangue.

Un fatto non meno importante per la dottrina del polso è la riduzione delle curve catacrotiche durante l'apnea.

— Il polso dei signori Rattone e Robutti, che nello stato normale mostra tre elevazioni distinte nella parte della curva corrispondente alla diastole, ne perde una per effetto dell'apnea, e ciò, malgrado che non vi sia una variazione nella frequenza capace di spiegare questa riduzione. — Osservando il tracciato 114, D, vediamo infatti che l'elevazione dicrotica, che nel principio è assai grande e così staccata dalla prima da poggiare co' suoi estremi sull'ascissa, va sempre più sollevandosi, mentre cresce dietro di essa una terza elevazione che è caratteristica per questo caso del polso normale. — La stessa cosa si verifica, dentro certi limiti, anche nel tracciato 115, dove il polso dell'antibraccio D ha un profilo del tutto singolare e quale rarissimamente ho trovato nella serie abbastanza lunga delle mie osservazioni sfigmografiche.

— Prima di lasciare questo campo fecondo di esperienze

Prima di lasciare questo campo fecondo di esperienze, che raccomando vivamente a quanti s'interessano per la fisiologia del polso, riferisco qualche esempio di un' ultima serie di esperienze, che ho fatto sull'uomo per cercare l' azione che il nitrito amilico esercita sui centri vasomotori.

Da esse risultò che la sua influenza si esercita sui vasi per mezzo dei nervi senza che sia necessario il contatto diretto del medicamento per mezzo del sangue che circola nei vasi dell'antibraccio.

Nel sig. Roth, dopo aver osservato che il polso è uguale nelle due antibraccia, comprimo l'arteria omerale sinistra verso la metà del braccio, in modo da impedire l'afflusso del sangue verso la parte inferiore del medesimo (tracciato 116). Dopo 30 secondi rilascio ed il sangue penetrando nel braccio sinistro vi produce una forma alquanto differente di polso dove è meno pronunciata l'elevazione

dicrotica. — Alcuni minuti dopo quando il polso era divenuto uguale nelle due antibraccia comprimo nuovamente l'arteria in modo da impedire l'accesso del sangue nell'antibraccio ed in questo mentre faccio incominciare le inalazioni amiliche (tracc. 117). Appena mi accorgo dal tracciato del lato destro e dall'arrossamento del volto, che è già assai progredita la paralisi dei vasi, sospendo la compressione, ed osservo che, penetrando il sangue, già nelle prime pulsazioni il tracciato di sinistra è del tutto uguale a quello del lato destro.

Benchè possa dubitarsi del valore assoluto di questa esperienza, ammettendo che il sangue inquinato del nitrito amilico abbia avvelenato i vasi per mezzo della circolazione collaterale, è però sorprendente la rassomiglianza profondissima che presentano immediatamente i due tracciati, malgrado la quantità minima di sangue

i due tracciati, malgrado la quantità minima di sangue che nel breve spazio di 20 secondi può essere penetrata nell'antibraccio.

Volendo eliminare per quanto mi fosse possibile ogni dubbio, strinsi fortemente il braccio con un tubo elastico applicato verso la metà della sua altezza e compressi contemporaneamente l'arteria omerale colle dita. Dopo 30 minuti rilasciando la legatura ottenni il tracciato 118. Aspettai alcuni minuti e quando il polso aveva riacquistato la forma primitiva, riapplicai nuovamente la legatura sul braccio, e compressi l'arteria omerale per maggior sicurezza. Feci quindi inalare il nitrito amilico per 20 secondi. Levata d'un tratto la legatura, mentre cessava la compressione dell'omerale, il polso presentò immediatamente anche questa volta il medesimo tipo, che già conosciamo essere caratteristico del rilassamento e della paralisi dei vasi (tracc. 119).

Dopo quest'ultima esperienza credo si possa ammettere, che l'influenza del nitrito amilico si trasmette dai centri sui vasi per mezzo dei nervi, senza che sia necessario il contatto locale del sangue inquinato colle pareti dei vasi.

*Sulle variazioni del polso nella febbre.*

Per conoscere nello studio del polso febbrile quanto debba attribuirsi alle modificazioni che succedono nei vasi, e quanto ai mutamenti nella funzione del cuore, è necessario di scrivere contemporaneamente e senza interruzione il tracciato del polso e quello del cuore come ho fatto nelle ricerche precedenti sul nitrito amilico. — L'applicazione del cardiografo di Marey alla regione toracica è, malgrado i suoi inconvenienti, il mezzo più semplice che possediamo oggidì per avere nell'uomo un

tracciato dei battiti cardiaci.

Avrei seguito volentieri questo studio comparativo se la mancanza di un locale adatto per simili ricerche nello spedale maggiore di questa città non mi avesse obbligato a contentarmi di quelle poche osservazioni che solo mi fu possibile raccogliere mercè la gentilezza di alcuni colleghi.

Ho speranza di riprendere più tardi, in condizioni meno sfavorevoli, queste ricerche: per ora mi basterà di presentare alcuni tracciati per dimostrare i vantaggi e le applicazioni di cui l'idrosfigmografo è capace nelle indagini cliniche.

Le poche osservazioni che feci, le eseguii tutte sopra ammalati di costituzione robusta, per la maggior parte operai che soffrivano da qualche giorno di febbri periodiche. Avevo in questo modo il vantaggio: 1° di ottenere un tracciato normale durante l'apiressia; 2° di poter scri-

vere in poche ore tutte le trasformazioni che subisce il polso nello sviluppo completo di un accesso febbrile; 3° di evitare le complicazioni che l'anemia e la debolezza del cuore producono nella forma del polso delle persone estenuate da lunghe malattie.

Ecco delle tre osservazioni che ho fatto la sola che io scelgo come esempio.

Chinetti Ottavio, è un giovane robusto, di 25 anni, dopo un primo accesso febbrile, interruppe le occupazioni del suo mestiere di muratore, ed entrò nello spedale di S. Giovanni il giorno che ebbe un secondo accesso. Due giorni dopo, prevedendo che verso mezzogiorno sarebbe ricomparsa la febbre, presi un tracciato normale verso le 10 antim., in cui, come si vede nella tavola XI, tracciato 120, è distintissimo il dicrotismo. In questa tavola i tracciati sono scritti dal basso verso l'alto nell'or-

volta i tracciati sono scritti dal basso verso l'alto nell'ordine rappresentato dai numeri che stanno in margine.

Temperatura del retto 37°,4

Frequenza del polso 72.

Dopo aver preso tutte le precauzioni per riapplicare esattamente nello stesso modo l'idrosfigmografo, gli levai l'apparecchio, e lo pregai di rimanere possibilmente immobile nel letto.

Alle 12, nello stadio del brivido, alla temperatura di 39°, il polso mutò completamente d'aspetto, come vedesi nel tracciato 121, la sua frequenza è maggiore, il dicrotismo è quasi scomparso, le pulsazioni sono due o tre volte più piccole, e nella parte diastolica osservasi una serie di elevazioni irregolari dovute in parte al tremito dei muscoli; il quale divenne più tardi così forte, che malgrado tutti gli sforzi dovuti alla volontà dell'ammalato per rimanere immobile e l'appoggio dato al braccio,

il polso presentava una curva inintelligibile, come vedesi nel tracciato 122.

Alle ore 2,30, mentre la temperatura del retto era già salita a 40°9, e la frequenza del polso a 102, vediamo che il polso si è profondamente modificato (123). Al brivido era succeduto un sudore profuso: e il dicrotismo così caratteristico del tracciato normale è del tutto scomparso in questo periodo della dilatazione vasale —, in cui la pelle del volto e la congiuntiva si mostrano fortemente iniettate. Alle 3,45 scrivo il tracciato 124.

Alle 4,30, mentre la febbre incominciava a diminuire, essendo la temperatura del retto a 40°,2 e la frequenza del polso 88, si osserva che il polso ha una tendenza manifesta al dicrotismo, come lo mostra il tracciato 125.

Dopo questa osservazione, non temendo più di dare troppo incomodo all'ammalato, lasciai per oltre un'ora

l'idrosfigmografo in posto scrivendo ogni due minuti un giro intero del cilindro.

Alle ore 4,39, l'ammalato prende un gramma di solfato di chinina, che preferisce di bere sciolto in acqua acidulata senza aggiunta di sostanze edulcoranti. Immediatamente dopo scrivo il polso e lo trovo, come osservasi nel tracciato 127, notevolmente più piccolo ed alquanto più rapido.

Tale modificazione del polso, che durò parecchi minuti prima che si tornasse alla forma precedente, dipende, secondo ogni probabilità, dalla contrazione dei vasi che il pletismografo rivela per la sensazione spiacevole di un sapore intensamente amaro.

Non essendomi possibile di riprodurre tutta la serie dei tracciati, riferisco solo l'ultima parte dell'osservazione indicando in margine il tempo in cui venne scritto ciascun

tracciato. Questa serie spero basterà per dimostrare che le trasformazioni del polso si produssero colla più grande regolarità passando l'una forma nell'altra con una progressione non interrotta. L'ammalato giaceva assai comodamente nel letto e rimase del tutto immobile nel tempo in cui durò l'osservazione.

L'ultimo tracciato 121 venne scritto nel mattino del giorno successivo.

Nel paragonare i tracciati presi nel periodo algido ed in quello del sudore col tipo normale del polso durante l' apiressia, è impossibile di non riconoscere la somiglianza profondissima che le variazioni febbrili del polso hanno colle variazioni del tutto locali che osservammo precedentemente sotto l'influenza del freddo e del caldo. Lasciata da parte la frequenza maggiore del polso nella febbre, l' analogia, e direi quasi l'identità

nelle trasformazioni del polso, che osservansi in questi due capitoli, è così profonda, che sarebbesi inclinati ad accettare l'ipotesi di coloro che ritengono essere la causa dei fenomeni febbrili riposta particolarmente nei vasi.

Che la piccolezza del polso nel periodo algido sia un fatto dovuto alla contrazione dei vasi, e che nel periodo del sudore vi sia un rilassamento dei medesimi è un fatto che non può mettersi in dubbio da alcuno: dove cominciano ad essere discordanti i pareri, è nello stabilire il rapporto che passa fra lo stato dei vasi ed il cuore, fra l'energia delle contrazioni cardiache e la forma del polso, fra questa e l'aumento della temperatura.

Sono dolente di non aver preso il tracciato dell'impulso cardiaco sul torace per vedere quale modificazione subisca l'energia del cuore durante la contrazione dei vasi nel brivido febbrile; se verrà che io possa ripetere

queste osservazioni con qualche maggior comodo, non trascurerò di misurare contemporaneamente anche la pressione del sangue col metodo della contropressione iniziato da Marey e che è certo destinato a dare dei buoni risultati per simili ricerche sull'uomo.

Non meno importanti pel concetto fondamentale di questo lavoro sono le osservazioni fatte nell'ultima ora della nostra esperienza. La trasformazione successiva che subisce il polso, mentre la frequenza del medesimo rimane pressochè inalterata e la comparsa del dicrotismo il più spiccato in così breve spazio di tempo, ci permettono di indurre con sufficiente probabilità, che la causa di queste trasformazioni debba riporsi esclusivamente nella condizione mutata delle pareti vasali. Questa spiegazione diviene tanto più soddisfacente in quanto che noi vediamo in questo caso prodursi il dicrotismo, senza che possa

parteciparvi nessuna delle cause, da cui, secondo le teorie generalmente accettate nella medicina, dipende la produzione del medesimo. — Essendoci noto, dalle misure manometriche di Marey e di altri, che nella febbre la pressione sanguigna diminuisce e quindi si eleva successivamente al valore normale collo scomparire della medesima, non possiamo ammettere con Landois che in questo caso il dicrotismo corrisponda ad un abbassamento della pressione, perchè si ristabilì invece, secondo ogni probabilità, una tensione maggiore nelle arterie.

Così pure non essendovi stato un acceleramento del polso, ma piuttosto un rallentamento dei battiti cardiaci, non possiamo ammettere con Landois che il dicrotismo dipenda in questo caso da un'onda primaria più corta.

Un'altra causa del dicrotismo che Landois ripone nella diminuita quantità del sangue non può neanche essa

trovare un'applicazione al nostro caso, poichè dobbiamo ammettere senza tema di errare, che la quantità del sangue non potè diminuire sensibilmente nello spazio di un'ora; se pure non aumentò per la introduzione di un bicchiere d'acqua nello stomaco subito dopo bevuto il solfato di chinina.

Un'altra opinione di Landois, che troviamo nel capitolo dove egli cerca di riassumere i principii fondamentali della sua dottrina sul dicrotismo (1), diviene egualmente insostenibile davanti ai risultati di questa osservazione clinica. Landois dice « quando il polso dicroto appare in una determinata provincia del sistema vasale, questo fatto può solo dipendere dalla comparsa in questo distretto di vasi, di una dilatazione delle piccole arterie ».

Le variazioni succedute nel polso del nostro ammalato

durante la febbre si trovano in un contrapposto completo coll'asserto di Landois. Infatti, noi vedemmo scomparire il dicrotismo durante la dilatazione dei vasi ed esso riapparì gradatamente mentre ristabilivasi il tono delle piccole arterie.

Mi accingerò nel seguente capitolo ad una critica più estesa di altre ipotesi emesse intorno alla natura del polso; vediamo frattanto da questa osservazione come sia molto consentaneo al vero il cercare nei vasi anzichè nel cuore la causa delle variazioni nella forma del polso durante la febbre. — Per chiunque non abbia prevenzione di partito, la spiegazione più semplice sarebbe quella che nel periodo algido, aumentando la tensione delle pareti arteriose e la pressione del sangue, queste eseguiscono un numero maggiore di oscillazioni dietro il pas-

---

(1) Opera citata, pag. 219.

saggio di un'ondata sanguigna. — Nel periodo del sudore vi è una dilatazione dei vasi e una diminuzione tale della loro resistenza che essi cedono sotto l'impeto dell'ondata senza poter reagire sulla medesima.

Finalmente, a misura che va scomparendo il rilassamento dei vasi e si ristabilisce il tono primitivo, questi reagiscono sempre più energicamente colla loro elasticità sull'ondata che cerca dilatarli, e si produce un'oscillazione manifesta delle loro pareti da cui dipende l'elevazione secondaria del dicrotismo.

Se poche osservazioni esatte bastano per combattere una teoria con cui essi si trovino in contraddizione, non vi è però alcun esperimentatore prudente che senza il corredo di lunghe esperienze osi formulare delle leggi.

Ora le nostre conoscenze sulle variazioni dell'elasticità

e delle proprietà vitali dei vasi non sono ancora tali da fondare scientificamente sopra di esse una dottrina completa del polso. Quando Marey, per mezzo dello sfigmografo, pose nelle mani de' medici uno strumento col quale ognuno può ottenere un'immagine fedele del polso, parve a tutti che la diagnosi delle malattie dovesse trarne immediatamente degli immensi vantaggi. Vi fu un'epoca di vero entusiasmo, in cui era generale la speranza che ogni malattia si rivelasse con un tracciato speciale, con una forma caratteristica del polso. Ma nelle stesse lesioni del cuore le speranze concepite non ebbero il successo che meritava uno strumento così ingegnoso, e fallirono le molteplici teorie emesse sulla natura del polso febbrile. In mezzo alla voga ed alla popolarità grandissima di cui godono le ricerche sfigmografiche è però facile riconoscere che i fisiologi ed i clinici rivolsero più direttamente la loro attenzione alla casui-

stica, anzichè all'analisi diligente dei fattori molteplici che costituiscono il polso e alle cause da cui dipendono le sue variazioni. Le presenti ricerche possono valere come un primo tentativo per dimostrare come si riesca di produrre localmente nell'uomo molte forme del polso che furono ritenute come tipiche di alcune malattie. Però solo quando questo studio sarà completo ed i fisiologi conosceranno tutta la serie delle cause molteplici che esercitano un' influenza sulla elasticità dei vasi, solo quando ci saranno meglio conosciuti i processi della vita nei vasi sanguigni, solo allora potrà la sfigmografia prendere il posto che le compete nella diagnosi di molti processi morbosi.

*Saggio critico delle ipotesi emesse per spiegare*

*la natura del catacrotismo.*

Si è scritto tanto sulla forma del polso, che oramai chi volesse accingersi ad una critica ragionata e minuta di tutte le numerose teorie proposte per spiegare la natura del dicrotismo e del policrotismo, dovrebbe uscire dai limiti necessariamente imposti ad una semplice memoria.

Sebbene un critico rigoroso possa senza troppi riguardi dichiarare che le teorie attuali sulla dottrina del polso sono incomplete, perchè non spiegano che una parte e talora nessuno dei fenomeni del polso, io credo più conveniente pel trionfo della verità e per quella deferenza, che desidero mi venga contraccambiata, di ricercare con diligenza le cause che possono aver generato un errore nella interpretazione dei fatti che sono la base delle teorie più recenti sul polso.

Le memorabili esperienze di E. H. Weber, intorno

all'applicazione della dottrina delle onde alla circolazione del sangue, e specialmente alla dottrina del polso » (1) possono considerarsi come il punto di partenza di un gruppo di teorie sulla natura del polso e del dicrotismo che distinguerò per brevità col nome di *teorie delle ondulazioni*. La luce che le ricerche di E. H. Weber gettarono sulla conoscenza delle onde, e i vantaggi che ne trassero la fisica e la fisiologia sono così eminenti che pure non accettando alla lettera tutte le opinioni espresse dal celebre anatomico di Lipsia, si è certi di non scemare l'importanza e la riputazione autorevole delle sue indagini.

Le nostre osservazioni si rivolgeranno del resto unicamente contro l'interpretazione che egli diede di alcuni fatti. E per dimostrare quanto sia profonda l'ammira-

zione che serbiamo pel più anziano dei fisiologi moderni e quanto apprezziamo l'esattezza che egli seppe ottenere coi mezzi i più semplici in un campo così difficile di esperienze, ci limiteremo a ripetere la critica fatta poco dopo la pubblicazione delle ricerche predette dal fisiologo di Halle, l'illustre Prof. A. W. Volkmann (2).

Dopo che Th. Young, nel principio di questo secolo, paragonò il polso al movimento delle onde che possono prodursi alla superficie di un'acqua corrente, od alle onde sonore che percorrono l'aria mossa dal vento, e distinse

---

(1) E. H. Weber. *Ueber die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislaufe des Blutes und insbesondere auf die Pulswelle – Berichte ueber die Verhandlungen der K. Sächsiche Gesellschaft d. Wissenschaften*, 1850, p. 164.

(2) A. W. Volkmann. *Beleuchtung einiger von* E. H. Weber *angeregten Streitfragen über Blutdruck und Blutbewegung*. Müller's, Archiv., 1852, pag. 287.

il *moto delle onde* come movimento di una forma, dal *moto della corrente* come movimento della massa, E. H. Weber giungeva con una serie memorabile di esperienze alle stesse conclusioni: « Quando due vasi pieni di acqua, così si esprime E. H. Weber, stanno fra di loro in comunicazione e la pressione dell'acqua in un vaso è 10 volte maggiore che nell'altro, deve, finchè siansi eguagliate le due pressioni, stabilirsi una corrente da quello in questo. Ora, giacchè la pressione che il sangue esercita sulle pareti nelle grosse arterie è circa 10 volte maggiore che nelle grosse vene, il sangue, fatta astrazione dal movimento delle onde che ha luogo nelle arterie, deve muoversi a traverso i vasi capillari nelle grosse vene, anche quando il cuore rimane immobile per un certo tempo e non vi è alcun movimento oudulatorio ». Se-

condo WEBER la causa del polso che si percepisce nelle arterie sarebbe unicamente dovuta al *movimento delle onde*. Contro questa proposizione, che vale ancora per la grande maggioranza dei fisiologi come un assioma, VOLKMANN opponevasi nel 1852 colle seguenti parole (1): « La dottrina » fondata dal mio sapiente amico (E. H. WEBER) che lo » scorrere del sangue sia indipendente dal movimento » delle onde del polso, mi valse per una lunga serie di » anni come un dogma indiscutibile, finchè le mie ri- » cerche continuate e diligenti, intorno al movimento » ondulatorio dell'acqua nei tubi elastici, cominciò a » farmi dubitare della solidità di questa dottrina; onde » nella mia Emodinamica sostenni in opposizione con » WEBER che: *il movimento delle onde e il movimento della* » *corrente del sangue sono due processi inseparabili nel sistema*

(1) Opera citata, pag. 302.

» *dei vasi sanguigni e che il procedere delle onde è qui il*
» *solo mezzo per fare scorrere il fluido* ».

Lasciando in disparte ogni disputa ulteriore intorno all'ultima espressione, che può sembrare troppo esclusiva, è però un fatto che l'opposizione fra questi due autori intorno alla natura del polso non potrebbe essere più completa.

Per Volkmann nella circolazione del sangue non si può separare il movimento delle onde da quello della corrente sanguigna, per cui la sensazione del polso sarebbe dovuta al passaggio reale di un'ondata sanguigna, nell'arteria; per Weber al contrario la pulsazione dell'arteria è semplicemente dovuta al passaggio di un'onda; e l'onda, per servirmi delle sue parole « non è in alcun
» modo un corpo che si muove, ma bensì una *forma*
» che si muove in un liquido ».

A scemare l'opposizione che trovasi fra questi due fisiologi si potrebbe aggiungere che WEBER non negò recisamente che nel polso manchi ogni trasporto della massa sanguigna. Infatti egli disse « le ripetute contrazioni del » cuore spingono innanzi solamente delle onde positive, » e ciascun'onda positiva muove le particelle liquide nel » senso della circolazione ed aiuta così il liquido a muo- » versi in giro ». Evidentemente però lo spazio che percorre la massa del sangue sotto l'impulso dell'onda non è che una parte minima di quello che WEBER attribuiva alla differenza di pressione fra le arterie e le vene.

La somma maestria, con cui egli seppe svolgere lo studio delle onde alla superficie dei liquidi e dentro i tubi elastici, diedero a E. H. WEBER tale autorità che la sua dottrina intorno al polso venne accettata senz'altro nella scienza: quantunque mancasse ogni esperienza per

dimostrare, che il polso fosse esclusivamente dovuto al passaggio di un'onda come forma di moto indipendente da ogni progressione reale della massa sanguigna.

La stessa opposizione fattavi da VOLKMANN non bastò a persuadere la maggioranza dei fisiologi che l'opinione di WEBER era una semplice ipotesi, ed essa divenne il punto di partenza di una serie di nuove teorie intorno al dicrotismo che meritano di essere prese in esame, perchè dominarono, fino ad oggi, la dottrina del polso.

La teoria di WEBER fu però la più semplice di tutte. Infatti, mentre egli sostiene che l'onda del polso ha una parte minima nella progressione della massa sanguigna e che la corrente del sangue dipende pressochè esclusivamente dalla differenza di pressione fra le arterie e le vene, ammise che l'onda del polso si estingue per mezzo delle molteplici riflessioni e delle grandi resistenze

mezzo delle moltiplici riflessioni e delle grandi resistenze che incontra nelle piccole arterie, e nel sistema dei capillari.

La teoria del polso divenne però subito più complicata, appena si potè osservare per mezzo dello sfigmografo, che i tracciati del polso, anche nello stato fisiologico, non erano così semplici quanto avrebbero dovuto esserlo pel semplice movimento di un'onda, che percorre in direzione centrifuga l'albero arterioso. Per spiegare il polso dicroto si ricorse all'ipotesi che esso dipenda dalla riflessione di un'onda che ritorna dall'estremità dell'aorta e delle arterie iliache al cuore. Fu così che nacque la teoria di Marey, che egli ripudiava ora sono pochi anni (1). Buisson cercò esso pure di spiegare il dicrotismo per mezzo di onde, che a traverso l'aorta passavano da una

(1) *Travaux du Laboratoire de* M. Marey, 1865, pag. 119.

arteria nell'altra. NAUMANN ammise, che il dicrotismo sia prodotto da un'onda che viene riflessa dalle valvole dell'aorta.

ONIMUS e VIRY credettero che il dicrotismo derivi dalla riflessione dell'onda primaria dalla periferia. Siccome sarebbe troppo lungo il voler riprodurre tutte le teorie emesse sopra questo argomento così, ricorderò per ultimo quella del LANDOIS, che gode ora il favore della maggioranza dei clinici tedeschi. Per non errare, citerò le sue stesse parole (1).

« Dopo che per mezzo della sistole ventricolare si pro-
» duce un'onda positiva dal sangue cacciato, la quale
» dilata rapidamente tutte le arterie procedendo in modo
» peristaltico dall'aorta fino ai più sottili rami arteriosi
» nei quali spegnesi quest'onda primaria, le arterie si
» contraggono nuovamente appena che non può più

» fluire il sangue per essersi chiuse le valvole semilu-
» nari. Per mezzo della elasticità e della contrazione
» attiva si esercita ora una contropressione sopra la co-
» lonna sanguigna. Il sangue è forzato di cedere. Scor-
» rendo verso la periferia esso non incontra alcun osta-
» colo, mentre verso il centro si ripercuote sulle valvole
» semilunari chiuse immediatamente prima. Per mezzo
» di questa ripercussione del sangue si genera una *nuova*
» *onda positiva* che propagasi di nuovo dall'aorta verso
» la periferia e si spegne nei suoi ultimi e sottilissimi
» rami. Nel caso in cui il tempo è sufficientemente lungo,
» perchè succeda intero lo sviluppo della curva del polso,
» si produce una seconda riflessione dell'onda nello stesso
» modo che si è già sviluppata la prima ».

---

(1) *Die Lehre vom Arterienpuls.* Berlin, 1872, p. 188.

Il principio stesso su cui fondansi gli sfigmografi ordinari, contribuì non poco nel dare un'apparenza di realtà a queste dottrine, rappresentando il polso come un'onda che percorre le arterie indipendente dal movimento di progressione della massa sanguigna. Lo strumento da noi adoperato, misurando direttamente l'aumento di volume che subisce l'antibraccio ad ogni pulsazione del cuore, ci forza a subordinare il concetto del polso non più ad un'onda, ma al movimento reale della massa sanguigna nei vasi. Allontanandoci dal concetto di Weber, noi ci avviciniamo a quello di Volkmann, ritenendo che l'onda, come forma di movimento, non può nell'uomo separarsi dall'ondata come traslazione materiale del sangue.

Essendoci riuscito di osservare chiaramente l'influenza grandissima che lo stato dei vasi esercita sulla forma del polso, credo ci sia permesso di considerare prive

del polso, credo di sia permesso di considerare privo d' importanza quelle teorie, fondate sopra esperienze fatte sugli apparecchi schematici, secondo le quali cercasi di inferire, che anche nell'uomo l'elasticità delle pareti non ha parte alcuna nella produzione delle elevazioni secondarie.

Le teorie sopraccennate hanno comune il difetto: I. di aver ammesso, come un fatto dimostrato, che il dicrotismo fosse dovuto al passaggio di un' onda periferica o centrale, mentre questo era precisamente quanto doveva dimostrarsi; II. di non aver preso in sufficiente considerazione alcuni elementi importantissimi del polso, come il movimento di progressione della massa sanguigna, la elasticità dei vasi e la resistenza, che essi presentano alla circolazione del sangue. Nello stato attuale della scienza, cogli immensi progressi fatti nello studio dei movimenti ondulatorii, si può pretendere, che, parlando

di un'onda, essa venga determinata con precisione misurando: I. l'ampiezza della medesima, ossia la lunghezza dello spazio che percorre per svolgersi intera; II. la durata, ossia il tempo che impiega per svilupparsi in tutta la sua lunghezza; III. la distanza reale che percorrono, nel senso della lunghezza, le molecole del liquido in cui si produce.

Questo studio, iniziato con tanto successo dai fratelli Weber, venne dopo coltivato con minor zelo, quantunque le dottrine predette potessero trovare unicamente in esso una base scientifica: e ciò è tanto più a deplorarsi in quanto che noi ci troviamo ora, grazie ai progressi del metodo grafico, in condizioni incomparabilmente più favorevoli. La misura esatta del tempo con cui si ripetono o trasformansi in due punti differenti di una medesima

arteria i varii fenomeni che costituiscono il tracciato del polso, è uno studio che non presenta più difficoltà, e di cui MAREY ce ne diede un esempio preclaro nella sua Memoria *Sul movimento delle onde liquide* (1). Spingendo egli con un colpo di stantufo una ondata liquida nell'interno di un lungo tubo elastico, vide formarsi per un impulso unico del liquido delle onde secondarie analoghe alle elevazioni catacrotiche del polso, che egli studiò nelle loro successive trasformazioni.

Quando pensiamo alla velocità somma con cui le onde devono muoversi nell'albero arterioso, perchè, secondo le esperienze di WEBER e MAREY, esse percorrono la lunghezza di 10 metri per secondo: quando pensiamo che la lunghezza di ciascun'onda è così grande che, stando alle parole di WEBER, una di esse avrebbe già percorso

(1) *Travaux du Laboratoire de* M. MAREY, année 1875, pag. 100.

la distanza di 3 metri, mentre il fine della medesima non sarebbe ancora uscito dall'aorta, troviamo affatto improbabile che il dicrotismo sia prodotto dal rimbalzo di un'onda alla periferia o nel centro della circolazione. Se è vero quanto risulta dalle esperienze di Weber e Marey, che un'onda lunga 3 metri si muove colla velocità di 10 metri per secondo, e di 14 o 15 metri secondo Landois (1) quando applichiamo lo sfigmografo sull'arteria radiale, il polso sarebbe formato dal continuo ripiegarsi di un'onda sopra se stessa. Ora, indipendentemente da quanto abbiamo già esposto, si può dubitare di questa supposizione, paragonando l'estrema semplicità del profilo ordinario delle pulsazioni colla forma complicatissima che dovrebbe avere il tracciato del polso, qualora risultasse dalla somma algebrica delle onde che

si ripiegano, si riflettono e si accavallano nella lunghezza del braccio, che è 3 o 4 volte minore di un'onda completa.

Non siamo del resto i primi che diano la massima importanza allo stato delle pareti vasali nella forma del polso. Dopo GALENO si ritenne da molti che il polso, così detto bigemino, fosse un fenomeno dipendente dalla elasticità dei vasi. Una dottrina analoga, che troviamo già accennata nel classico libro di fisiologia del LUDWIG (2); venne svolta ingegnosamente da DUCHEK (3), il quale dimostrò che il dicrotismo non si produce nè dal cuore, nè dall'aorta. Le nostre esperienze sulle variazioni locali del polso avendo messo in luce l'influenza profondissima,

---

(1) Opera citata, pag. 308.

(2) LUDWIG. *Lehrbuch der physiologie des Menschen.* Leipzig, 1861, vol. II, pag. 171.

(3) DUCHEK. *Untersuchungen über den Arterienpuls. Medizinisch.* Jahrbücher, 1862.

che l'elasticità e la vitalità delle pareti vasali esercitano sui caratteri del medesimo, riteniamo superfluo di raccogliere minutamente tutti i fatti osservati prima in favore di questa dottrina, che crediamo ora stabilita in modo inconcusso e definitivo. Ricorderemo solo per la loro importanza le due seguenti conclusioni di Duchek:

« La teoria della ripercussione delle onde del sangue sulle valvole aortiche, non può essere accettata nel caso in cui le valvole aortiche sono distrutte, come ebbi l'occasione di osservare in parecchi casi ».

« La supposizione di un doppio sistema di onde, le une dirette e le altre riflesse, è resa insostenibile dall'apparizione di quella forma particolare del dicrotismo, nella quale l'elevazione secondaria cade nel principio dell'ascensione primaria ».

Non insistiamo per brevità sull'importanza di queste obbiezioni e particolarmente della seconda, che risulta eziandio dalle nostre ricerche sul nitrito amilico: perchè lo scopo di queste ricerche, come abbiamo già detto, non è tanto di confutare le teorie precedenti, quanto di raccogliere nuovi materiali per fondare una dottrina più completa del polso. Noi ci limitammo per ora all'esposizione di nuovi fatti: prima di formulare delle leggi generali, aspettiamo di aver approfondito alcune questioni importanti, che vennero solo accennate o taciute del tutto nel presente lavoro.

Come le ricerche sull'elasticità costituiscono uno dei capitoli più difficili della fisica, per cui richiedonsi le più esatte indagini ed i calcoli più complicati, così anche lo studio del polso è una delle parti più difficili della fisiologia, quando ci accingiamo ad uno sviluppo analitico dei fenomeni fisici che lo costituiscono e delle varianti

di cui esso è capace nelle complicatissime condizioni che ci vengono fornite dall'organismo vivente.

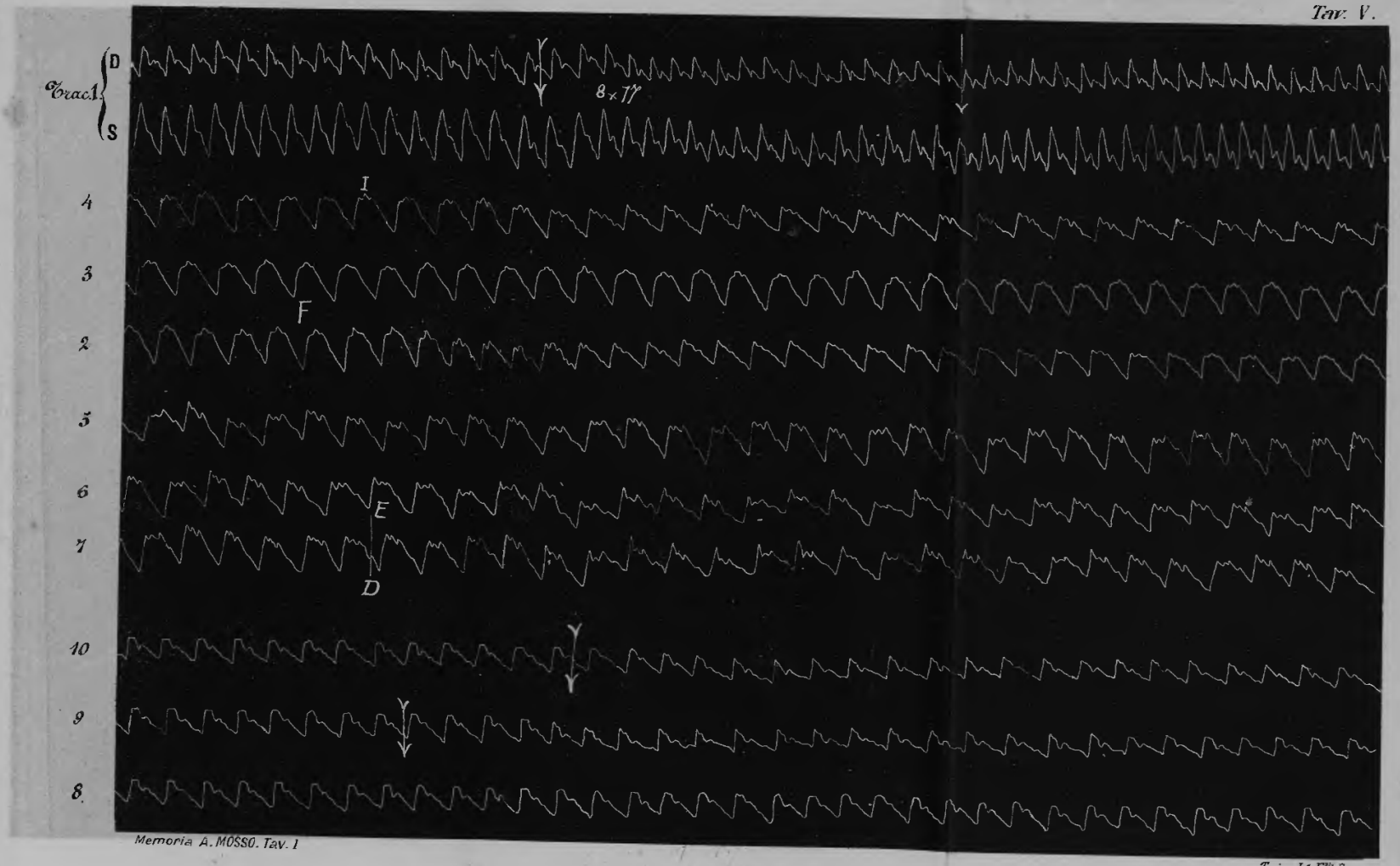
Noi continueremo dal canto nostro le indagini di cui abbiamo voluto dare un primo saggio con questa Memoria, nella speranza che vengano favorevolmente accolti i metodi di studio da noi proposti.

---

*L'Accademico Segretario*
A. Sobrero.

# Attività cerebrale

Tav. V.



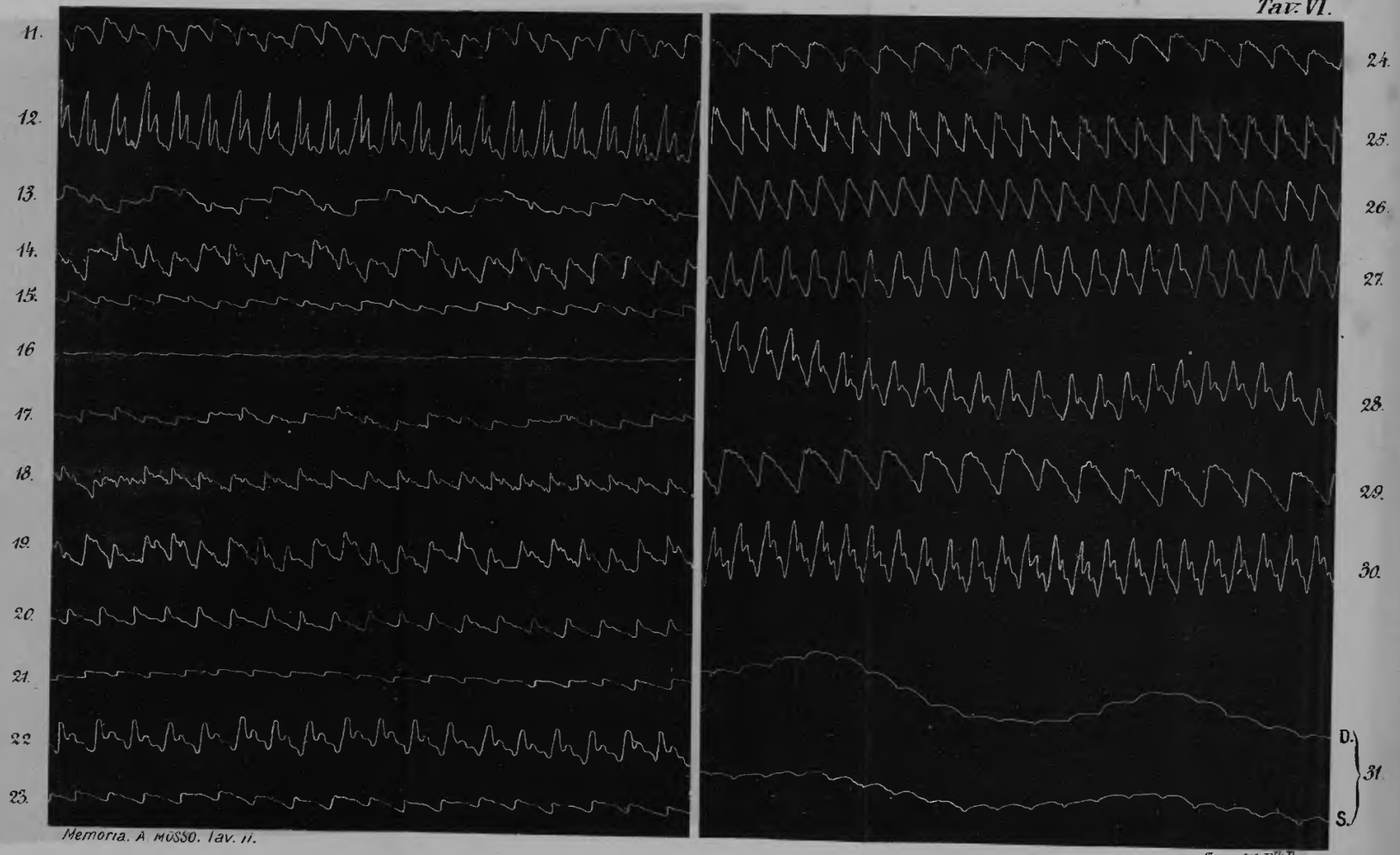

Memoria A. MOSSO. Tav. I

Torino, Lit. F.lli Doyen.

Variazioni nell'energia del polso.

Polso a digiuno e dopo colazione.

Tav. VI.

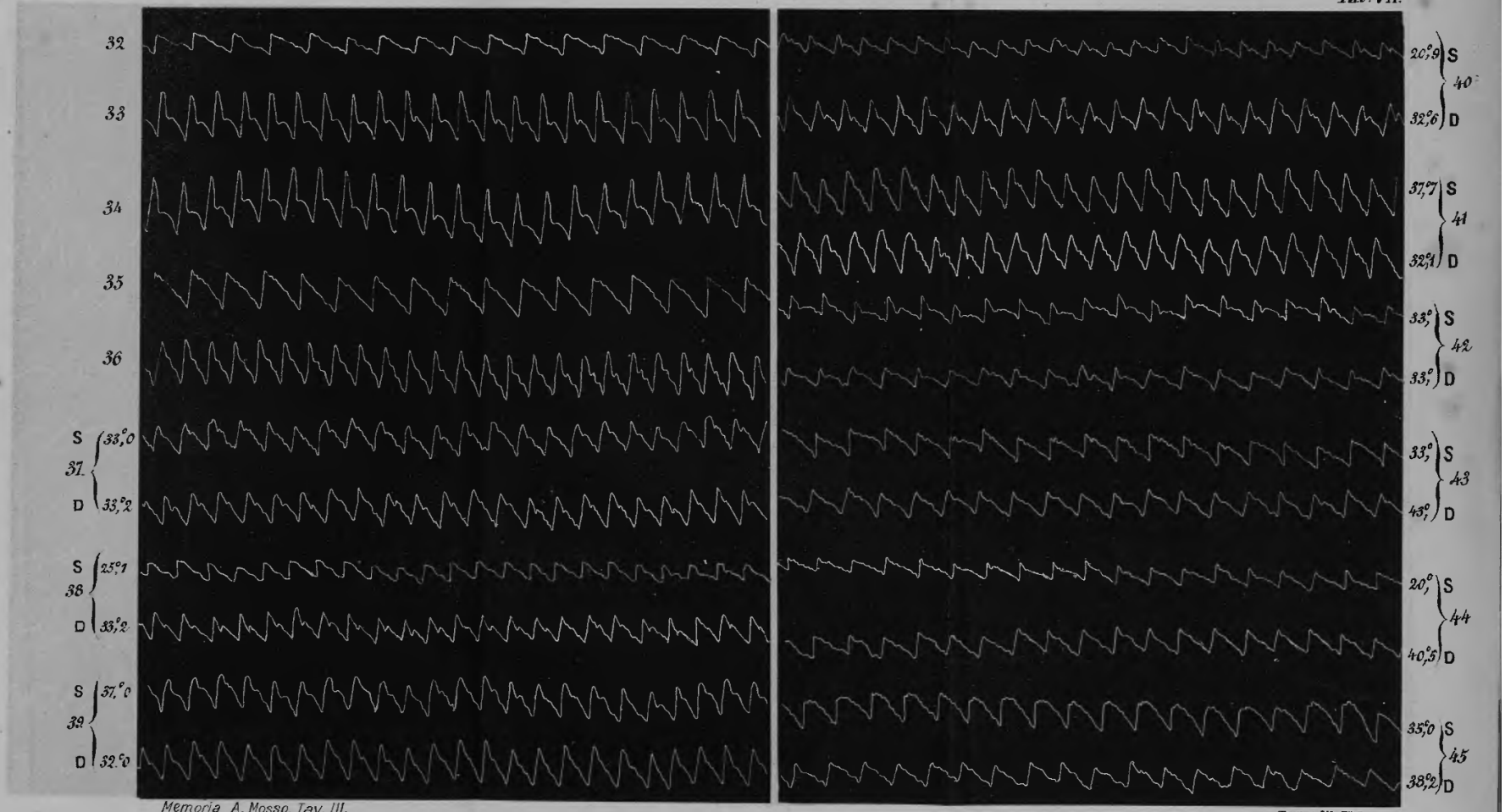



Memoria. A. MOSSO. Tav. II.

Torino, Lit. F.lli Doyen.

Influenza del cibo e della temperatura.

Tav. VII.

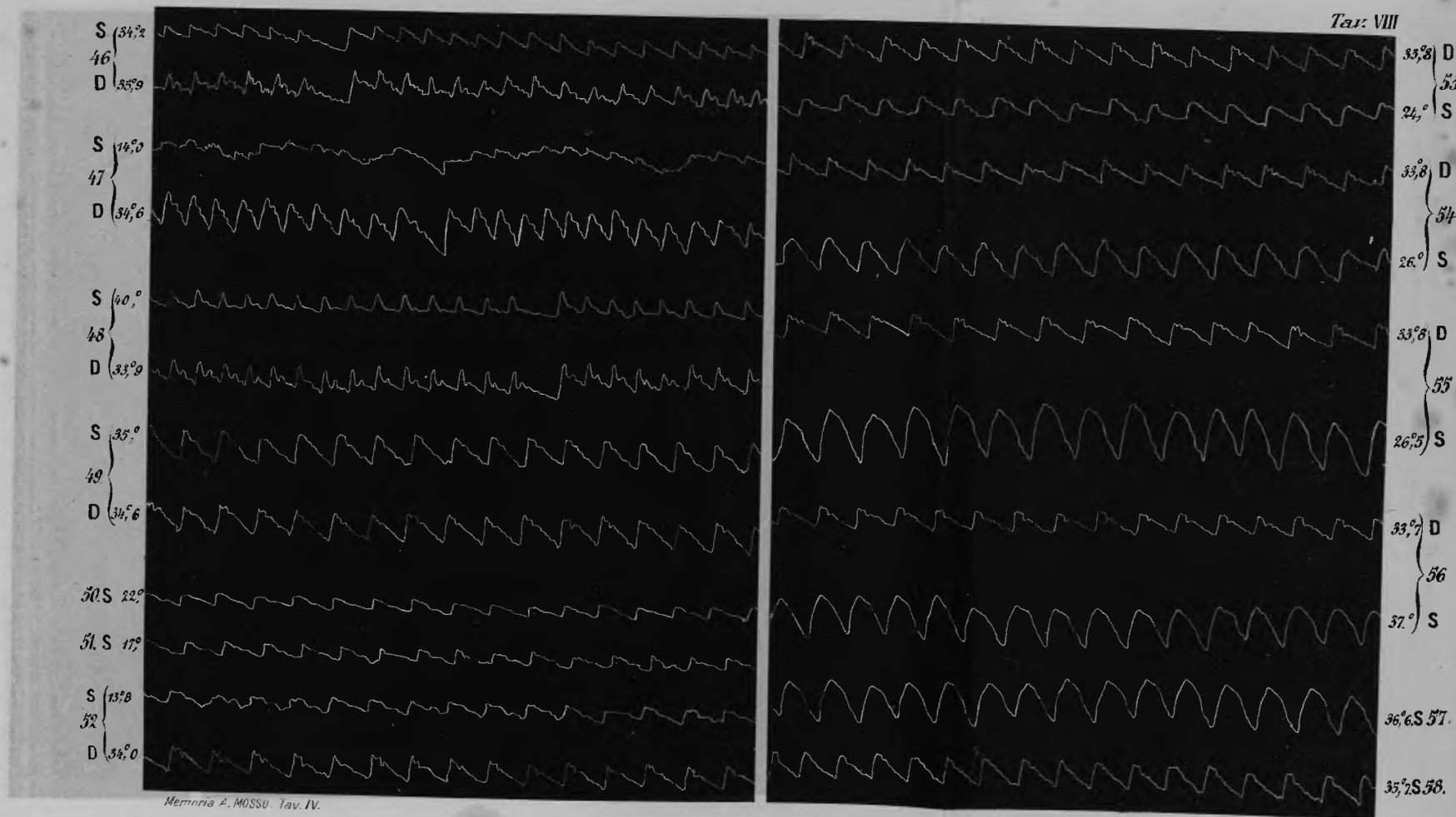



Memoria A. Mosso. Tav. III.

Torino, Lit. F.lli Doyen

# Influenza della temperatura

Tav. VIII

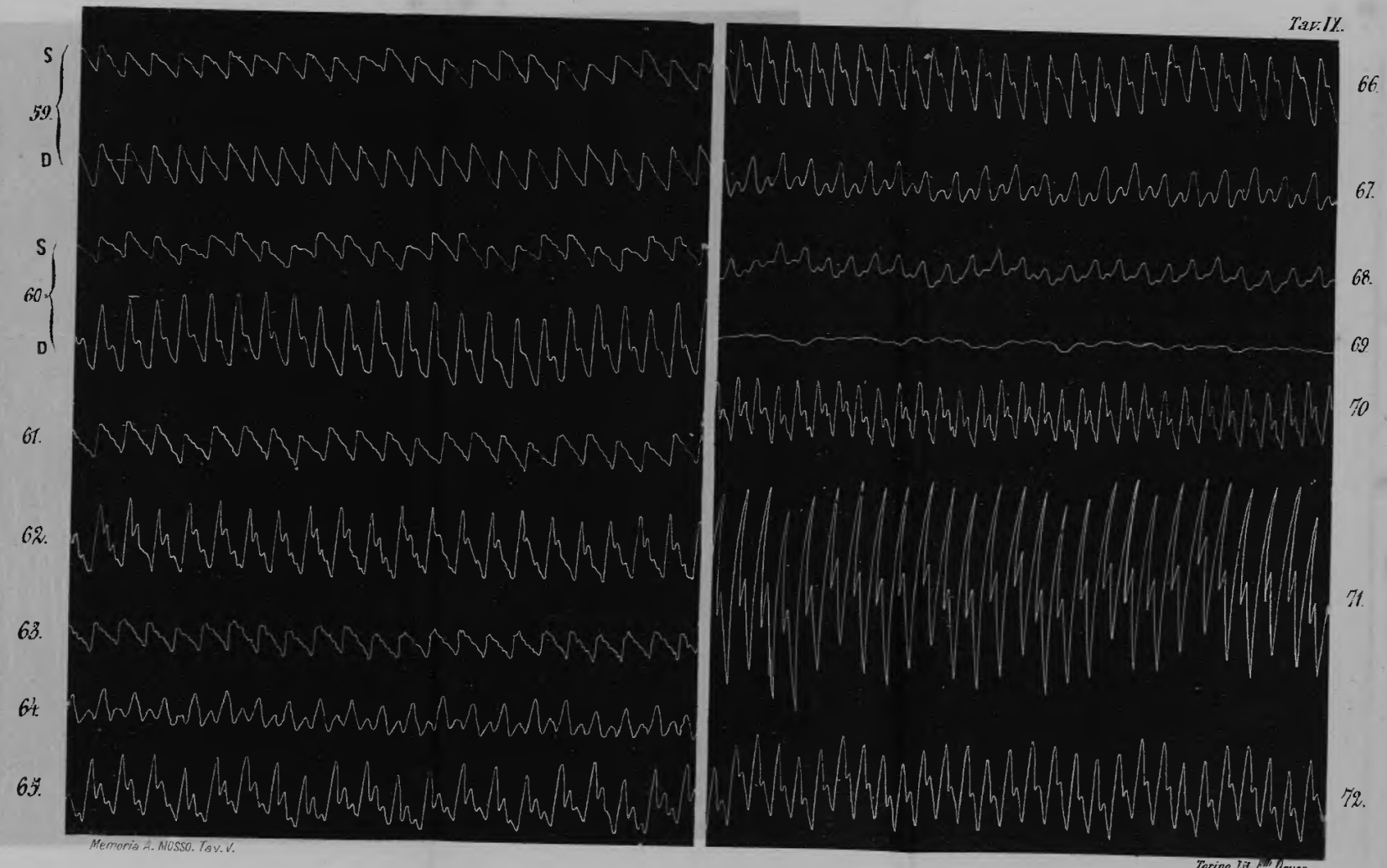



Memoria A. MOSSO. Tav. IV.

Torino Lit. F.lli Doyen

Pressione sui vasi.

Tav. IX.

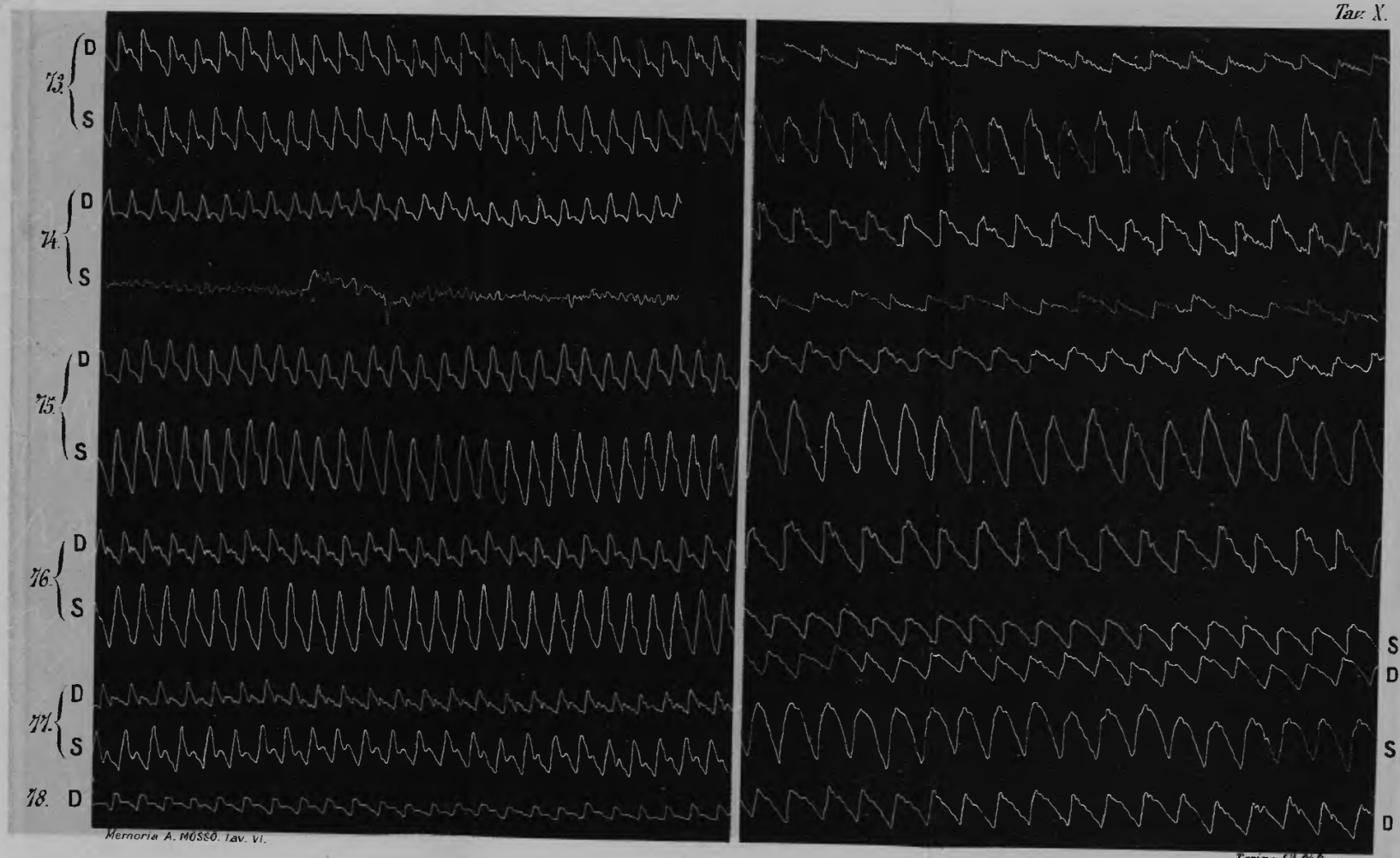



Memoria A. MOSSO. Tav. V.

Torino, Lit. F.lli Doyen

# Arresto della circolazione

Tav. X.

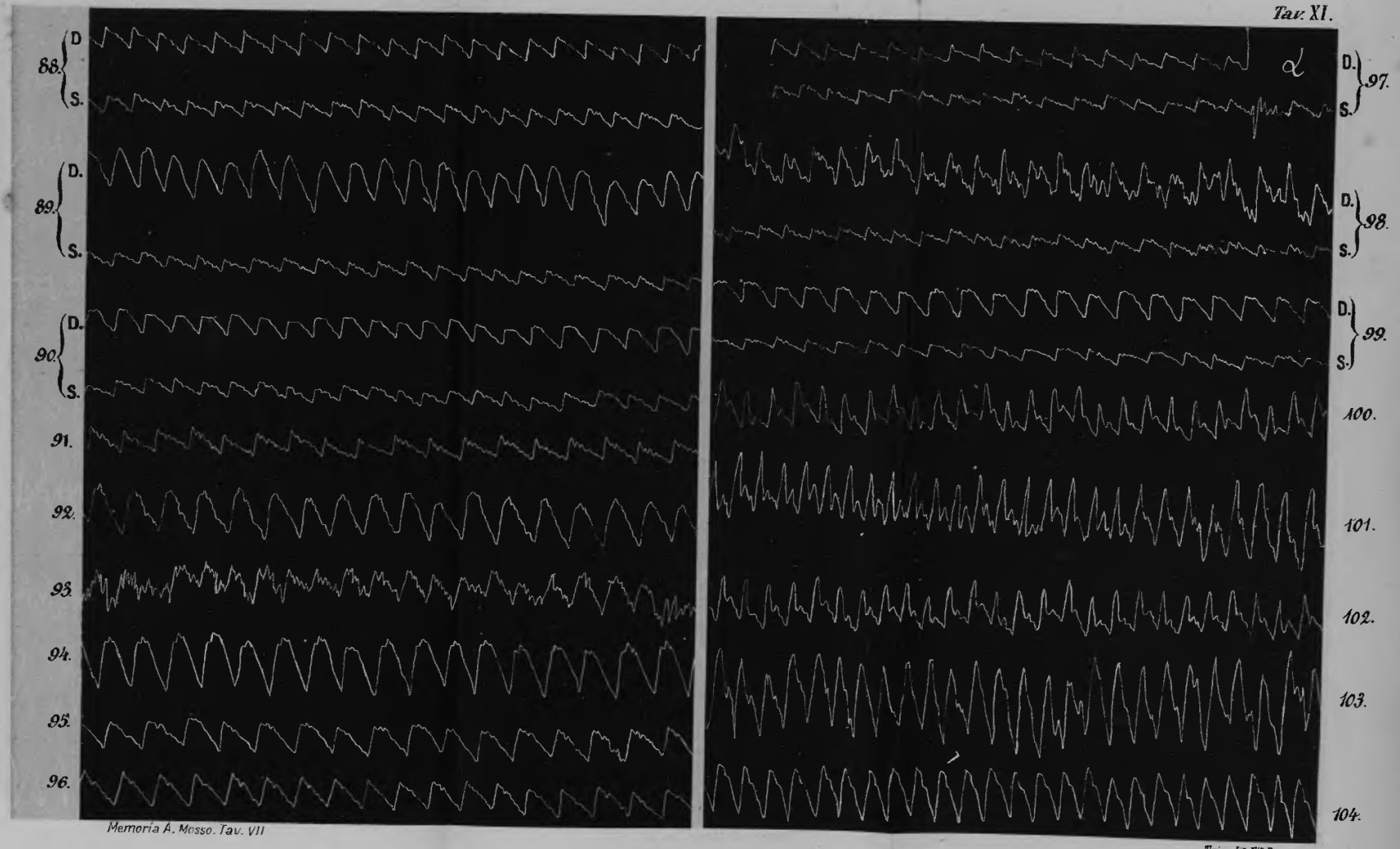



Memoria A. MOSSO. Tav. VI.

Torino, Lit. Fè Doyen.

# Contrazione muscolare

Tav. XI.

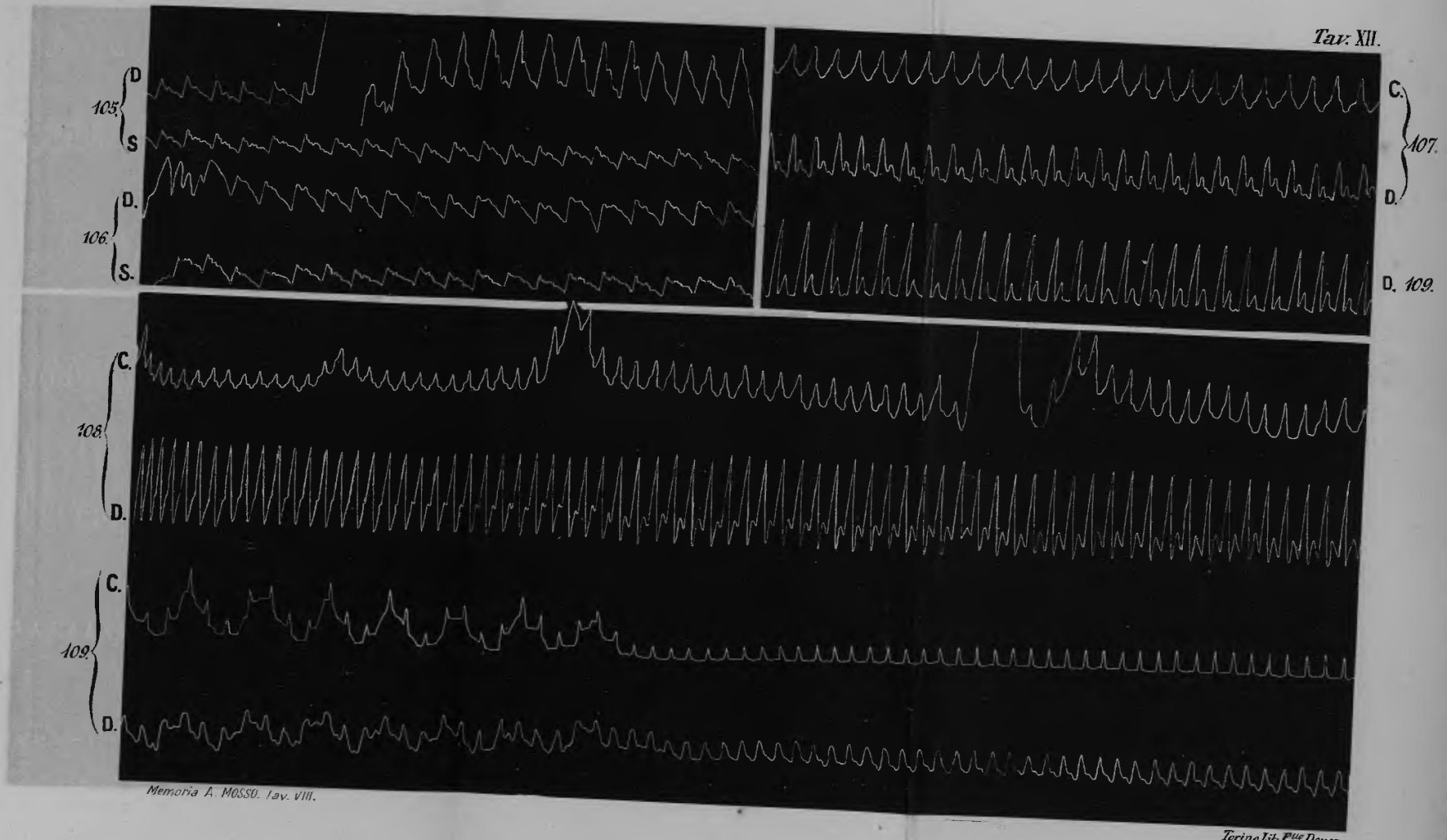



Memoria A. Mosso. Tav. VII

Torino Lit. F.lli Doyen.

# Nitrito d'Amilo.

Tav. XII.

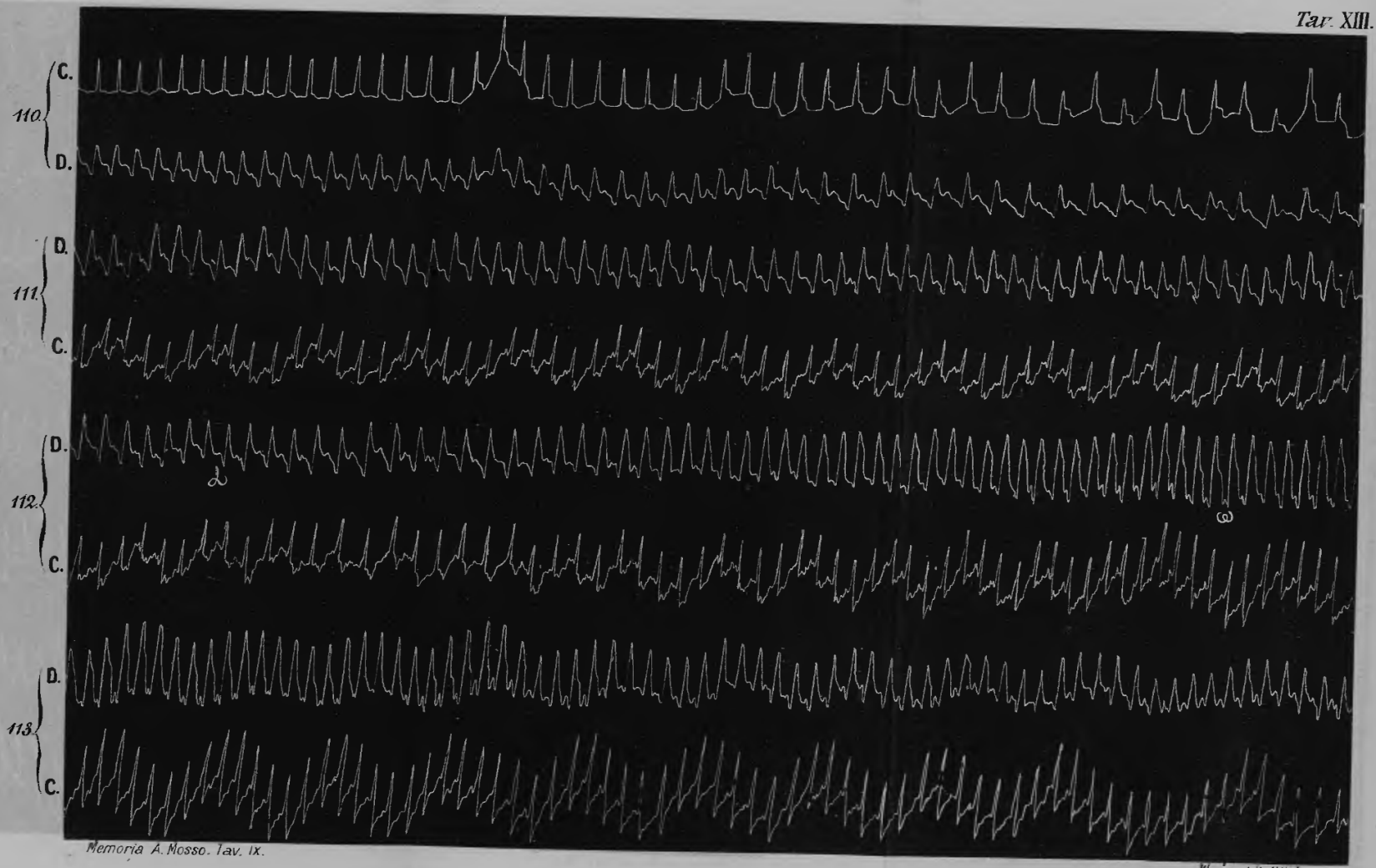



Memoria A. MOSSO. Tav. VIII.

Torino, Lit. P.lle Doyen.

# Nitrito d'Amilo.

Tav. XIII.

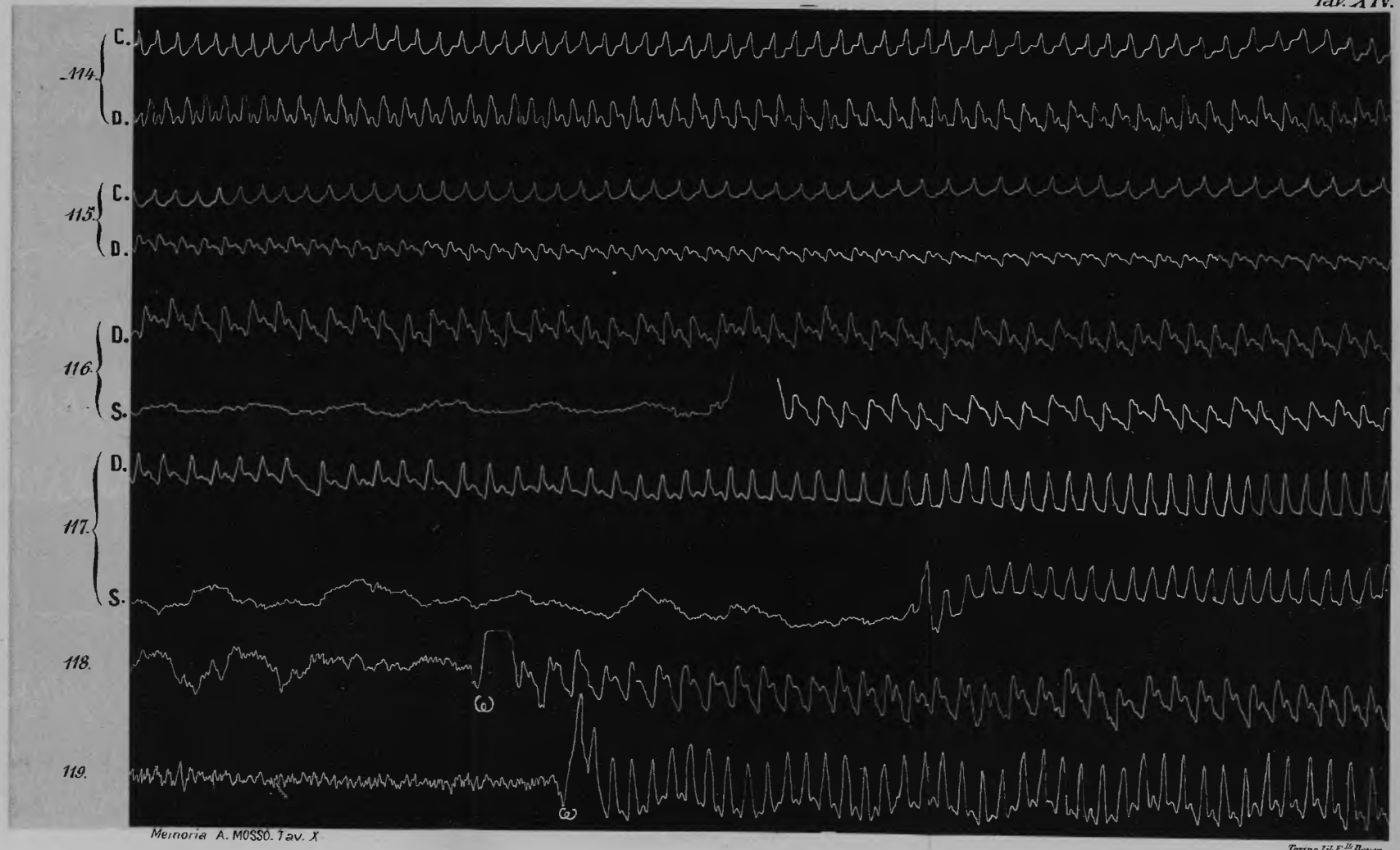



Memoria A. Mosso. Tav. IX.

Torino, Lit. F.lli Doyen.

# Apnea e Nitrito d'Amilo.

Tav. XIV.

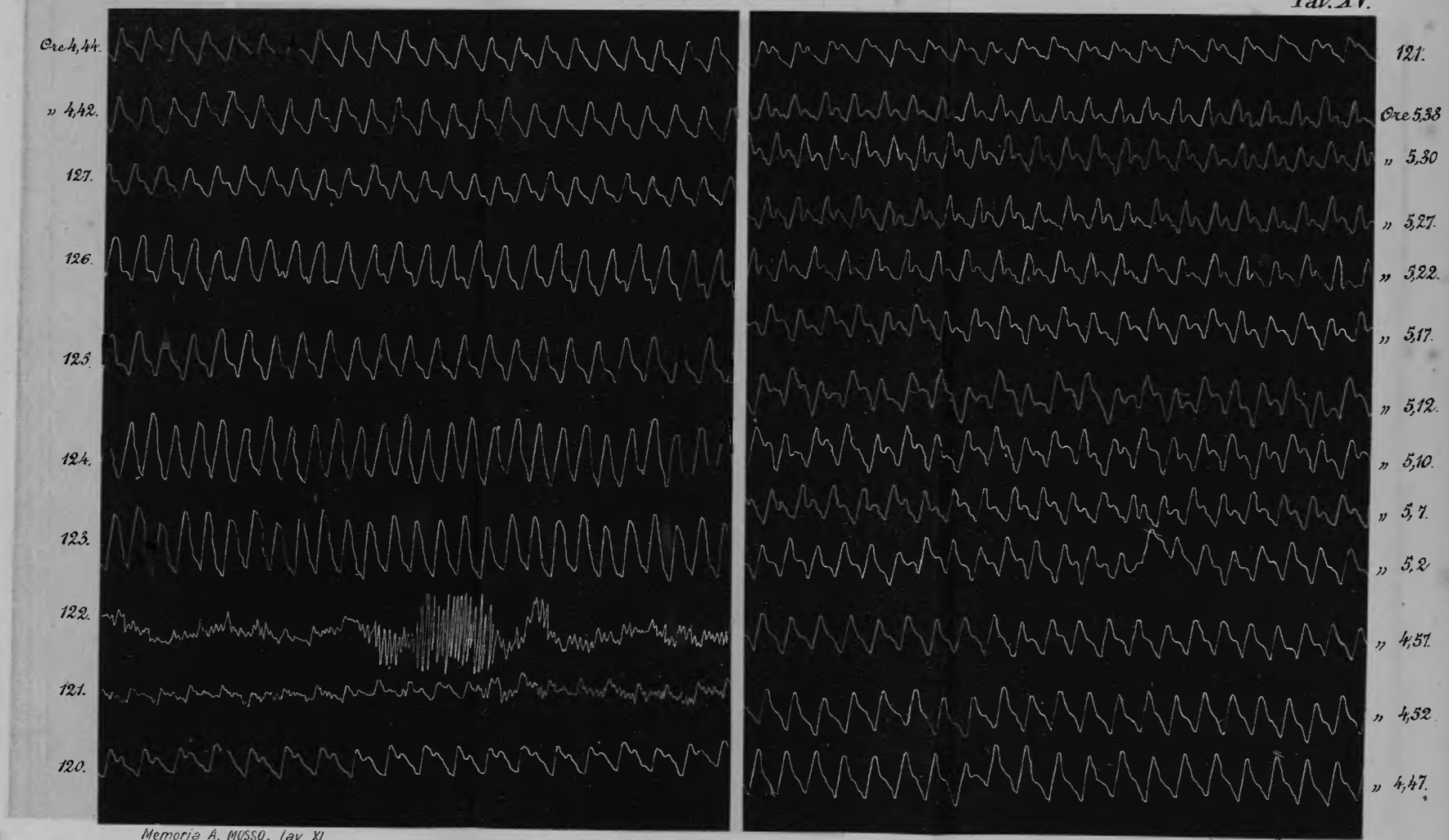



Memoria A. MOSSO. Tav. X

Torino Lit. F.lli Doyen.

# Febbre.

Tav. XV.




Memoria A. MOSSO. Tav. XI

Torino, Lit. F.lli Doyen.