

LA
TEMPERATURA
DEL CERVELLO

STUDI TERMOMETRICI

DI

ANGELO MOSSO

PROFESSORE DI FISIOLOGIA NELL' UNIVERSITÀ DI TORINO

Con 49 incisioni e 5 tavole fuori testo



MILANO
FRATELLI TREVES, EDITORI
1894.

I fenomeni psichici e di moto studiati in rapporto alla temperatura del cervello.

Lo studio dei fenomeni psichici fu come il cardine attorno al quale si aggirarono le mie esperienze sulla temperatura del cervello. Quasi in ogni capitolo di questo lavoro vi è qualche osservazione che riguarda i fenomeni psichici, ed ho già scritto su questo argomento la mia *Croonian Lecture*.

I rapporti tra la circolazione del sangue nel cervello ed i processi psichici possono riassumersi nei seguenti fatti. Durante l'attività cerebrale e l'attenzione si produce una contrazione dei vasi sanguigni alla periferia del corpo che può facilmente osservarsi nell'antibraccio e nel piede.¹ La forma del polso si modifica profondamente quando si passa dallo stato di riposo a quello dell'attività cerebrale.² In alcune persone che avevano un'apertura nel cranio³ e dove mi fu possibile studiare contemporaneamente i cambiamenti di volume del cervello e delle estremità, ho trovato che durante l'attività del cervello diminuisce il volume del braccio e del piede ed invece aumenta il volume del cervello. Nel capitolo XII vedremo alcuni esempi di questi mutamenti opposti che succedono nel cervello e nelle estremità durante le funzioni psichiche del cervello.

Sebbene l'attività della mente basti per sé sola a produrre un afflusso più copioso di sangue al cervello, osservai che gli au-

¹ A. Mosso, *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo*. R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XI, 1875. — Archives italiennes de Biologie. Tome V, pag. 130.

² A. Mosso, *Sulle variazioni locali del polso*. R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XIII, 1877.

³ A. Mosso, *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo*. R. Accademia dei Lincei. Memorie del 1879-80. Vol. V.

menti della temperatura cerebrale non stanno in intimo rapporto coll'attività maggiore della circolazione e colla temperatura del sangue.

Ho fatto per riguardo al sangue arterioso una serie di esperienze decisive delle quali riferisco un solo esempio. Quando si fa la tracheotomia ad un cane, la temperatura del sangue arterioso può diminuire anche di un grado, e, ciò malgrado, succede spesso un aumento della temperatura cerebrale.

Che si raffreddi il sangue nelle arterie, lo si capisce perchè la respirazione diviene generalmente più profonda appena fatta la tracheotomia. Essendo maggiore la quantità di aria che penetra nei polmoni la quantità di acqua che evapora diviene pure maggiore; e così abbiamo parecchie cause di raffreddamento che agiscono insieme. Anche se fosse eguale la quantità di aria respirata, il sangue arterioso diventerebbe egualmente più freddo perchè l'aria inspirata prima per riscaldarsi sottraeva il calore ai vasi sanguigni del naso e in generale alla testa, ora la sottrazione di calore, la subisce il sangue che attraversa i polmoni.

Esperienza del 23 aprile 1889.

TRACCIATO 33.

Un cane del peso di 25 chilogr. che trovasi da parecchie settimane nel Laboratorio, viene preparato nel solito modo.

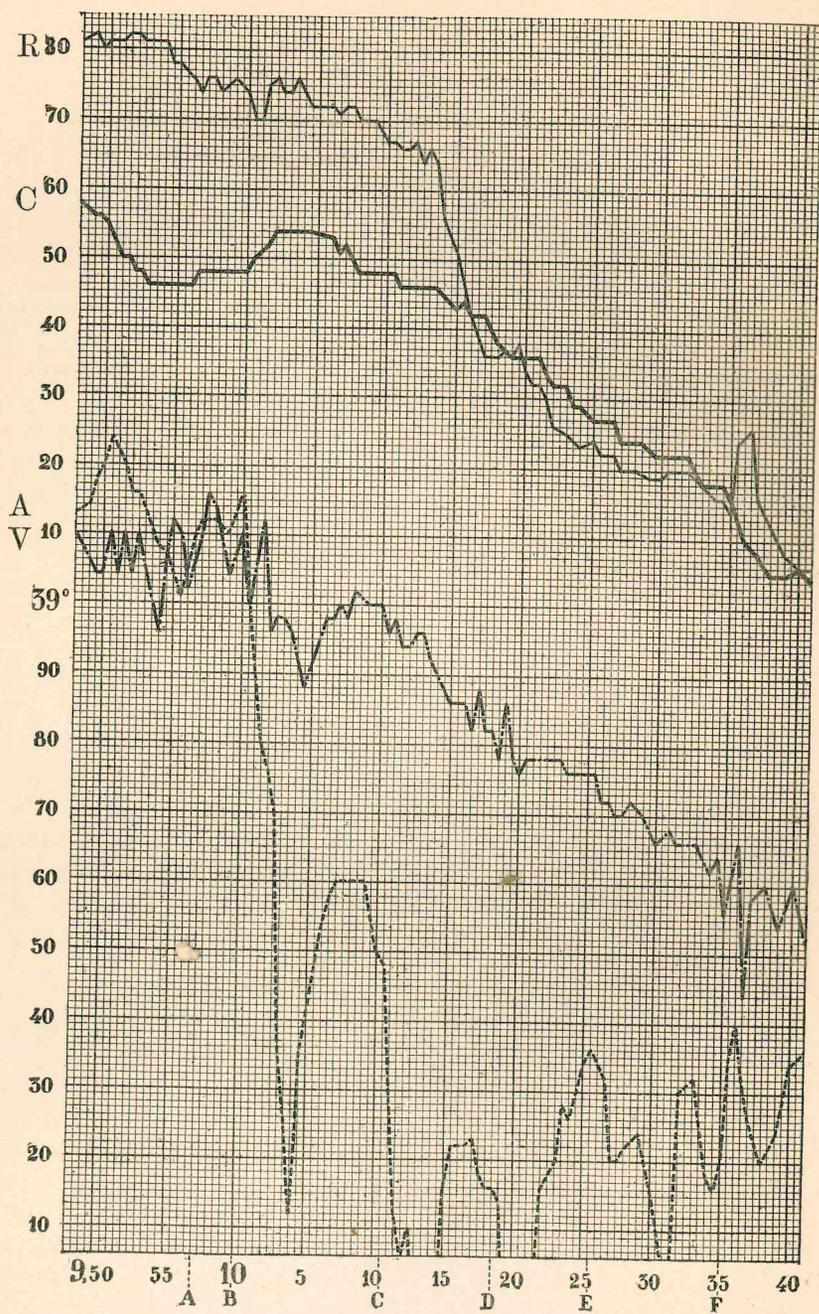
Il termometro nel cervello penetrò in vicinanza della scissura longitudinale, in corrispondenza del solco crociato. Attraversò tutto l'emisfero sinistro dall'alto al basso, dall'indietro all'avanti, dall'esterno all'interno, dividendo nel suo decorso il corpo striato sinistro, penetrando nel ventricolo laterale ed arrivando vicino al chiasma dei nervi ottici. L'emorragia fu relativamente piccola.

Si trovò all'autopsia il termometro introdotto nella giugulare che era penetrato sino a 2 centim. distante dall'orecchietta.

Un terzo termometro nella carotide oltrepassava col bulbo la biforcazione del tronco brachio-cefalico. Un quarto stava profondamente nel retto.

Nel cervello il termometro fu messo alle 9,24'. Alle 9,47' faccio una esperienza sul dolore e comprimo fortemente le gambe del cane, ma non osservasi alcun cambiamento nella temperatura del cervello; il sangue arterioso e venoso invece si raffreddano di 0°,04.

Il tracciato comincia alle 9,48'. Il cane non ebbe convulsioni, ma è molto irrequieto. Cervello = 39°,58. Retto = 39°,76. Carotide = 39°,15. Giugulare = 39°,12.



Esperienza del 23 aprile 1889.

Tracciato 33.

Ore 9,48'. Mentre il sangue arterioso si riscalda di $0^{\circ},15$, il cervello invece si raffredda in 4' di $0^{\circ},10$. Il cane diviene più tranquillo. La temperatura rettale rimane costante. Non so a cosa attribuire questo raffreddarsi del cervello. Il dubbio che si tratti qui di un esaurimento che succeda al dolore non mi sembra giustificato. Vedremo nell'ultima parte del tracciato seguente che per un dolore più intenso si produce un riscaldamento del cervello che dura più di 15'.

9,56',30". Il cervello comincia a riscaldarsi mentre si raffredda il retto e presenta un aumento anche il sangue arterioso.

9,57' in *A*. Si fanno delle forti grida nell'orecchio del cane senza alcun effetto per la temperatura cerebrale, che rimane $39^{\circ},64$.

Nel tracciato del sangue venoso si osservano delle forti oscillazioni di $0^{\circ},06$ fino a $0^{\circ},10$. Questi mutamenti della temperatura non corrispondono a delle variazioni nella intensità del respiro, ma piuttosto a dei movimenti del corpo, o a delle contrazioni dei vasi sanguigni che fanno arrivare al cuore del sangue più freddo. Nei polmoni questo afflusso di sangue più freddo si disperde senza modificare in modo sensibile la temperatura del sangue arterioso.

10 in *B*. Si fa la tracheotomia. Il sangue arterioso in 4' si raffredda di 1° . L'animale diviene tranquillo e respira profondamente. Il cervello si riscalda di $0^{\circ},06$. Il retto dopo una piccola diminuzione ritorna al valore primitivo. Il sangue nella giugulare si raffredda di $0^{\circ},20$.

Perchè si riscaldi il cervello non lo so. Potrebbe credersi un fatto psichico, ma è singolare che gli animali stanno più tranquilli appena fatta la tracheotomia. Si potrebbe pensare che la composizione del sangue siasi modificata essendo più attiva la respirazione, ma questo fatto mancò altre volte. Anche facendo respirare dell'ossigeno puro, non vidi prodursi un aumento della temperatura cerebrale.

10,4'. Il sangue arterioso torna a scaldarsi di $0^{\circ},48$ in 3', mentre l'animale è tranquillo.

10,7'. Si grida forte nelle orecchie del cane. Il cervello si raffredda di $0^{\circ},04$, senza che succeda nulla nella carotide, nel retto vi è un raffreddamento di $0^{\circ},02$. Il sangue venoso aumenta di $0^{\circ},02$. Il cane rimane tranquillo.

10,10',30" in *C*. Si torna a far dolore comprimendo le gambe anteriori con una tanaglia. Nel sangue arterioso era già cominciato un raffreddamento che divenne più forte, appena il cane cominciò a gridare ed a respirare con maggiore intensità. Il dolore dura 1', in questo frattempo il sangue arterioso si raffredda di $0^{\circ},50$. La temperatura del cervello non cambia. Il retto si raffredda di $0^{\circ},02$. Il sangue venoso di $0^{\circ},04$.

10,14'. Appare un forte e rapido raffreddamento nel retto del quale

non conosco la causa. Le curve del sangue venoso e del cervello non presentano alcuna traccia di questo raffreddamento e decorrono parallele con piccole oscillazioni.

10,18',30" in *D*. Si prova a far dolore servendosi di una corrente indotta. Gli elettrodi si applicano sulla gamba e sulle dita. L'eccitazione dura 1'. Succede subito un forte raffreddamento nel sangue di 0°,48. Non vi è effetto sulla temperatura del cervello, e sono di poco rilievo le variazioni nella temperatura del retto e del sangue venoso.

10,25',30" in *E*. Essendo l'animale rimasto fino ad ora profondamente tranquillo ci troviamo in condizioni favorevoli per fare un'altra esperienza sui processi psichici. Si grida forte nelle orecchie del cane, e si continua per un minuto a fare di tutto per spaventarlo. La temperatura del cervello rimane costante a 39°,26. Appena cessati i rumori, la temperatura cerebrale diminuisce di 0°,03 e dopo continua a decrescere.

10,35' in *F*. Chiudesi la trachea durante 1' per produrre un leggero grado di asfissia. Cresce immediatamente la temperatura del sangue arterioso e del retto, anche il sangue venoso si riscalda un poco, invece diminuisce la temperatura del cervello. Appena si apre la trachea torna a raffreddarsi il sangue arterioso. La temperatura rettale si abbassa solo dopo 30", il cervello continua a raffreddarsi. L'animale resta tranquillo.

In questa esperienza successe il raffreddamento di un grado nella temperatura del sangue arterioso in seguito alla tracheotomia e il cervello non si raffreddò, ma si è riscaldato di 0°,06. Questo prova che la temperatura del cervello è dentro certi limiti indipendente dalla temperatura del sangue arterioso. Volendo rappresentare la cosa con una immagine grossolana, possiamo dire che la massa della sostanza nervosa, paragonata ad una spugna, tiene nei suoi vani una quantità troppo piccola di sangue perchè modificandosi la temperatura di questo nei vasi sanguigni si modifichi subito la temperatura del cervello.

I processi chimici che succedono dentro alle cellule della massa cerebrale sono essi che danno al cervello la temperatura sua propria.

In questa esperienza si produsse tre volte il dolore, e per tre volte si cercò di produrre una emozione con delle grida prolungate. L'animale sentiva e reagiva intensamente modificando il respiro, ma nella temperatura del cervello, non si osservò un cambiamento costante e notevole.

L'influenza del dolore sulla calorificazione, sui moti del cuore e dei vasi sanguigni fu per la prima volta studiata da Mante-

gazza¹ e da Heidenhain.² Nella esperienza precedente abbiamo veduto che le sensazioni dolorose, la percezione di suoni forti e le emozioni non producono una modificazione notevole e costante della temperatura cerebrale.

Una sensazione più lunga di dolore produce una diminuzione della temperatura rettale di 0°,40 in 4'. Vedremo fra poco prodursi dei fenomeni eguali nell'uomo. Heidenhain³ ha già mostrato che la temperatura interna diminuisce in seguito ad una eccitazione dei nervi sensibili.

L'ultima esperienza sull'asfissia è interessante perchè ad un rapido aumento della temperatura rettale e del sangue arterioso vediamo corrispondere un raffreddamento del cervello.

Si potrebbe credere che nella precedente esperienza sia mancata la reazione termica per i fenomeni psichici perchè eravi una lesione grave del cervello. Che l'animale fosse sensibile non vi è dubbio, perchè esso reagiva coi movimenti delle estremità, e colle grida e per mezzo della contrazione dei vasi sanguigni. Del resto ho spesso veduto mancare ogni traccia di riscaldamento cerebrale anche nei cani che avevano il cervello intatto e dove il termometro era penetrato bene tra gli emisferi cerebrali.

Furono già riferiti nelle pagine precedenti i casi nei quali il termometro era in intimo contatto colla regione psicomotrice del cervello e dove mancò ogni aumento della temperatura cerebrale mentre l'animale era cosciente e guardava intorno.

Lo studio delle condizioni fisiche del cervello durante la sua attività presenta questo grave scoglio delle variazioni individuali che non sappiamo ancora come spiegare. Riferisco come esempio una esperienza presa dal gruppo di quelle dove ho trovato succedere un aumento della temperatura per l'agitazione volontaria, per i fenomeni psichici e per il dolore.

Esperienza del 28 maggio 1886.

TRACCIATO 34.

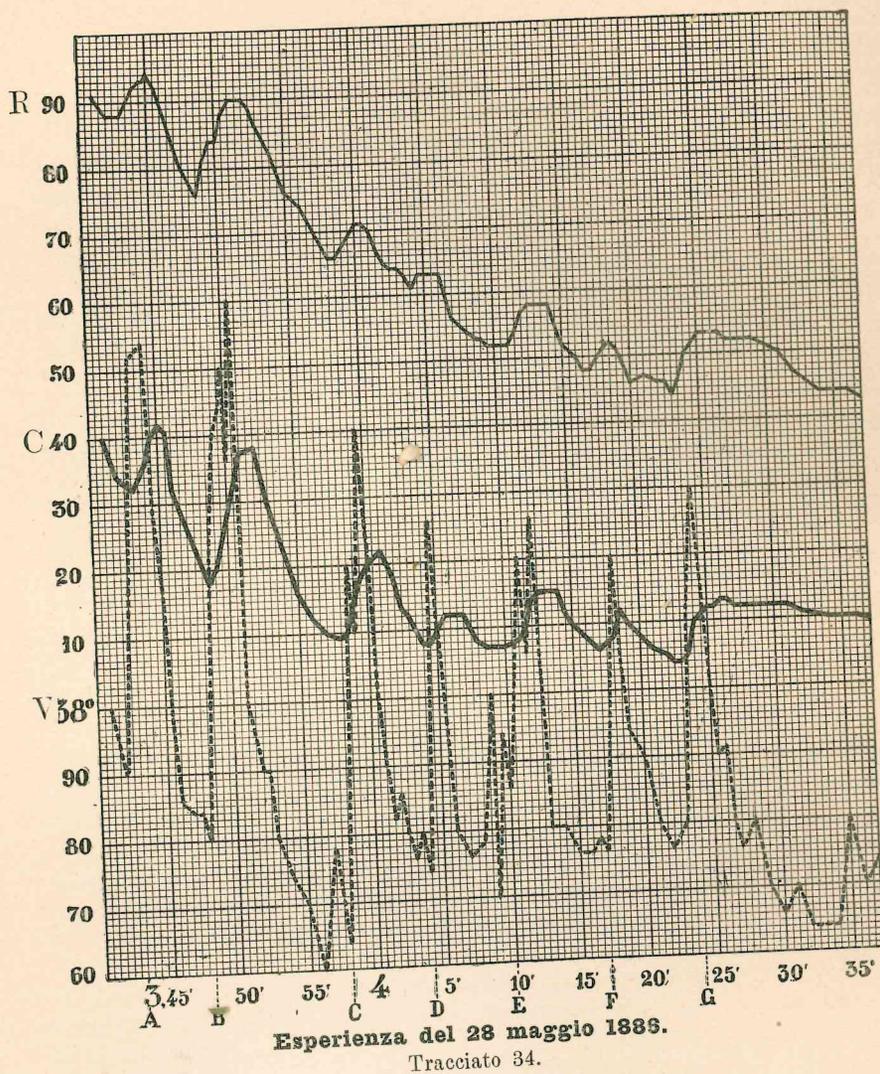
Cane volpino del peso di 8750 grammi cloroformizzato durante le operazioni preliminari. Un termometro dalla giugulare arriva fino vicino al cuore, un altro fu messo nel retto.

Nel cervello il termometro è penetrato nella circonvoluzione po-

¹ MANTEGAZZA, *Fisiologia del dolore*. Firenze, 1880.

² R. HEIDENHAIN, *Pflüger's Archiv*. IV Vol., pag. 350.

³ R. HEIDENHAIN, *Pflüger's Archiv*. III Vol., pag. 508.



steriore al solco crociato, attraversò l'emisfero destro, ed entrò nel lobo frontale sinistro. Nel suo tragitto il termometro rimase a qualche millimetro al davanti del ginocchio del corpo calloso.

Il tracciato comincia alle ore 3,41'. Nella parte precedente del tracciato, che non riferisco per brevità, si vede per tre volte successive crescere contemporaneamente la temperatura del cervello, del retto e del sangue venoso, tutte le volte che il cane si agita. Appena

l'animale si calma, diminuisce la temperatura dell'organismo. La respirazione anche nel riposo è frequentissima, 150 al 1'.

Ore 3,43' in *A*. L'animale si agita spontaneamente e grida forte. Cresce subito la temperatura del sangue venoso di 0°,64. Dopo 30" si riscaldano pure il cervello ed il retto, ma il cervello di 0°,10 ed il retto solo di 0°,05.

3,44'. Il cane è nuovamente tranquillo; e subito decresce la temperatura del sangue venoso. Il cervello ed il retto continuano a riscaldarsi fino alle 3,45' e poi si raffreddano anch'essi. Il cane tiene gli occhi chiusi durante il riposo.

3,48' in *B*. Torna a gridare e si agita. Cresce subito la temperatura del sangue venoso di 0°,70. Dopo 30" aumenta quella del cervello e del retto. L'aumento totale della temperatura nel sangue venoso fu di 0°,80 e durò 2'.

La temperatura del cervello continua a crescere fino alle 3,52', cioè per altri 2', dopo che già era tornata al valore primitivo la temperatura del sangue venoso. Così fece anche la temperatura del retto.

Questo ritardo lascia dubitare che qui non si tratti semplicemente di un fenomeno di riscaldamento passivo del cervello e del retto. Le osservazioni fatte prima e specialmente quella dei tracciati 10 e 33 ci dimostrarono che il raffreddamento passivo del cervello per mezzo del sangue è un fenomeno di pochissimo rilievo. In questo caso poi è probabile che l'aumento di temperatura del sangue venoso non arrivi fino al sangue arterioso.

L'animale era troppo piccolo e non ho potuto introdurre il termometro nella carotide, ma è probabile che succedesse qui quanto osservai in altri animali, cioè che il sangue arrivando più caldo al cuore destro si raffredda nei polmoni se l'animale respira attivamente.

Onde io ritengo probabile che nel cervello e nel retto di questo cane vi fu, mentre si agitava, una reale produzione di calore e non un semplice fenomeno di riscaldamento passivo.

L'essere l'aumento della temperatura in tutte queste osservazioni costantemente maggiore nel cervello che nel retto, sembrami un'altra ragione per far ritenere che non si tratta di un riscaldamento passivo. La prevalenza della temperatura cerebrale su quella del retto, quando l'animale si agita sarebbe un fatto importante dal punto di vista psicologico.

3,58' in *C* e 4,4' in *D*. Succedono altri due periodi di agitazione, cogli stessi mutamenti descritti prima, come risulta dal tracciato.

4,8'. Si grida con un portavoce nell'orecchio del cane. L'animale non si muove. Succede un fatto vasomotorio perchè si modifica la temperatura nella corrente del sangue venoso; nel cervello e nel retto non succede alcun mutamento di temperatura.

4,10' in *E*. Torna ad agitarsi e si ripetono i fenomeni descritti prima.

4,17' in *F*. Comprimo le dita della gamba posteriore destra per 5" in modo da produrre dolore. L'animale si agita. Questa volta vi è una differenza nel modo di comportarsi del cervello; perchè, appena riscaldatosi, subito si raffredda e la curva fa un angolo acuto. Il vertice delle altre termina ad angolo smuzzato.

4,24' in *G*. Faccio durare il dolore più a lungo per vedere come modificasi la curva della temperatura cerebrale. Le dita delle gambe posteriori vengono compresse durante 30", per mezzo di una tanaglia. La temperatura del sangue venoso cresce di 0°,50. Appena cessa il dolore, l'animale diventa tranquillo. La temperatura del sangue venoso diminuisce e scende sotto il calore primitivo. Non così il retto ed il cervello; quest'ultimo dopo 15' era ancora di 0°,05 più caldo di prima.

L'ultima parte di questa esperienza dimostra la verità di quanto venne detto prima: che cioè qui non si tratta di un riscaldamento passivo dovuto all'afflusso di sangue più caldo nel cervello. Il riscaldamento del cervello prodottosi in seguito al dolore persiste più nel cervello che nel retto, sebbene nel cervello agiscano con maggiore intensità le cause del raffreddamento. Qui si tratta di fenomeni simili alle conflagrazioni organiche descritte precedentemente.

Il fatto psichico del dolore, quando cessò, ha lasciato l'animale tranquillo ed immobile, ma nel cervello non si sono subito ristabilite le condizioni normali. Delle conflagrazioni simili le osservai spesso producendo una breve asfissia.

Mentre l'animale non respirava, era piccolo l'aumento della temperatura cerebrale. Poi quando riprendeva il respiro, il cervello si riscaldava di più, e si manteneva parecchi minuti sopra il limite primitivo della temperatura.

I risultati delle esperienze 33 e 34 si contraddicono sebbene le condizioni sembrino identiche. Questi due esempi ci dimostrano quanto siano grandi le differenze individuali e quanto complicati i fenomeni che qui studiamo.

Fu specialmente nell'uomo e nelle scimmie dove trovai in modo più evidente che i fenomeni psichici possono svolgersi senza che l'aumento di calore prodottosi nel cervello sia eguale alla millesima parte di un grado.

I fenomeni psichici quali si studiano tenendo desta l'attenzione o col dolore, producono effetti minimi sulla temperatura cerebrale in confronto di altre operazioni chimiche di natura ignota

che succedono nel cervello quando questo sembra in riposo. Nel capitolo V, tracciato 14, ho riferito le osservazioni fatte sopra di una scimmia in condizioni favorevoli per lo studio dei processi psichici.

I casi di risultati negativi e anche di un notevole raffreddamento durante l'attività cerebrale, sono però abbastanza numerosi. Per brevità non mi fermo a discutere queste osservazioni. Considero questi casi negativi come delle esperienze fatte in condizioni sfavorevoli, dove cioè i fatti concomitanti mascherano il fenomeno termico che si studia, e che per natura sua è debolissimo.

Si poteva supporre che il movimento della materia cerebrale, che costituisce la base dei processi psichici, producesse degli effetti termici più evidenti quando il cervello è più caldo: come ad esempio nella ipertermia prodotta dagli eccitanti o in quella che osservammo naturalmente per cause fisiologiche. I risultati furono contrari a questa supposizione. Gli effetti più evidenti sulla temperatura cerebrale li ottenni negli animali addormentati e in quelli che avevano delle temperature cerebrali basse. Ma anche qui furono così numerose le eccezioni che sarebbe temerario tirarne una legge.

Spesso ebbi occasione di osservare degli accessi epilettici senza sviluppo di calore nel cervello. Queste osservazioni sono importanti perchè dimostrano che lo sviluppo di calore nel cervello è dentro certi limiti indipendente dalle sue funzioni motrici.

Nell'uomo, nelle scimmie e ne' cani osservai pure che i movimenti volontari delle estremità non sono accompagnati da un mutamento costante della temperatura cerebrale. Anche quando il termometro era in contatto colla regione motrice del cervello, il cambiamento di temperatura per effetto di forti movimenti delle estremità rimase inferiore al $0^{\circ},001$.

In altre esperienze sugli animali, fatta la trapanazione del cranio da un lato, introducevo trasversalmente il termometro nel cervello fino a che toccasse colla punta le circonvoluzioni del lato opposto. Fissato il termometro, scoprivo col trapano la regione motoria nel punto corrispondente al bulbo del termometro. Vi applicavo sopra gli elettrodi e con una corrente indotta provocavo delle contrazioni nei muscoli corrispondenti. Anche in questi casi se la corrente era debole, non osservai che all'azione motrice corrispondeva un aumento della temperatura.

Queste osservazioni fatte sull'uomo e sugli animali dimostrano che per gli impulsi volontari di moto e quelli artificiali ottenuti colle correnti elettriche, il cervello funziona senza notevole svi-

luppo di calore. Il problema parevami tanto importante, che ho fatto molte osservazioni sugli animali in condizioni simili alle normali, per vedere se realmente manca lo sviluppo di calore nelle circonvoluzioni quando dalla regione motrice del cervello parte un ordine che fa contrarre le estremità.

In una scimmia introdussi il termometro tra gli emisferi senza ledere il cervello, e portai il bulbo in contatto delle circonvoluzioni riconosciute da Horsley come il centro del moto delle gambe. Ho ripetuto due volte questa esperienza con delle correnti deboli che producevano una contrazione leggera delle estremità posteriori, e non osservai alcun cambiamento nella temperatura del cervello.

Ho fatto attenzione quando la scimmia muoveva spontaneamente le estremità posteriori e non vidi che il cervello si riscaldasse neppure della millesima parte di un grado.

Dopo aver amministrato dei narcotici trovai che generalmente lo sviluppo di calore in seguito agli accessi epilettici è assai meno considerevole che negli animali normali: e ciò anche nei casi dove sembrano eguali per intensità le convulsioni epilettiche.

Non mi fermo ad esaminare la vecchia questione se l'epilessia abbia la sua sede nell'encefalo o fuori dell'encefalo.¹ Si può ammettere con Brown-Séguard² che la corteccia del cervello non sia il centro autonomo della epilessia, ma che dal cervello parta solo l'eccitazione la quale è capace di mettere in attività altri centri che producono poi l'accesso epilettico. Anche in questo caso però si deve ritenere in base alle osservazioni precedenti che i fenomeni nervosi che si diffondono nel cervello per agire sul midollo e produrre l'accesso epilettico, non danno luogo a sviluppo di calore.

L'attività delle cellule nervose che è necessaria a mantenere la coscienza non è probabilmente dissimile da quella che produce un impulso motorio e forse non cambia la natura e l'intensità del processo chimico per produrre dei fenomeni psichici o dei fenomeni motori.

La base dei processi psichici è molto probabile sia costituita da un movimento delle molecole nelle cellule del cervello quando la tensione chimica si trasforma in movimento nervoso appare libera una certa quantità di calore. Le misure termometriche da

¹ L. LUCIANI, *Sulla patogenesi della epilessia*. Rivista sperimentale di Freniatria, 1878.

² BROWN-SÉQUARD, *Comptes rendus*, 1892 — 12 sept.

me fatte sul cervello dell'uomo (capitolo XIV) dimostrarono che il ricambio materiale necessario per mantenere la coscienza produce delle modificazioni minime nella temperatura del cervello. Questo ci spiega perchè abbia così poca influenza sul termometro il passaggio dell'attenzione da una cosa all'altra. Anche il dolore che ci commuove così profondamente è un fenomeno che si produce nelle cellule del cervello senza una modificazione notevole della temperatura.

Osservazioni fatte sulla temperatura del cervello nell'uomo.

I. S. Lombard ¹ cercò per il primo di conoscere la temperatura del cervello nell'uomo servendosi delle pile termo-elettriche messe intorno al capo. Dopo vennero le ricerche di Broca che applicò esternamente dei termometri invece delle pile termo-elettriche. Sono note le critiche fatte a questo metodo da François-Franck, e quelle più recenti di Istamonoff ² dalle quali risultò che le misure della temperatura prese esternamente sul capo non hanno valore per studiare le variazioni della temperatura cerebrale. Anche penetrando profondamente nel condotto auditivo, il termometro indica solo lo stato della circolazione nella pelle. Una causa grave di errore sta in ciò che i vasi sanguigni della pelle si comportano in modo diverso da quello dei vasi del cervello. Per ragione di brevità non mi fermerò a parlare dei numerosi lavori che vennero pubblicati sulla temperatura cefalica. Citerò solo tra i più importanti quello di Maragliano ³ dove trovasi pure la letteratura di questo argomento.

Quando mi si presentò l'occasione favorevole per misurare la temperatura del cervello nell'uomo ho cercato prima di ogni altra cosa, se i cambiamenti della circolazione periferica modificassero in modo sensibile la temperatura del cervello. Conoscendo per gli studi precedenti fatti sull'uomo, quali siano le variazioni che subisce la circolazione cerebrale in condizioni fisiologiche, era

¹ LOMBARD, *Expériences sur l'influence du travail intellectuel sur la température de la tête*. Archives de Physiologie de Brown-Séguard, 1868, pag. 670.

² ISTAMONOFF, *Ueber die wechselseitige Beziehung zwischen den Temperaturschwankungen im äusseren Gehörgange und dem Blutkreislauf im Gehirn*. Pflüger's Archiv. Bd. 38, 1886, pag. 113.

³ E. MARAGLIANO, *La temperatura cerebrale*. Rivista clinica, Bologna, 1880.

importante decidere, se ad un afflusso più copioso di sangue al cervello corrispondesse un aumento della temperatura cerebrale; e se per contrario una diminuzione della circolazione sanguigna nel cervello, avesse per effetto un raffreddamento di quest'organo.

Trovai che nell'uomo la temperatura del cervello tende ad elevarsi quando vi è una contrazione dei vasi alla periferia del corpo; e viceversa diminuisce quando questi si dilatano. La cor-



Fig. 35. — **Delfina Parodi**
di anni 12.

rispondenza non è però tale da dover concludere che le modificazioni della temperatura cerebrale siano indissolubilmente congiunte coi mutamenti della circolazione cerebrale.

Riguardo ai fenomeni termici del cervello vidi confermato nell'uomo quanto fu già esposto nei precedenti capitoli per gli animali. Questa concordanza di risultati era prevedibile; ciò nulla meno l'aver dimostrato che vi è una corrispondenza completa nella termometria cerebrale tra i bruti e l'uomo, credo sia un

fatto importante per la fisiologia generale. Mercè la gentilezza del dottor Annibale Nota chirurgo primario dell'ospedale infantile Regina Margherita, ho avuto occasione di fare ripetutamente delle osservazioni sull'uomo. Sono lieto di poter ringraziare pubblicamente il dottor Annibale Nota e il dottor Luigi Dogliotti per l'aiuto volenteroso che mi prestarono.

In questo capitolo esporrò solo le osservazioni che ho fatto su di una fanciulla per nome Delfina Parodi di anni 12. Le storie delle altre persone nelle quali ho potuto mettere il termometro direttamente in contatto colle circonvoluzioni cerebrali saranno riferite successivamente.

Parodi Delfina di Susa, dell'età di anni 12, entrò nella sezione chirurgica dell'ospedaletto infantile il 16 agosto 1892.

La madre che l'accompagnava disse che cinque mesi prima la ragazza ricevette un colpo alla testa. Dopo d'allora la ferita restò aperta e soffrì di accessi convulsivi.

Al primo esame nell'ospedaletto infantile si constatò una ferita nella regione frontoparietale destra, e precisamente nell'unione della sutura coronaria colla temporo-parietale, questa ulcera aveva il diametro di 3 a 4 centimetri, di figura leggermente ellittica coll'asse maggiore diretto dall'avanti in dietro.

La ferita è profonda fino alle meningi. Dalle aperture dell'osso che davano comunicazione colla cavità interna del cranio usciva pus di cattivo odore. Il centro dell'ulcera era occupato da vegetazioni caseose. L'ammalata fu operata una prima volta all'ospedale levandole un sequestro di circa 3 centimetri. Il fondo della ferita occupato da fungosità caseose si dirigeva specialmente verso la regione sopra orbitaria. Raschiate dette granulazioni, la meninge si mostrò inspessita e perforata in un punto per il quale può passare uno specillo.

Così trattata, la ferita assunse buon aspetto e la fanciulla tornò a casa colla famiglia.

Il 27 febbraio 1893 ritornò all'ospedale colla ferita non chiusa e di aspetto fungoso. La madre dice che la fanciulla aveva ricevuto un altro colpo sul capo nello stabilimento dove lavorava; ma si erano manifestati degli ascessi tubercolari nel cuoio capelluto, il che prova che la malattia era sostenuta da un'altra causa che non fosse quella di traumi ripetuti.

Quando esaminai la Delfina Parodi mi fece l'impressione di una ragazza bene sviluppata e bene in forze, ma alquanto pallida. La fanciulla è svegliata di mente, cammina bene, la forza della mano destra misurata al dinamometro è di 13 chilogr., quella

della mano sinistra di 15. Non mi accorsi che vi fosse qualche cosa di anormale nel moto dei muscoli e della sensibilità nelle varie parti del corpo. Solo colle tavole di Snellen trovai che il *visus* era più debole nell'occhio sinistro. Il ritratto della fanciulla (fig. 35) indica come fosse l'aspetto della breccia del cranio quando io mi sono accinto allo studio della temperatura cerebrale.

Il fondo della ferita è pulsante e depresso nella posizione eretta e seduta. Quando si china o si mette coricata sul letto o sul tavolo delle operazioni colla testa più bassa delle gambe la cicatrice si gonfia e forma un tumore sporgente come una calotta sferica. Nel mezzo della cicatrice vi è un'apertura che rimane chiusa di per sé. Introducendo in essa una sonda quando la ragazza è coricata orizzontalmente escono 3 o 4 centimetri cubici di un liquido sieroso che è liquido cefalorachideo.

La sonda penetra fino alla profondità di 8 centimetri senza che l'ammalata se ne accorga; a questo punto si incontra una leggera resistenza e l'ammalata sente dolore.

Dalla direzione che prende la sonda credo che si penetra nella scissura di Silvio.

Il professore Carlo Giacomini che certo è una delle più grandi autorità in fatto di topografia delle circonvoluzioni cerebrali, pregato da me di esaminare questa malata fu anch'egli di parere che il termometro penetrasse nella scissura di Silvio, dirigendosi verso la parte basillare del cervello. Col termometro sentivasi infatti la resistenza delle circonvoluzioni cerebrali, e volgendolo verso l'occipite dopo averlo introdotto verticalmente era più facile il moto nella direzione della scissura di Silvio.

Per applicare il termometro mi servii di un tappo di sughero largo circa 6 centimetri e spesso 4. Vi feci dentro un foro del diametro di 4 mm. nel quale passava a dolce sfregamento il tubo del termometro. Questo sughero ed il termometro erano resi asettici tenendoli immersi in una soluzione di sublimato corrosivo.

In queste ricerche mi sono sempre servito per il cervello del termometro N. 13498, esso penetrava per la profondità di 5 centimetri nel cranio, 1,5 mm. erano dovuti al tubo, la rimanente parte era il bulbo del termometro.

Appena introdotto il termometro nel cranio si bendava la testa in modo che il tappo poggiava sui bordi della breccia e si era certi che il termometro penetrava con tutto il bulbo nella cavità craniana. Avevo di più quasi la certezza che buona parte di esso stava nella scissura di Silvio in contatto colle circonvoluzioni cerebrali. L'introduzione del termometro non produceva dolore e non usciva sangue dall'apertura esterna.

Nel retto introdussi il termometro 13497, perfettamente eguale a quello del cervello. Il termometro del retto aveva l'ampolla che toccava la pelle delle coscie: quella del cervello era nascosta nello spessore del sughero. Così il termometro del retto segna forse $0^{\circ},02$, o $0^{\circ},03$ in più del termometro cerebrale, ma la differenza è così piccola che non vale la pena di fare la correzione. Le temperature sono però ridotte al loro valore assoluto secondo le correzioni fatte col termometro campione.

Le osservazioni che ora riferisco fatte sulla Delfina Parodi sono importanti non solo perchè sono le prime a quanto mi consta che vennero eseguite con metodo esatto sull'uomo, ma anche perchè il termometro penetrando nella scissura di Silvio ci permetteva di eseguire delle misure termometriche in condizioni molto favorevoli.

Ammesso pure che il bulbo del termometro non toccasse la sostanza del cervello in tutta la sua lunghezza esso era immerso completamente nel liquido cefalorachideo e traduceva a questo modo indirettamente le variazioni di temperatura delle circonvoluzioni cerebrali vicine.

Prima osservazione fatta su Delfina Parodi, il 25 giugno 1893.

TRACCIATO 36.

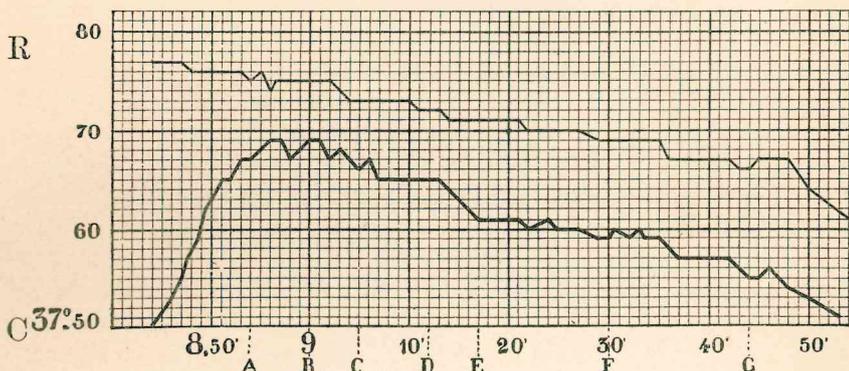
Temperatura della camera alle ore $8,30' = 24^{\circ},8$. La ragazza non ha ancora fatto colazione. Si introduce il termometro N. 13498 nel cranio alle ore $8,35'$, esso penetra dentro alla breccia per la profondità di 5 centimetri; l'ammalata non si lagna di alcun dolore. Applicato bene il tappo sui bordi della breccia si fascia con una benda di garza, in guisa che il termometro resta perpendicolare alla superficie del cranio. L'ammalata rimane distesa sul letto, colla guancia sinistra poggiata sul capezzale. Alle $8,38'$ si introduce un altro termometro eguale nel retto.

Ore $8,45'$. Comincia il tracciato. La temperatura del cervello continua a crescere sebbene il termometro sia già a posto da $10'$. Osservando il termometro per $10'$ vediamo che la temperatura del cervello cresce di circa $0^{\circ},20$ dalle $8,45'$ alle $8,55'$, mentre invece il retto si raffredda di $0^{\circ},04$. La temperatura del cervello, alle $8,56'$ era $= 37^{\circ},69$, quella del retto $= 37^{\circ},74$.

La prima idea è che si tratti qui di un riscaldamento passivo, cioè che, avendo prima tolta la fasciatura della medicazione, il cervello siasi raffreddato, e che ora, riapplicata un'altra fasciatura col tappo, si impedisca l'irradiazione e il cervello torni lentamente a riscaldarsi.

A me sembra che sia un'altra la spiegazione. Prima di tutto perchè osservai la medesima elevazione anche quando ebbi cura di impedire il raffreddamento del cranio, ed applicai il tappo con una nuova fasciatura appena levata la fasciatura della medicazione. Ammesso che in questo caso possa esservi stato un raffreddamento e che la differenza reale tra la temperatura del cervello e del retto sia di circa $0^{\circ},10$ come osservai dalle ore 9,20' alle ore 9,50', si deve pure ammettere che l'eccitazione meccanica prodotta dalla introduzione del termometro abbia prodotto un aumento della temperatura cerebrale, perchè alle ore 9 il cervello è solo $0^{\circ},06$ più freddo del retto. Le ragioni di questo aumento sono complesse ed è probabile che vi partecipi anche la emozione forte.

L'ammalata era sola in una stanza e noi evitando ogni rumore e



TRACCIATO 36. — **Delfina Parodi.**

25 giugno 1893.

ogni cosa che potesse tener desta la sua attenzione procuravamo di lasciarla tranquilla.

8,54' in *A*. La facciamo parlare circa 2' per raccontarci la storia della sua malattia. La temperatura del cervello continua ad aumentare colla stessa rapidità di prima; il retto che era prima diminuito di $0^{\circ},01$ in 1', aumenta di $0^{\circ},01$ mentre l'ammalata parla. Diminuisce di $0^{\circ},01$ nel minuto successivo e mentre l'ammalata parla; e dopo 3' alle ore 8,57' è ritornato al valore di prima. Il cervello si raffredda di $0^{\circ},02$ dopo 1' che l'ammalata ha cessato di parlare. Senza causa nota si rialza la temperatura del cervello e alle ore 9 in *B* ha raggiunto la temperatura primitiva.

Ore 9, in *B*. Stringe forte la mandibola ripetutamente come se volesse masticare. Questi movimenti durano 1' mentre osservasi il ter-

termometro per vedere se producesi calore: ma non si osservò alcun cambiamento. Appena cessato il movimento che durò 1', diminuisce di 0°,01 la temperatura del cervello.

9,5' in *C*. Dopo un periodo di silenzio si fa nuovamente parlare la fanciulla. Il cervello si riscalda di 0°,01. Succede una inspirazione profonda come un sospiro, il cervello si raffredda di 0,02 e dopo rimane costante per 5'. Il retto tende pure a raffreddarsi.

9,12' in *D*. Stringe forte le due mani per 1', la temperatura del cervello rimane costante per tutto il tempo che dura questo esercizio, e anche nel minuto successivo.

Era grande la mia aspettazione, nell'applicare dei termometri tanto sensibili in contatto col cervello umano, ma ebbi una delusione per quanto riguarda i fenomeni psichici e motori. Benchè il termometro fosse in prossima vicinanza e forse a contatto coi centri del linguaggio articolato, col centro dei movimenti della faccia e dei muscoli della estremità superiore, non mi riuscì di osservare alcun fenomeno termico, quando queste parti del cervello entrarono in attività.

Se vi fu un aumento della temperatura nel cervello quando la fanciulla stringeva le mani, o contraeva fortemente i muscoli masticatori, questo deve essere stato inferiore a 0°,001.

L'essersi riscaldato il cervello in *C* mentre la fanciulla parlava non è un fatto al quale si possa dare molto valore, perchè un eguale aumento di 0°,01 si produsse senza causa nota alle ore 9,2' ed alle 9,22'.

Riusciti inutili questi primi tentativi si cerca di produrre una emozione più forte. Il dottor Nota dice alla ragazza (in *E*) che presto dovrà aprirle la ferita ed esportarle un pezzo del cranio. L'ammalata non si mosse e non parlò; la temperatura del cervello rimase stazionaria e così quella del retto. In seguito a questo risultato negativo concludemmo che la ragazza trovavasi già in istato di tale apprensione che una simile notizia non aggiungeva più nulla allo stato suo di eccitazione.

9,23' in *F*. Conta forte fino a 100. La temperatura del cervello e del retto non cambiano. Dopo 1' alle 9,30' succede un aumento di 0°,01, e diminuisce di 0°,01 nei due minuti successivi. Questa variazione non credo dipenda dal lavoro psichico compiuto, perchè subito dopo succede un'altra elevazione eguale senza ragione apparente. Alcune volte osservai che queste oscillazioni corrispondono a movimenti del respiro più profondi: altre volte però manca tale coincidenza.

Prima di finire questa esperienza si tenta una emozione più forte. Il dottor Nota (in *G*) le dice in tono brusco che si muove troppo e

ordina che vadano a prendere il cloroformio per addormentarla. Si produsse subito un aumento di $0^{\circ},01$, nel cervello e nel retto. L'ammalata per paura che le dessero il cloroformio era diventata così irrequieta che si dovette sospendere l'osservazione, e levare i termometri.

Il fatto che presentasi più spiccato nel tracciato 36 è il riscaldamento iniziale del cervello dovuto probabilmente alla eccitazione meccanica ed alla emozione dell'ammalata.

I fenomeni psichici e di moto non esercitarono una influenza manifesta sulla temperatura del cervello. Solo la forte emozione prodotta dalla paura di essere cloroformizzata produsse l'aumento di $0^{\circ},01$ della temperatura cerebrale seguito da un più rapido raffreddamento di quest'organo. Nel retto il riscaldamento durò più a lungo.

Contrariamente alla curva normale delle variazioni diurne della temperatura, vediamo che in questo tracciato 36, preso nelle ore del mattino, vanno raffreddandosi invece di essere in aumento le temperature del cervello e del retto.

In un'ora vi è una diminuzione di $0^{\circ},15$. È probabile che anche questo sia un disturbo succeduto nella curva normale per effetto della emozione. L'ammalata che non aveva fatto colazione temeva che le avrebbero fatto qualche cosa, e forse la temperatura aveva già raggiunto il suo massimo per il fatto psichico, quando noi cominciammo le osservazioni.

Delfina Parodi.

Osservazioni del 26 giugno 1893.

TRACCIATO 37.

Temperatura della camera ore 4,15' = $22^{\circ},7$. L'ammalata soffriva di una leggera angina ed aveva le tonsille arrossate.

Il termometro N. 13498 viene introdotto nel cervello alle ore 4,11'. Si fa la fasciatura nel solito modo e subito dopo, coricatasi la fanciulla sul fianco sinistro, si introduce il termometro nel retto. Il tracciato comincia alle 4,19' dopo 8' che i termometri sono a posto. Temperatura rettale $38^{\circ},24$. Cervello = $38^{\circ},14$.

Questa temperatura elevata non è dovuta esclusivamente all'angina, ma si deve attribuire in parte alla forte emozione che teneva in apprensione l'ammalata. Le si era detto il giorno precedente che oggi le si sarebbe fatta un'operazione, e, quantunque non fosse vero, ella aveva pianto, e si era dovuto portarla nella camera di osservazione.

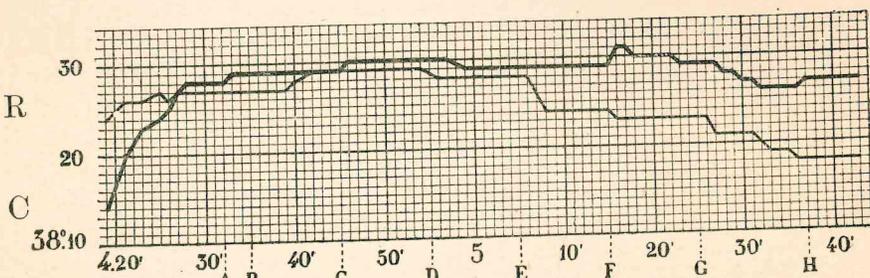
Certo l'emozione psichica profonda deve avere agito perchè questa

è la sola volta che abbiamo osservato una temperatura del cervello superiore a quella del retto. Nei cani febbricitanti invece osservammo che il cervello era più freddo del sangue.

È importante di vedere confermato in questa ragazza quanto avevamo già osservato negli animali che cioè nel cervello in seguito a dei fatti psichici possa essere così intenso lo sviluppo di calore, da superare la temperatura del retto, malgrado che nel capo sia molto più forte il raffreddamento in causa alla irradiazione.

Ore 4,32' in *A*. Parla per 30". La temperatura del cervello non si modifica e neppure quella del retto. Respirazioni 22 in 1': pulsazioni del cuore 96 in 1'.

4,35' in *B*. Stringe forte la mano dal lato sinistro per 1'. Il lavoro muscolare era fatto a periodi della durata di 1", seguiti da 1" di riposo. La temperatura del cervello non si modificò in modo sensibile.



TRACCIATO 37. — **Delfina Parodi.**
26 giugno 1893.

4,45' in *C*. Si dice all'ammalata di contare sino a 30: dopo conta i numeri dispari fino a 100 e ciò per darle un lavoro alquanto più difficile poichè non sapeva eseguire a memoria altri conti. La temperatura che era già aumentata di 0°,01 quando cominciò, non si modifica punto durante il lavoro intellettuale.

4,55' in *D*. Torna a contare prima i numeri pari e poi i numeri dispari fino a 100 pronunciando forte le parole. Senza effetto visibile sulla temperatura cerebrale.

5,5' in *E*. Mi stringe sei volte forte la mano facendo uno sforzo con entrambe le mani. Il retto si raffredda di 0°,04: nulla nel cervello.

5,15' in *F*. Stringe forte la mano sinistra per 30", la temperatura del cervello cresce di 0°,02, il retto si raffredda di 0,01.

5,25' in *G*. Fa dei movimenti leggeri colla mano per 2' di seguito chiudendo il pugno e poi aprendolo. Diminuisce la temperatura del retto di 0°,02, e non cambia la temperatura del cervello. Solo 1' dopo che è finito tale esercizio si raffredda anche il cervello di 0°,01.

5,32'. Entra un assistente nella camera e si parla tra noi. L'amalata che prima era profondamente tranquilla e distratta, fa attenzione e dice qualche parola. Il cervello cessa di raffreddarsi.

5,37' in *H.* Stringe forte le mani sei volte di seguito con intervalli di 1" di riposo. Non vi è alcun effetto sul cervello. La temperatura di questo aveva presentato senza causa nota l'aumento di $0^{\circ},005$ due minuti prima, nel momento che il retto aveva segnato la diminuzione di $0^{\circ},01$.

5,40'. Il cervello è più caldo del retto di $0^{\circ},09$.

Dal tracciato 37 risulta che nelle forti emozioni può essere così grande lo sviluppo di calore nel cervello che la temperatura di quest'organo si mantiene $0^{\circ},09$ superiore alla temperatura del retto.

Per levarmi il dubbio che l'angina potesse essere la causa che tenesse la temperatura superiore ai 38° , misurai la temperatura rettale nel giorno successivo alla medesima ora e trovai che era solo di $37^{\circ},9$. Nelle esperienze che feci nei cani febbricitanti non mi occorre, come dissi, di osservare che la temperatura del cervello fosse superiore a quella del retto: onde credo che in questo caso si tratti realmente dello sviluppo di calore dovuto ai fenomeni psichici.

Le esperienze fatte per determinare se i fatti cerebrali motori, e l'attività del pensiero producessero calore non diedero alcun risultato. Probabilmente era tale l'emozione, o la paura della ragazza che il lavoro mentale di contare, o di muovere le mani erano per lei un sollievo più che un lavoro, essendo sicura che mentre contava o stringeva le mani non poteva capitarle nulla di peggio.

Quanto alla temperatura febbrile prodottasi in questa ragazza per il semplice fatto psichico della paura di un'operazione, questo corrisponde alle osservazioni da me fatte sull'uomo in altre circostanze.

Abbiamo istituito nel mio Laboratorio delle ricerche dalle quali risultò che i cambiamenti di temperatura del nostro corpo per effetto delle emozioni sono assai maggiori di quanto si credesse. Ricorderò due sole di queste esperienze. Il dottor M. Patrizi che aveva stabilito durante una settimana le variazioni diurne della sua temperatura rettale, venne da me incaricato di supplirmi nell'insegnamento. Era la prima lezione che egli faceva. Benché avesse avuto tre giorni di tempo per prepararsi, quando uscì dall'anfiteatro, dopo aver fatto lezione, invece di essere $37^{\circ},2$ o $37^{\circ},3$

come negli altri giorni, la sua temperatura rettale si trovò essere di 38°,7. ¹

Un'altra esperienza l'ho fatta sopra di mio fratello. Egli era occupato da oltre una settimana per certi suoi studi a determinare le variazioni diurne della sua temperatura rettale, quando io alle 5 del 18 marzo 1885 gli diedi la notizia che prendevo moglie e mi sarei fidanzato. Dopo un'ora, la temperatura sua interna era 37°,9 cioè 0°9 più elevata di quanto non fosse negli altri giorni. ²

Nel primo tracciato della mia *Croonian Lecture* ho già riferito un esempio il quale dimostra che i mutamenti della temperatura cerebrale per effetto dei fenomeni psichici appaiono più intensi nel sonno che nella veglia. In quel caso il sonno artificiale era prodotto dal laudano, ora riferisco un tracciato dell'uomo nel sonno normale. È importante aver constatato che succede la stessa cosa nel cane, nella scimmia e nell'uomo: che cioè stabilitasi la coscienza, poco giova per lo sviluppo termico, se la mente passa da una cosa all'altra, se vi è una sensazione forte o debole.

Delfina Parodi.

Esperienza del 27 giugno 1893.

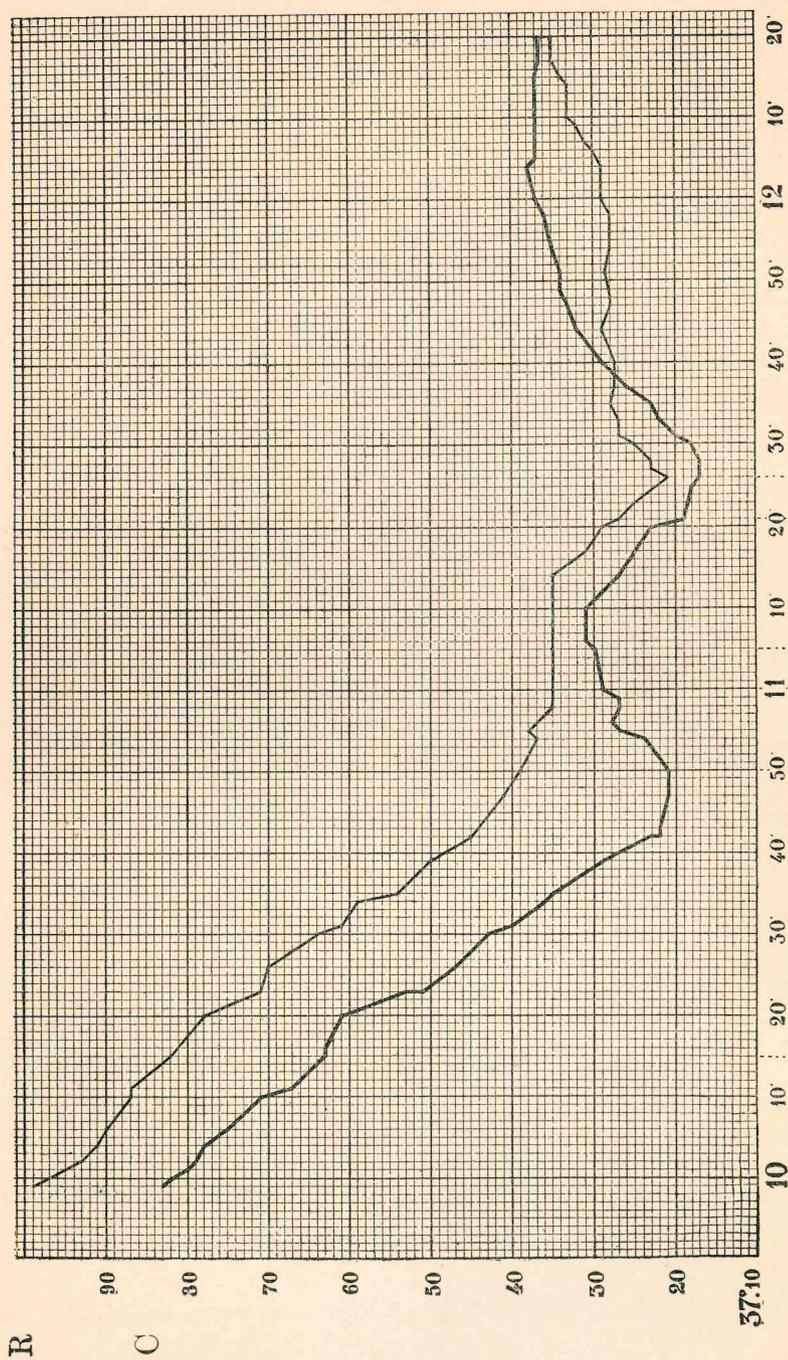
TRACCIATO 38.

La prima parte di questa esperienza non la riproduco per brevità, essa era identica a quella rappresentata nella fig. 47 del capitolo XIV intorno al sonno. Il termometro N.° 13493 fu introdotto nel cranio alle ore 8,55', pom. La ragazza trovavasi da un'ora circa coricata in una stanza a parte preparata a dormire, ma naturalmente per la sua diffidenza ci aspettava con una certa inquietudine. Questo ci spiega la temperatura elevata del cervello e del retto che non corrisponde alla temperatura del giorno precedente e del giorno successivo presa all'improvviso dagli assistenti alla medesima ora.

Il dottor Mariano Patrizi mi aiutò a fare queste osservazioni sul sonno. Egli leggeva il termometro che stava nel cranio, ed io il termometro rettale. Perchè la Parodi dormisse facilmente eravamo noi due soli nella camera. Un foglio di carta serviva di schermo perchè

¹ U. Mosso, *Influenza del sistema nervoso sulla temperatura animale*. Giornale della R. Accademia di medicina di Torino, 1885, capitolo V, pag. 65. — A. Mosso, *La Fatica*, pag. 267, Milano, 1892.

² U. Mosso, *Einfluss des Nervensystems auf die thierische Temperatur*. Virchow's Archiv. 1886. 106° vol., pag. 125.



TRACCIATO 38. **Delfina Parodi.** — Osservazioni fatte durante il sonno, 27 giugno 1893.

la faccia della ragazza si trovasse nell'ombra. Ogni minuto si leggevano i termometri ed avevamo cura di non fare rumore.

Il tracciato 38 comincia alle ore 9,59' quando la Parodi dormiva da oltre mezz'ora ed era completamente immobile.

Vediamo che nel sonno l'organismo si raffredda rapidamente.

Guardando le linee del cervello e del retto si vede che esse vanno divergendo l'una dall'altra. La cosa sarebbe anche più evidente, se per brevità non avessi tralasciato la prima parte del tracciato. Alle 9,35' infatti il retto supera il cervello di $0^{\circ},06$, mentre alle 10,42' lo supera di $0^{\circ},24$. Questo dimostra, come vedremo meglio in un prossimo capitolo, che durante il sonno il cervello si raffredda più rapidamente del retto.

È probabile che qui si tratti di un semplice fenomeno fisico di irradiazione maggiore della testa, che è una massa più piccola in confronto della massa posteriore del corpo. Vedremo però in altre esperienze che per effetto dei narcotici i fenomeni chimici dai quali dipende lo sviluppo di calore, diminuiscono più nel cervello che nel retto. Appare qui la stessa divergenza nelle linee che abbiamo già osservato coll'avvelenamento per curare nel tracciato 19, capitolo VI. Colla sola differenza che là era il retto che si raffreddava più rapidamente e qui inversamente è il cervello.

Noi vediamo nel tracciato 38 che la linea del cervello e del retto non decorrono uniformi, ma che vi sono delle piccole oscillazioni della temperatura fra loro indipendenti.

Ore 10,15' in *A*. Nel sonno la ragazza fa una inspirazione profonda: per circa 5' il cervello si raffredda meno rapidamente. È probabile che sia diventato meno profondo il sonno. L'ammalata dopo questo sospiro non si muove. Alle 10,22' la curva del cervello è ritornata sul prolungamento della linea precedente. Fa 22 respirazioni al 1'. Polso 93 in 1'. Di quando in quando muove le braccia, ma non osservasi alcun mutamento nella temperatura cerebrale. Respirazione caratteristica del sonno. La inspirazione più lunga della espirazione. Muscoli delle braccia rilassati.

10,50' in *B*. Comincia ad abbaiare un cane nel giardino accanto all'ospedale. Il rumore è forte, l'ammalata non si muove, il cervello si riscalda di $0^{\circ},08$ in 10'. La curva cerebrale presenta una ondulatione caratteristica come nelle conflagrazioni che seguono agli accessi epilettici. Nel retto vi è solo una debole traccia del fenomeno termico prodotti nel cervello.

11 ore. Il dottor Patrizi tossisce involontariamente. Il cervello continua a scaldarsi.

11,5' in *D*. Il cane torna a latrare. In totale vi fu un aumento di 0°,10 in 15' per il cervello. La temperatura del retto continuò a diminuire. Il riscaldamento osservato qui nel cervello deve attribuirsi unicamente ai fenomeni psichici, perchè la ragazza non fece alcun movimento, ed il sonno, a giudicare dall'aspetto esterno della dormiente, pareva proseguisse senza alcuna modificazione.

11,10'. Comincia a diminuire la temperatura del cervello. Le due curve del cervello e del retto scendono quasi parallele poco dopo.

11,21' in *E*. Il sonno è così profondo che la dormiente russa. Nel momento che russa succede una più rapida diminuzione della temperatura cerebrale. Il cervello in 1' si raffreddò di 0°,04.

11,26' in *F*. Vedendo che il sonno continua ad essere profondo, si sveglia la ragazza chiamandola per nome. Essa risponde. Succede immediatamente un riscaldamento del retto: e passano 2' prima che il cervello si scaldi. La ragazza continua a parlare, ma non si capisce che cosa dica, e si addormenta di nuovo.

11,31'. Mentre osservo il termometro rettale mi accorgo che essa perde l'orina, seppi dal personale dell'ospedale che questo le era talvolta capitato. Nella curva del cervello vi è una leggera inflessione che indica un riscaldamento più rapido, e poi continua l'ascensione della curva fino a che il cervello supera la temperatura del retto alle ore 11,39'. L'ammalata dorme ed è immobile.

11,44'. Muove ripetutamente le mani e sospira. È probabile che il sonno sia leggero e che l'ammalata sogni perchè pronuncia dei monosillabi; ha gli occhi chiusi, e non risponde se vien chiamata per nome sotto voce dicendole che è finito tutto. Qui assistiamo al riscaldamento del cervello nel lavoro psichico incosciente. In 20' il cervello si riscalda di 0°,10 mentre rimane costante la temperatura del retto.

12,5'. Desto la ragazza chiamandola per nome e scuotendola; le chiedo se sognava. Essa dice di no. Nè di aver sentito abbaiare i cani si ricorda. Essa afferma di aver dormito poco o nulla. Non si è accorta di aver perduto l'orina, quantunque fosse molto bagnato il letto.

È singolare che, destandosi, il cervello non si riscaldi, e che rimanga costante la sua temperatura, mentre invece va riscaldandosi il retto di 0°,06 in 15'.

Da questo tracciato 38 il quale rappresenta le osservazioni fatte sul cervello dell'uomo, ogni minuto, durante circa tre ore di sonno profondo, risultano alcuni fatti che sono importanti:

1.° Che nel sonno il raffreddamento del cervello è più rapido che nel retto: ed in un'ora e 20' può raggiungere 1°.

2.° La diminuzione della temperatura nel cervello e nel retto durante il sonno procede uniforme: per guisa che le curve della

temperatura rettale e cerebrale fanno poche ondulazioni nella prima parte del tracciato 38.

3.^o Quando nel sonno succede un riscaldamento del cervello, coincide con una eccitazione venuta dall'esterno o con dei fatti nervosi interni che si manifestarono con un mutamento del respiro.

4.^o Vi sono dei fatti cerebrali incoscienti prodotti da azioni esterne, i quali sono accompagnati da un aumento della temperatura del cervello eguale a $0^{\circ},10$ in 15', o a $0^{\circ},20$ in 35" — come si vede in *B* e in *F* del tracciato 38.

5.^o Gli aumenti di temperatura del cervello prodotti da fatti psichici durante il sonno non sono accompagnati da un mutamento corrispondente della temperatura rettale.

6.^o I fatti nervosi che producono questi forti riscaldamenti del cervello non lasciano alcuna traccia nella memoria.

7.^o Quando la Parodi cominciò a russare, successe un raffreddamento più rapido del cervello che in 1' si abbassò di $0^{\circ},04$.

8.^o Nel sonno il cervello può riscaldarsi tanto che supera di $0^{\circ},10$ la temperatura del retto.

9.^o Il ristabilirsi della coscienza non è accompagnato da sviluppo di calore nel cervello.

10.^o All'atto di svegliarsi cessò nella Parodi il riscaldamento cerebrale iniziato durante il sonno e invece il retto si scaldò più rapidamente di prima.

Osservando l'ultima parte del tracciato 38 si può credere che l'aumento della temperatura cerebrale che precede il momento nel quale la fanciulla si sveglia, rappresenti la modificazione della temperatura, necessaria come base fisica perchè si ristabilisca la coscienza. Secondo questa supposizione non recherebbe meraviglia se, destatasi definitivamente la Parodi, noi vediamo che non aumentò la temperatura cerebrale.

La spiegazione dei fenomeni osservati in questo tracciato è assai più complessa, ed io ritengo come probabile che gli aumenti di temperatura osservati nel cervello in *B* ed in *F* siano delle semplici conflagrazioni prodottesi nel cervello in seguito alla eccitazione dei nervi sensibili.

Contro l'ipotesi che gli aumenti della temperatura osservati in questo tracciato rappresentino dei fatti chimici che siano la base fisica dei processi psichici, sta il fatto che quando si stabilì la coscienza non è più aumentata la temperatura cerebrale. E vedremo in seguito altri fatti anche più decisivi, che cioè si può ristabilire

la coscienza mentre la temperatura del cervello va continuamente abbassandosi.

Riconosciuto che è minimo lo sviluppo di calore nel cervello quando è in piena attività la coscienza, ne deriva la supposizione che le forti ondulazioni di $0^{\circ},10$ e $0^{\circ},20$ in *B* ed *F* non rappresentino il calore dovuto a dei fatti psichici, ma siano semplici conflagrazioni che si svilupparono in seguito alle eccitazioni esterne. Questa spiegazione è corroborata dal fatto che si tratta di fatti cerebrali incoscienti, perchè la fanciulla svegliata nel momento che era più intenso lo sviluppo termico cerebrale, non si ricordò di aver sognato, nè di aver pensato a qualche cosa.

La circolazione del sangue nel cervello dell'uomo.

“ Il cervello è tra gli organi del corpo quello nel quale sono più frequenti e più considerevoli i cambiamenti nello stato dei vasi sanguigni. La Fisiologia non può ancora decidere quali di questi mutamenti della circolazione cerebrale siano prodotti in via riflessa da un'azione del centro vaso motorio e quali dipendano da azioni puramente locali per effetto delle trasformazioni chimiche che succedono in una regione del cervello. Che vi siano però dei mutamenti locali per azioni chimiche locali è cosa di cui non si può dubitare. „¹

Così mi sono espresso nel mio libro sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo; ora esporrò le osservazioni che feci sopra due altre persone per conoscere i rapporti che passano tra i mutamenti della circolazione nel cervello e la temperatura di quest'organo.

Lo studio della circolazione cerebrale è pieno di tali difficoltà che ancora adesso i fisiologi non sono d'accordo nello stabilire se il simpatico abbia un'azione sui vasi sanguigni del cervello. La letteratura di questo argomento è vasta e trovasi svolta in parecchi scritti: fra gli altri in un lavoro pregevole di K. Hürthle.² Tagliando il simpatico ed irritando il moncone centrale del vago, Hürthle non vide alcun mutamento nella circolazione del cervello. Un altro fisiologo, E. Cavazzani, trovò poi che il simpatico nella regione cervicale concorre alla innervazione dei vasi

¹ A. MOSSO, *Ueber den Kreislauf des Blutes im menschlichen Gehirn*. Leipzig, 1881, pag. 203.

² K. HÜRTHLE, *Pflüger's Archiv*. Bd. 44, 1889, pag. 578.

cerebrali con delle fibre vasocostrittrici e vasodilatatrici.¹ Roy e Sherrington,² studiando la circolazione del cervello col metodo pletismografico, per mezzo del suo oncografo, trovò, che, eccitando i nervi sensibili della pelle, vi è un aumento di volume del cervello, ed attribui questo afflusso più copioso di sangue ad una distensione passiva dovuta all'aumento della pressione nel sistema arterioso. Roy nega l'esistenza dei nervi vasomotori per il cervello, e crede che i prodotti chimici dovuti al metabolismo cerebrale contenuti nella linfa che bagna le pareti delle piccole arterie del cervello, possano produrre delle variazioni nel calibro dei vasi cerebrali. Questo sarebbe il meccanismo che regola nel cervello l'afflusso del sangue alle varie località secondo le variazioni dell'attività funzionale.

Vedendo questi risultati contraddittori, e sapendo per le ricerche diligenti di François-Franck³ che esistono dei nervi vascolari che vanno alla pia madre ed all'encefalo per due vie diverse viene il dubbio che questi nervi debbano esaurirsi facilmente e cessare di funzionare quando in altri organi i nervi vasomotori rispondono ancora agli eccitamenti. È successo la stessa cosa per i muscoli nei quali prima si negò l'esistenza dei nervi vasomotori ed ora si ammette che esistano, ma che funzionino meno attivamente che negli altri organi.

Ad ogni modo resta un fatto degno di considerazione: che il cervello e i muscoli che sono gli organi, dove è certo più attivo il ricambio della materia, siano pure gli organi dove pare sia meno intensa e più facilmente esauribile l'azione dei nervi vasomotori. Una regolazione automatica e periferica che funzioni senza partecipazione dei centri nervosi secondo il concetto del Roy e Sherrington è molto probabile che esista, ma non credo che questa sia l'unica maniera colla quale viene regolata la circolazione del sangue nel cranio. Le osservazioni da me fatte sul cervello dell'uomo dimostrano che i vasi sanguigni del cervello non sono indipendenti dai centri vasomotori.

Nell'uomo è più facile che negli animali di servirsi del metodo pletismografico e di applicarlo contemporaneamente a varie parti del corpo. L'immobilità, che è una delle condizioni essenziali per

¹ E. CAVAZZANI, *Sur l'influence vaso-motrice du sympathique cervical*. Archives italiennes de Biologie, XIX, 1893, I, 214.

² ROY AND SHERRINGTON, *On the regulation of the blood-supply of the Brain*. Journal of Physiology. Vol. XI, pag. 96.

³ FRANÇOIS-FRANCK, *Recherches sur les nerfs vasculaires de la tête*. Travaux du Laboratoire de Marey, 1875, pag. 305.

queste ricerche delicate, non può mai ottenersi così completa come nell'uomo. E, per quanto riguarda i fenomeni psichici e i mutamenti minimi che li accompagnano nella funzione del cuore e dei vasi, non si potrà mai colle esperienze sugli animali ottenere l'evidenza che hanno questi studi fatti sull'uomo. Tutte le volte che applichiamo degli istrumenti esatti di misura sul cervello umano, nasce in noi con ragione più viva la speranza di conoscere le basi fisiche della coscienza. E anche quando non giungiamo ad alcun risultato soddisfacente, siamo però certi di trovarci sulla buona via.

Il metodo mio per scrivere le curve pletismografiche del cervello è molto semplice e dirò brevemente come feci l'apparecchio rappresentato dalla figura 39 che servì per le ricerche sulla Pa-

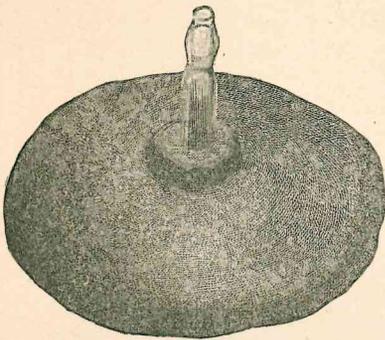


Fig. 39.

rodi. Da un foglio di guttaperca tagliai un pezzo circolare del diametro di 8 centim., un poco più largo della breccia del cranio. Lo rammolii alquanto mettendolo nell'acqua calda, e, scelto un matraccio di vetro che fosse grosso quanto la testa, vi misi sopra il disco di guttaperca rammollito e bagnato, che raffreddandosi e compresso leggermente prese la forma del capo. Tagliai un dischetto circolare del diametro di 2 centim., lo ri-

scaldai leggermente di sotto per mezzo di una fiamma e lo applicai nel centro della calotta dalla parte convessa. Questo dischetto è un contrafforte messo per tener fermo il tubo di vetro che deve servire alla trasmissione. Per mezzo di un foratappi si fa un'apertura nel mezzo, grande quanto il tubo di vetro. Riscaldata leggermente l'estremità di questo tubo, la si fa penetrare a dolce sfregamento nell'apertura e l'apparecchio è fatto.

Prima di adoperarlo bisogna radere bene i capelli sul bordo della ferita. La prima volta, perchè la forma corrisponda bene al cranio, bisogna riscaldare nell'acqua calda la calotta di guttaperca, applicarla sul cranio facendo una leggera compressione sui bordi e lasciarla raffreddare. Per chiudere intorno i bordi adopero della vasselina, oppure una mescolanza di cera e grasso che è più consistente; altre volte chiudevo i bordi della calotta con mastice da vetrai reso molle per mezzo di olio. Quanto ai timpani di Marey

bisogna che la membrana elastica sia buona e preferibilmente nuova. Assicurarli prima di applicarli che tengano bene la pressione, e che la leva non oscilli nei perni, altrimenti le curve vengono alterate. Per scrivere le curve pletismografiche sul cervello della Parodi mi servii di un timpano fatto secondo il modello di Hürthle¹ dal meccanico E. Albrecht di Tubinga.

Delfina Parodi.

Osservazioni sulla circolazione del sangue nel cervello.

31 luglio 1893. — TAVOLA I.

La ragazza sta in piedi. La forma normale del polso cerebrale è rappresentata nella prima linea superiore, Tavola I. In *I* (curva 2) le dico di fare tre inspirazioni profonde e vediamo che per tre volte consecutive appare una depressione del cervello, succedono quattro pulsazioni quasi al medesimo livello dopo l'ultima inspirazione e poi si manifesta un abbassamento della curva. Il mutamento che succede nella forma del polso rassomiglia a quello che producesi nelle curve pletismografiche di un braccio immergendolo nell'acqua fredda. Io ritengo che in queste condizioni si è prodotta una contrazione dei vasi cerebrali. La base delle quattro pulsazioni che stanno nella parte centrale della curva è troncata, perchè la leva toccava il bordo del timpano e non poteva scendere più in basso.

Dopo, il volume del cervello torna ad aumentare, ma le pulsazioni sono più alte di prima. Che siasi realmente prodotto un cambiamento nella tonicità dei vasi sanguigni, lo prova il fatto che l'apice delle pulsazioni ha sul fine di questa linea (curva 2) una forma diversa delle pulsazioni precedenti nel punto dove il cervello aveva il medesimo volume.² Anche nel principio della terza linea si mantiene ancora tale differenza, e l'apice di queste pulsazioni è alquanto più tricuspide che non siano le pulsazioni soprastanti.

Nella terza linea succede una modificazione del polso con diminuzione del volume cerebrale che non so a cosa attribuire. Il vedere che dura solo 7" od 8" mi fa sospettare che sia un fatto cardiaco perchè i riflessi vasali durano generalmente un tempo maggiore.

¹ K. HÜRTHLE, *Beiträge zur Hämodynamik*. — Pflüger's Archiv. Vol. 53, pag. 291.

² Ho riprodotto solo una parte di questo foglio dove le curve erano lunghe 50 centimetri.

Nella quarta linea in α dico alla Parodi di fare una espirazione forzata come le avevo già spiegato prima. Per l'ostacolo messo dalla espirazione forzata alla circolazione venosa il cervello aumenta di volume, in ω quando cessa si sgorga, ma subito dopo diventa più attivo l'afflusso di sangue arterioso al cervello e questo torna ad aumentare di volume. Questa volta sono le arterie che prevalgono nella dilatazione e non più le vene.

Il fatto più importante è la trasformazione che subisce la forma delle pulsazioni che diventano tricuspидali. L'effetto dura per circa 1', prima che il polso riprenda la sua forma primitiva come si vede nella fine della quinta linea.

Per evitare lo sforzo, e il disturbo della circolazione polmonare che accompagna la precedente esperienza, ho provato a comprimere leggermente le vene giugulari per mezzo di un nastro che stringevo intorno al collo. Ho veduto che basta mettere un leggero ostacolo anche solo per 8" o 10" alla circolazione venosa, perchè levato l'ostacolo, appaia subito notevolmente più forte il polso cerebrale. Non riproduco per brevità questi tracciati, perchè sono identici a quelli che ho già pubblicati nel mio libro sulla circolazione del sangue nel cervello.

In quell'esperienza ho pure scritto la curva pletismografica dell'antibraccio per assicurarmi che la modificazione del polso cerebrale era un fatto periferico, il quale non producevasi contemporaneamente nell'antibraccio.

Questi esempi ci dimostrano con quale rapidità si alteri la forma del polso cerebrale per dei piccoli mutamenti che succedono nella composizione del sangue e nella nutrizione del cervello. L'altezza delle pulsazioni dopo 8" di congestione venosa, diviene due volte maggiore di prima, e questa dilatazione dei vasi persiste più di un minuto dopo che è levato l'ostacolo alla circolazione venosa.

La cicatrice che ricopriva il cervello, era così bassa che qui non può attribuirsi la modificazione del polso ad una differente tensione della cicatrice, e nè anche alla differente disposizione del liquido cefalorachideo, perchè questo usciva per mezzo dell'apertura che trovavasi nella superficie granulosa, quando era troppo abbondante.

I mutamenti della circolazione cerebrale sono molto più evidenti quando vengono registrati sopra di un cilindro che si muove con minore velocità come si vede nella curva 6 della medesima Tavola I. L'apparecchio registratore è applicato nello stesso modo sul capo della Delfina Parodi, essa però sta coricata nel letto colla testa e le spalle sollevate per mezzo di un cuscino. Nella curva 6

noi vediamo i tre movimenti caratteristici del cervello da me¹ già descritti, che sono le pulsazioni, le oscillazioni respiratorie e poi le ondulazioni, che si ripetono con un certo ritmo che comprende circa otto movimenti respiratori. La ragazza era profondamente tranquilla. È probabile che queste ondulazioni dipendano da mutamenti sincroni nella pressione del sangue nell'aorta: ma è probabile egualmente che esse dipendano da una variazione periodica nella tonicità dei vasi sanguigni del cervello per azione vasomotoria centrale.²

È segnato sulla tavola il punto (in *A*) dove la ragazza comincia a parlare. Succede subito un aumento del volume cerebrale con oscillazioni respiratorie più forti. L'altezza delle pulsazioni diviene minore. Questo fatto è importante a notarsi: perchè si potrebbe credere che ciò sia dovuto ad una distensione della cicatrice che renda impossibile delle pulsazioni maggiori del cervello. Tale spiegazione non è vera, perchè come si vede nella linea inferiore, il cervello può acquistare un volume molto maggiore e pulsare fortemente. Qui le pulsazioni sono piccole perchè la tonicità dei vasi cerebrali è aumentata malgrado l'aumento passivo del volume cerebrale, e nella linea sottostante la tonicità dei vasi cerebrali è diminuita. Intorno a queste differenze avremo occasione di intrattenerci più tardi.

In *B* dico all'ammalata di tacere; vi è una diminuzione di volume del cervello, frattanto inavvertitamente una infermiera trova un regalo che io volevo fare alla ragazza e in *C* glielo fa vedere. Per questa emozione piacevole si produce un afflusso di sangue al cervello più copioso che non fosse stato prima per il semplice fatto del parlare.

Nella seconda metà della curva in *D* succede un'altra piccola elevazione che non so a che cosa attribuire e poi il cervello ritorna lentamente al volume primitivo.

Potrei riferire altre esperienze dove un rumore, o l'entrata di una persona nella stanza produsse il medesimo effetto ma li tralascio per brevità. Riproduco invece una esperienza fatta poco dopo dove si vede quanto il cervello sia sensibile ai mutamenti nella composizione del sangue. Dico alla ragazza (curva 7, 3 *I*) di fare tre inspirazioni profonde. Succede una diminuzione di vo-

¹ A. Mosso, *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo*. Memorie R. Accademia dei Lincei, Vol. V, 1879, cap. VII.

² Il dott. Z. Treves si è occupato di questo argomento nel mio Laboratorio, e pubblicherà presto una serie di osservazioni intorno ai fenomeni vasomotori nella circolazione cerebrale.

lume del cervello come succede pure in condizioni simili nel braccio e nel piede.

Ho studiato nel mio libro sulla circolazione del sangue nel cervello l'influenza che dei movimenti inspiratori profondi esercitano sulla pressione sanguigna e sulla circolazione di quest'organo.

Questa ragazza aveva una sensibilità dei vasi maggiore degli uomini da me studiati, ed un principio di apnea anche leggero era seguito da un aumento così grande del cervello che io non saprei spiegarlo se non ammettendo una paralisi dei vasi, e forse, più che una paralisi, una dilatazione prodotta da nervi dilatatori; perchè nè per mezzo della congestione o di una forte espirazione, nè per mezzo di inalazioni con nitrito di amilo, ho mai ottenuto un aumento così notevole del cervello. Ho ripetuto parecchie volte questa esperienza. E sebbene per sole 3 inspirazioni non sia stato sempre così forte l'aumento, la curva pletismografica ha però superato sempre il livello primitivo, dopo 8 o 10 movimenti respiratori che era cessato l'ultima inspirazione più forte.

Nel mio primo lavoro sul pletismografo¹ ho già mostrato che quando facciamo due soli movimenti inspiratori più profondi del normale succede una diminuzione nel volume dell'antibraccio, per la quale da ciascun lato escono circa 10 centim. cubici. Qui si produce una diminuzione analoga nel volume del cervello. Dalle esperienze che feci sull'altra persona della quale esporrò fra poco i tracciati, risultò che tale diminuzione, dovuta secondo ogni verosimiglianza all'accumularsi del sangue nei polmoni, si produce contemporaneamente e quasi eguale nel cervello, nel piede e nell'antibraccio. In questo caso la modificazione chimica del sangue fu così poco considerevole che mancò l'apnea. Si vede infatti nel tracciato che la ragazza continuò a respirare colla sola differenza che il ritmo era un poco più lento.

Da una serie di ricerche che ho fatto collo sfigmomanometro insieme allo studente signor Colombo risultò che la pressione sanguigna diminuisce notevolmente quando l'uomo eseguisce due o tre movimenti inspiratori profondi. L'aumento di volume cerebrale che osservasi nella curva 7 non sarebbe dunque una dilatazione passiva dei vasi cerebrali dovuta all'aumento della pressione generale, perchè questa anzi era diminuita. Che si tratti qui di un'influenza nervosa sui vasi sanguigni lo prova la dilatazione forte e duratura che osservasi nei vasi del cervello, e che ho confermato anche per i vasi sanguigni del piede.

¹ A. Mosso, *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni*. — R. Accademia delle scienze di Torino, 1875.

Quello che a me preme di mettere in chiaro è che, a differenza delle ricerche precedenti, dove nell'attività psichica e nelle emozioni vi era una diminuzione di volume delle estremità alla quale corrispondeva un afflusso più copioso di sangue al cervello, qui esiste una diminuzione di volume del cervello alla quale corrisponde certamente una diminuzione nel volume del piede e dell'antibraccio e una diminuzione della pressione sanguigna generale. È solo per brevità di spazio che non riproduco molti tracciati i quali tengo ora sott'occhio che dimostrano questo fatto. Il cervello non è dunque in tale rapporto colla circolazione del piede e dell'antibraccio che stiano sempre in opposizione i loro cambiamenti dei vasi.

Nella seconda parte della curva 7, abbiamo un esempio delle forti ondulazioni che presentano i vasi sanguigni del cervello. Non avendo applicato lo sfigmomanometro, il quale ci avrebbe mostrato quali fossero contemporaneamente le oscillazioni della pressione sanguigna, non è possibile decidere se questi movimenti dei vasi siano passivi o attivi. Ma vedremo fra poco che questi movimenti dei vasi cerebrali non corrispondono ad altri movimenti che si produrranno contemporaneamente nell'antibraccio e nel piede, e conchiuderemo che i vasi sanguigni del cervello come quelli delle estremità possono eseguire dei movimenti loro proprii.

Del resto era già risultato dalle ricerche di Cohnheim e Roy¹ che vi sono dei cambiamenti nella circolazione della milza e del rene² che sono indipendenti dai cambiamenti della pressione generale.

Mettendo a raffronto i tracciati pletismografici del cervello colle curve precedenti della temperatura cerebrale vediamo che non si corrispondono. Nella temperatura del cervello mancano le oscillazioni respiratorie e la curva è più regolare. Ciò vuol dire che nè le oscillazioni respiratorie, nè le ondulazioni maggiori che dipendono dai cambiamenti di tonicità dei vasi producono dei cambiamenti di temperatura eguali ad 0°,001. Solo nel sonno trovai che le inspirazioni profonde erano seguite da una diminuzione della temperatura cerebrale alla quale teneva dietro un leggero aumento. Nella veglia i fenomeni psichici che danno dei forti mutamenti della circolazione cerebrale modificano poco la temperatura del cervello. Anche le emozioni diedero dei risultati poco evidenti e tali da dover ammettere che l'afflusso più copioso di sangue al cervello basti di per sè solo a far crescere la temperatura del cervello.

¹ COHNHEIM UND ROY, *Archiv f. path. Anatomie*, 1833-92, pag. 436.

² ROY, *Journal of Physiology*, Vol. 3, pag. 219 1882.

Queste esperienze vengono a confermare per un'altra via quanto avevamo già trovato nei capitoli precedenti. Le cellule nervose sarebbero per quanto riguarda i loro processi termici, assai più resistenti che non siano le fibre muscolari dei vasi sanguigni, perchè vediamo rimanere invariata la temperatura del cervello in condizioni nelle quali si modifica profondamente la tonicità dei vasi e la circolazione del sangue nel cervello stesso.

Luigi Cane.

Fig 40.

Osservazione sulla circolazione del sangue nel cervello.

TAVOLA II.

Luigi Cane è un operaio muratore dell'età di 45 anni. Il primo maggio del 1882 lavorava nell'arsenale sotto un camino quando rotti un ponte in alto, caddero giù i mattoni. Egli si trovava in quel momento sopra una scala all'altezza di 4 o 5 metri; gettato a terra, un mattone che veniva giù dall'altezza di circa 20 metri lo colpì sul cranio, producendogli un'apertura nella regione occipito-parietale destra. Fu portato all'ospedale: egli si ricorda che lo cloroformizzarono, ma non seppi se la ferita aveva leso le circonvoluzioni. Quando io lo esaminai erano passati circa 3 mesi; esisteva una breccia nel cranio, che aveva una forma ovale col diametro maggiore di 54 mm., e il minore di 45 mm. La lesione si trovava alla parte posteriore del lobo parietale e per la sua estensione interessava la scissura occipito-parietale e le pieghe di passaggio che la circondano all'esterno e forse anche la parte anteriore del lobo occipitale come si vede nella qui annessa figura.

La posizione della ferita del cranio mi obbligò ad esaminare attentamente il senso della vista per assicurarmi se vi fosse una modificazione della percezione visiva che accennasse ad una lesione nelle circonvoluzioni del lobo occipitale.¹ L'esame dell'acutezza visiva colle scale metriche di Wecker mostrò che i due occhi erano eguali e normali. Così pure l'esame del campo visivo e quello dei movimenti dell'iride non mostrò nulla di anormale.

Il solo fenomeno degno di nota era la facilità grande alle vertigini che aveva questa persona tutte le volte che alzava ed abbassava rapidamente la testa. Una volta lo vidi lamentarsi di vertigini per aver alzato la testa a guardare un'iscrizione che stava sopra la porta

¹ H. MUNK, *Ueber die Functionen der Grosshirnrinde*. Berlin, 1890, pag. 102.

del Laboratorio; ed un'altra volta nel coricarsi in fretta su di un sofà, mandò un grido lamentandosi di essersi dimenticato che i rapidi movimenti in basso gli producevano subito le vertigini.

Le prime ricerche sopra Luigi Cane le feci con un metodo molto semplice. Applicai una leva di legno leggera sulla cicatrice



Luigi Cane

Fig. 40.

del cervello. Questo è il metodo primitivo adoperato da Vierordt per scrivere il polso della radiale, solo che io ebbi cura di rendere la leva il più che fosse possibile leggera. Mettevo la persona colla fronte poggiata su di un sostegno e la faccia rivolta a terra. La leva oscillava verticalmente: e aderiva per mezzo di una goccia di collodio alla cicatrice. L'altra estremità della leva scriveva sul cilindro. È un metodo questo che sarebbe preferibile a tutti gli altri, perchè, conoscendo la lunghezza dei bracci di leva, si può

calcolare esattamente il valore dei cambiamenti di volume del cervello. Un altro vantaggio è che i tracciati non vengono deformati dalle oscillazioni proprie della membrana elastica. Ma si comprende quanto sia incomodo maneggiare una leva simile sopra di un cilindro. Ogni piccolo movimento altera il contatto della penna colla carta infumata, e solo mettendo l'orologio di Baltzar col cilindro sopra un supporto speciale a vite, riesce possibile ottenere per qualche minuto dei buoni tracciati. Il supporto che adopero generalmente nel mio Laboratorio per muovere i cilindri rassomiglia per la sua costruzione ai congegni che sono applicati ai torni, dove una vite muove la piattaforma in un senso, ed un'altra vite muove la piattaforma in senso perpendicolare al primo.

La linea 8 della Tavola II rappresenta un tracciato normale durante il riposo. L'influenza del respiro è poco evidente nel principio della curva, verso la fine si vedono le oscillazioni respiratorie. Anche questo è un fenomeno che il cervello ha in comune col piede e coll'antibraccio dove spesso manca ogni traccia delle oscillazioni respiratorie.

La linea 9 rappresenta una *ondulazione* spontanea, è un restringimento ed una dilatazione successiva dei vasi che appare nel riposo completo, senza che si conosca la causa che agisce. La modificazione profonda che vediamo nel principio è secondo ogni probabilità dovuta ad una contrazione dei vasi cerebrali, quindi succede una dilatazione dei medesimi. È quasi certo che qui non si tratta di fenomeni passivi, ma di reali cambiamenti della tonicità dei vasi sanguigni, perchè in principio ed in fine della curva le pulsazioni hanno una forma diversa mentre il cervello ha lo stesso volume. La linea 10 è la continuazione della linea 9 e tutto questo pezzo della figura fu tagliato da un foglio che avvolgeva il cilindro di un motore Baltzar, il quale era lungo 50 centimetri.

La registrazione contemporanea delle curve pletismografiche nel braccio, nel piede e nel cervello, ha il vantaggio di farci conoscere la distribuzione del sangue in varii organi del corpo e permetterci un'analisi più minuta dei fenomeni che si compiono nella circolazione del cervello. Ho già descritto nel mio lavoro sull'applicazione della bilancia allo studio della circolazione del sangue nell'uomo il modo da me seguito per scrivere le variazioni pletismografiche del piede e della mano.¹ Per il piede co-

¹ A. Mosso, *Application de la balance à l'étude de la circulation du sang chez l'homme*. Archives italiennes de biologie. 1884. Tome V.

struisco con della guttaperca una mezza scarpa nella quale introduco la parte anteriore del piede: nella figura 44 è rappresentata, questa scarpa, colla lettera M. Per l'antibraccio mi servo di un cilindro di vetro. La chiusura l'ottengo con del mastice da vetrai convenientemente rammollito coll'aggiunta di olio.

Il dottor G. Burckhardt ¹ e il dottor Karl Mays ² ebbero anch'essi occasioni di studiare la circolazione del sangue nel cervello dell'uomo, e tutti due confermarono "che i nervi vasomotori del cervello sono facilmente eccitati dai fenomeni psichici, „ ma Burckhardt non ritiene che la dilatazione dei vasi cerebrali osservata durante i fenomeni psichici sia prodotta dalla contrazione dei vasi delle estremità, e Mays disse: "Die ganze Erscheinung wird vollkommen mit den Thatsachen in Einklang beschrieben, wenn man die viel natürlichere Annahme macht, dass bei derselben die Hirngefäße und zwar wahrscheinlich die Capillaren sich durch Vasodilatoren erweiterten und das dadurch erzeugte vermehrte Zuströmen von Blut zum Gehirn eine Anämie anderer Körpertheile bedinge. „

L'ipotesi di Burckhardt e Mays rappresenta l'estremo opposto di quella sostenuta dopo da Hürthle, Roy e Sherrington. Queste due dottrine a me sembrano troppo esclusive. Le nuove ricerche che ho fatto su questo argomento confermano i concetti che ho espressi nel mio libro intorno alla circolazione del sangue nel cervello.

I cambiamenti di volume che succedono nel cervello per l'attività psichica sono talmente piccoli nel loro valore assoluto paragonati a quelli dell'antibraccio e del piede, che non può ritenersi come vera la spiegazione data dal Mays che succeda nei fenomeni psichici una dilatazione attiva dei vasi cerebrali e che l'afflusso più copioso di sangue al cervello prodotto in questo modo sia la causa dell'anemia in altre parti del corpo. Misurando col pletismografo la diminuzione di volume che succede solo nell'antibraccio ho trovato in Luigi Cane che per un fatto psichico si aveva una diminuzione di 8 a 10 c. c. di sangue per ciascun antibraccio mentre che nel cervello l'afflusso più copioso di sangue era appena di 2 o 3 centimetri cubici.

L'esperienza seguente (curve 11 e 12 della Tavola II), dimostra il medesimo fatto per il piede. È un tracciato del 18 luglio 1882, nel quale ho scritto contemporaneamente la curva pletismografica del cervello e dei due piedi insieme congiunti. Ho riunito insieme le

¹ G. BURCKHARDT, *Ueber Gehirnbewegungen*. Bern, 1881, pag. 49.

² K. MAYS, *Ueber die Bewegungen des menschlichen Gehirns*. Virchow's Archiv., vol. 88, 1882, pag. 159.

due mezze scarpe per mezzo di un tubo a T per aver una parte del corpo che corrispondesse per volume presso a poco al cervello. Nelle due curve sono bene evidenti le oscillazioni respiratorie. La linea del piede è 1 mm. più a sinistra di quella del cervello. Perciò mentre qui sembra che il cervello pulsasse alquanto dopo, il piede effettivamente pulsava esso dopo come è naturale. Nel punto segnato α delle curve 11 e 12 della Tavola II dico alla persona sottoposta all'esperienza di moltiplicare 21 per 13: succede subito un aumento del cervello e una diminuzione nei piedi, ma le due curve non si corrispondono. L'aumento di volume nel cervello persiste mentre il piede dopo aver presentato una forte e rapida diminuzione ritorna poco per volta al valore primitivo.

Nel punto ω verso il fine della curva 11 dove sono più elevate le pulsazioni del cervello, Cane enuncia il risultato della moltiplicazione ed era giusto.

Vi fu un leggero aumento nella frequenza del respiro durante l'attività psichica. Le pulsazioni cerebrali divennero più elevate e più evidenti le oscillazioni respiratorie; il volume del cervello rimase più grande durante il lavoro cerebrale.

Nelle emozioni ottenni il medesimo risultato. Le curve 13 e 14 della Tavola II furono scritte nel giorno successivo. La curva 13 rappresenta il polso del cervello e la curva 14 il polso dei due piedi scritti contemporaneamente nel modo anzidetto. Cane era tranquillo quando improvvisamente gli parlò di sua moglie. Furono poche parole con cui espressi l'impressione che sua moglie aveva fatto sopra di me nel vederla. Cane non parlò. Successe immediatamente un afflusso più copioso di sangue al cervello ed una forte diminuzione di volume nei piedi.

Per interpretare giustamente nel loro valore i cambiamenti di volume che presentarono in questo tracciato i piedi ed il cervello, devo rammentare che la quantità di aria contenuta nei due ple-tismografi dei piedi era assai maggiore di quella che stava sotto la calotta di guttaperca applicata sul cranio. Ciò deve far sembrare più piccolo il cambiamento di volume nel piede.

L'elevazione che osservasi nella curva 13 del cervello raggiunge il suo massimo quando la curva 14 dei piedi continua a scendere. Questa mancanza di corrispondenza tra il volume del cervello e dei piedi mostra che la contrazione dei vasi nelle estremità non è la causa unica e preponderante dell'afflusso più copioso di sangue osservato in questo caso nel cervello.

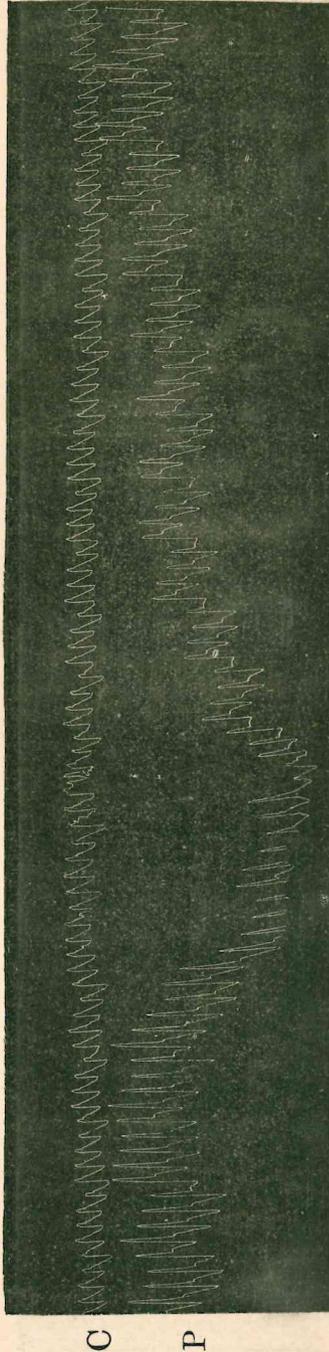
La curva 15 della Tavola II rappresenta il tracciato del polso cerebrale scritto circa 2' dopo le linee precedenti. Per brevità ho tralasciato la curva dei piedi.

La fig. 41 serve di esempio per mostrare che non sempre ad una contrazione forte dei vasi dei piedi corrisponde un aumento di volume del cervello. Il tracciato del cervello e dei due piedi fu scritto contemporaneamente, e ciò nullameno vediamo che il volume del cervello rimane invariato, mentre succede una forte contrazione dei vasi sanguigni nei due piedi. Questo fatto è importante perchè prova che nelle esperienze precedenti per l'attività cerebrale devono essere intervenute altre cause onde produrre l'afflusso più copioso di sangue al cervello, ed io credo che fossero in quei casi delle azioni vasomotrici nervose che entravano in azione.

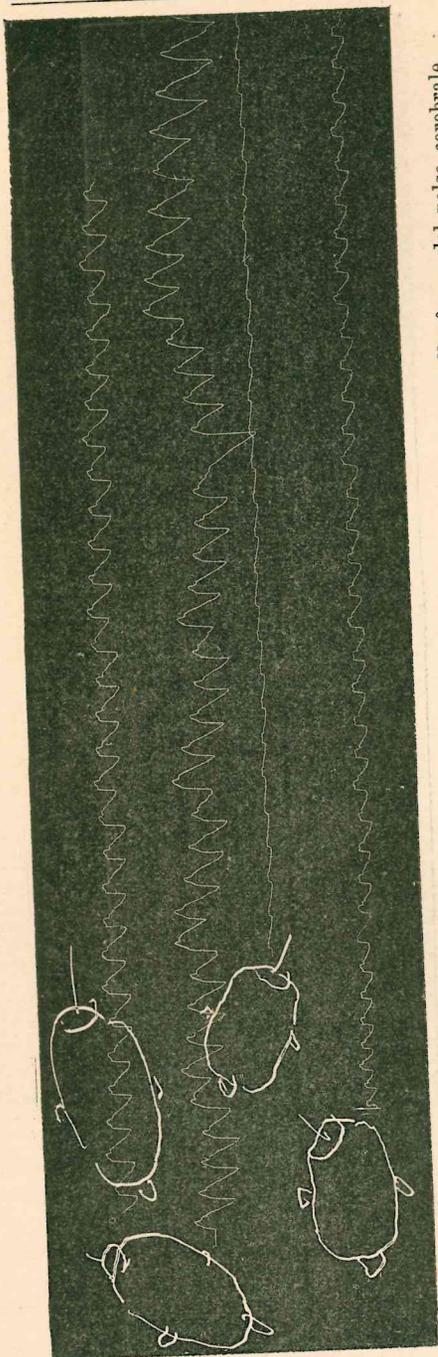
Il tracciato 42 dimostra l'influenza che ha la posizione del capo nella forma del polso cerebrale. Nel margine a destra sono segnate le posizioni della testa come apparivano a me guardando il capo dal vertice del cranio. Il naso e le orecchie si riconoscono dalla calotta di guttaperca messa nella regione occipitale perchè si vede il tubo segnato da una retta.

La forma tricuspide del polso appare solo nella seconda linea. L'altezza maggiore delle pulsazioni dimostra che questa è la posizione più favorevole perchè i cambiamenti di volume del cervello siano trasmessi alla cicatrice che sta sul vertice e costituisce il luogo di minore

Mosso. *La temperatura del cervello.*



TRACCIATO 41. — **Luigi Cane.**
C. Curva plethysmografica del cervello. — P. Curva plethysmografica dei due piedi. Scritte contemporaneamente.



TRACCIATO 42. — **Luigi Cane.** Influenza che le differenti posizioni del capo esercitano sulla forma del polso cerebrale.

resistenza. Un altro fenomeno interessante è l'irregolarità dei battiti cardiaci che succede nella seconda linea. Manca una sistole e subito dopo cresce il volume del cervello, e poi si rallentano i battiti cardiaci, e diminuisce il volume del cervello.

Nel tracciato 43 vediamo che anche nel piede succedono dei fenomeni analoghi anzi che sono più forti. La linea superiore rappresenta le pulsazioni del cervello, e quello inferiore la linea plethismografica del piede destro. Dopo l'arresto del cuore cresce rapidamente il volume del piede e il mutamento è assai più considerevole che nel cranio.

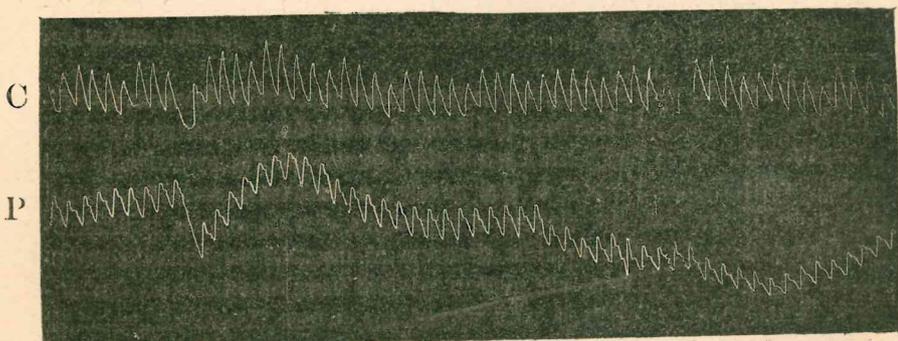
Altri tracciati, che per brevità credo inutile riprodurre, mi hanno mostrato che un simile cambiamento nel ritmo del cuore non è accompagnato da alcuna modificazione nel ritmo del respiro. Noi assistiamo qui ad un disturbo cardiaco che è accompagnato da una modificazione nella tonicità dei vasi.

È un problema interessante vedere se il cervello si comporta passivamente, o se pure obbedisce ad un'azione vasomotoria. Esaminiamo prima le condizioni per così dire idrauliche. Se il cuore si ferma un momento uscirà dal cervello e dal piede più sangue di prima, e diminuirà per

conseguenza il volume loro. Questo ci spiega la diminuzione rapida del volume di entrambi gli organi. Dopo ci vorrà un certo tempo prima che, ristabilitasi la circolazione, il volume dell'organo torni ad essere quello di prima.

Il fatto più difficile a spiegarsi è che il piede ed il cervello acquistano dopo l'arresto del cuore un volume maggiore. Questo non può più spiegarsi colla supposizione che si tratti qui di semplici fenomeni idraulici.

Tutti abbiamo potuto osservare scrivendo la pressione del sangue nei cani che un arresto prodotto irritando i vaghi, o da mancanza spontanea di qualche sistole, non modifica punto le ondulazioni della pressione sanguigna. Qui per ciò appare il dubbio



TRACCIATO 43. — **Luigi Cane.**

Polso del cervello e del piede destro scritto contemporaneamente.

che si tratti di un fenomeno vasomotorio d'origine centrale. Certo non possono aumentare contemporaneamente di volume tutti gli organi, perchè la quantità di sangue è limitata. Vedendo che il respiro non cambiò punto di ritmo, dobbiamo ammettere che in qualche altra provincia del corpo dovette contemporaneamente esservi meno sangue nei vasi.

È probabile che una rapida diminuzione della pressione sanguigna, come succede quando manca una sistole, basti già a produrre una modificazione locale nella nutrizione dei vasi sanguigni sul genere di quella da me osservata comprimendo le carotidi nell'uomo¹ e da Thanhoffer arrestando il cuore dell'uomo colla

¹ A. Mosso, *Ueber den Kreislauf des Blutes in menschlichen Gehirn*, pag. 199.

irritazione del vago.¹ Amendue queste esperienze provarono quanto il cervello sia sensibile per una diminuzione, od un arresto del movimento sanguigno. Ciò nulla meno non mi pare attendibile l'ipotesi che un'ischemia tanto fugace come quella della mancanza di una pulsazione cardiaca possa recare un'alterazione così profonda nella circolazione cerebrale. Notisi ancora che Luigi Cane non si accorgeva punto di queste rapide asistolie.

L'arresto del cuore essendo di origine centrale o nervosa, io ritengo che sia pure d'origine centrale o nervosa la dilatazione che tiene dietro al breve arresto del cuore. Contro la supposizione che si tratti qui di un aumento o di una diminuzione passiva del volume cerebrale e del piede che rispondono passivamente segnando i cambiamenti della pressione, sta la seconda parte del medesimo tracciato dove compare una forte diminuzione nel volume del piede senza che vi corrisponda nulla nel cervello.

Ho fatto altre esperienze, che non riferisco, coll'influenza del digiuno e del cibo, coll'azione del freddo e dei farmaci, e sempre ho trovato una certa indipendenza nelle curve pletismografiche del cervello dell'antibraccio e del piede: e nessuna esperienza mi diede tali risultati da dover ammettere che la curva pletismografica cerebrale corrisponda sempre ai cambiamenti della pressione sanguigna. I vasi del cervello se si lasciano talvolta distendere, altre volte resistono alla pressione, e questi cambiamenti di tonicità sono probabilmente una funzione dei nervi vasomotori proprii del cervello. Noi assistiamo colle ricerche pletismografiche ad uno dei fenomeni più curiosi della circolazione. Il letto nel quale scorre il sangue negli organi, cambia continuamente di dimensioni, si allarga e si restringe con moto incessante per mezzo delle pulsazioni del cuore, delle oscillazioni respiratorie, e di ondulazioni più profonde delle quali ancora ci è ignota la causa. Il piede, la mano, il cervello mostrano la medesima irrequietezza dei vasi sanguigni. Ma mentre si restringono e si dilatano i vasi nelle varie provincie si stabilisce una compensazione e la pressione generale rimane presso a poco costante. Il cervello non è un luogo di minore resistenza, ma esso prende parte alla funzione che regola la pressione del sangue secondo i proprii bisogni e i bisogni degli altri organi, ed a questo risultato esso riesce perchè è provveduto come gli altri organi di nervi vasomotori.

Un altro metodo da me impiegato per studiare i movimenti dei vasi sanguigni nel cervello consiste nel determinare il tempo che

¹ THANOFFER, *Centralblatt für medic. Wissenschaften*, 1875, pag. 403.

intercede tra l'istante nel quale agisce un eccitamento, sulla pelle o sui sensi, e quello nel quale reagiscono i vasi sanguigni del cervello. Era da aspettarsi, qualora fosse esclusivamente un fatto passivo la dilatazione dei vasi sanguigni nel cervello durante i fatti psichici, che l'aumento di volume sarebbe comparso dopo quello delle estremità; invece nel maggior numero delle esperienze comparve prima nel cervello, nel braccio e nel piede. Questo prova che le due variazioni non sono così strettamente congiunte da ammettere che la contrazione dei vasi nelle estremità sia

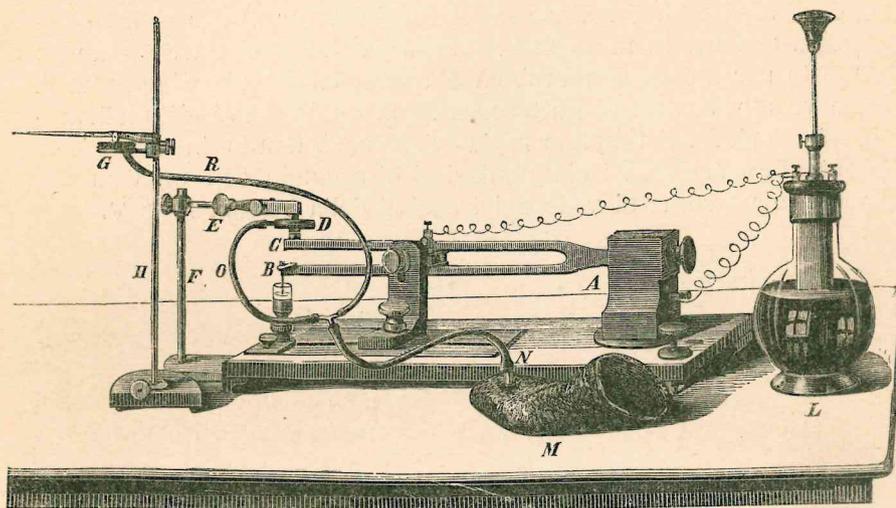


Fig. 44.

Apparecchio per scrivere i cinquantésimi di minuto secondo
nella curva stessa del polso cerebrale o del piede.

sempre la causa dell'aumento della pressione e questa produca sempre una distensione passiva dei vasi cerebrali.

Un ultimo metodo adoperai per studiare la fisiologia dei vasi sanguigni cerebrali. Max v. Frey disse già che il polso è una specie di risonanza del sistema arterioso alle onde che riceve dal cuore. Ho voluto vedere come si modifica il polso nel piede, nell'antibraccio e nel cervello. La mia attenzione venne rivolta specialmente allo spostamento che succede nelle varie elevazioni caratteristiche della curva sfigmica.

Se succede solo un aumento passivo del volume cerebrale per aumento della pressione parevami dovesse rimanere costante la

disposizione delle elevazioni caratteristiche che si osservano in ogni curva del polso. Se invece la tonicità dei vasi si modifica nel cervello e non negli altri organi, questo fatto doveva produrre un'onda del polso differente dalla prima.

L'apparecchio del quale mi servii per analizzare lo spostamento delle elevazioni in ogni pulsazione è rappresentato nella figura 44. Landois¹ adoperò a tale scopo una tavoletta applicata alla branca di un diapason vibrante. Per lo scopo mio ho trovato più comodo questa disposizione che permette di scrivere continuamente i cinquantiesimi di secondo nelle curve del cervello e di altri organi. Un diapason *A* funziona per mezzo della elettricità, e mette in moto la membrana elastica di un timpano *D*. Questo per mezzo di un tubo a **T** comunica col tubo di gomma *N* che va alla scarpa di guttaperca *M* la quale serve di pletismo-grafo al piede. Il timpano registratore sarà tenuto in vibrazione continua e scriverà i cinquantiesimi di secondo con un tremolio della curva come si vede nei tracciati della Tavola IV e V.

¹ LANDOIS, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Ausmessung der Pulscurven*, pag. 131.