

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCC.
1903

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XII.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1903

Psicologia sperimentale. — *Contributo allo studio della velocità di propagazione dello stimolo nel nervo sensitivo dell'uomo* (1). Nota del prof. FEDERICO KIESOW, presentata dal Socio A. Mosso.

Nel 1850 Helmholtz dimostrò che la velocità di propagazione dell'eccitamento nervoso è misurabile. Egli lavorò sul nervo motore, servendosi dapprima del nervo sciatico della rana che egli, seguendo il metodo di Pouillet per la misura di piccoli intervalli di tempo, stimolava mediante correnti elettriche istantanee in punti a varia distanza dall'entrata del nervo nel muscolo (2). Questi esperimenti fornirono come valori medi più probabili: 26,4 e 27,0 met. per min. sec., però con una oscillazione dei valori delle singole serie, fra 24,6 e 38,4 met. per min. sec. (3). Helmholtz poté, inoltre, fin d'allora dimostrare che anche la temperatura esercita un'influenza sulla velocità di propagazione. Più tardi egli estese queste ricerche a quanto avviene nell'uomo, incaricando N. Baxt della loro esecuzione secondo un piano ideato da Helmholtz stesso. Qui veniva stimolato elettricamente il nervo mediano, ora al polso, ora alla parte superiore del braccio, e, nel medesimo tempo, si registravano le contrazioni dei muscoli dell'eminenza tenare. Da questi esperimenti si ebbe un valore medio di 33,9005 met. per min. sec. con una variazione dei singoli valori fra 31,5389 e 37,4927 met. (4). Infine, nel 1870 Helmholtz pubblicò insieme con Baxt altri esperimenti che dimostrarono la notevole influenza esercitata dalla temperatura sulla velocità della corrente nervosa anche nell'uomo.

In questi esperimenti anche il nervo ulnare venne stimolato, e si registrarono le contrazioni dell'abduzione del dito indice e dell'adduttore del pollice. Per il tratto dal polso fino al gomito risultarono, in questo modo, da esperimenti fatti verso la fine dell'estate, durante l'inverno e al principio dell'estate seguente, valori fra 27,8081 e 32,8827 met. per min. sec.; per lo stesso tratto, essendo stimolato il nervo mediano, si ebbe un valore medio di 30,3904 met. per min. sec. Da tutti i valori ottenuti risultò una media totale di 30,1488 met. per min. sec. Verso la metà dell'estate, però, i va-

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisiologia della R. Università di Torino, sezione di Psicologia sperimentale.

(2) Akademie der Wiss. zu Berlin, Berichte 1850, pag. 14; Müller's Archiv. 1850, pp. 71 e 276.

(3) Ibid. pp. 337 e 351.

(4) Berliner Berichte, 1867, pag. 228.

lori aumentarono notevolmente, mentre invece diminuirono al principio dell'inverno. Ulteriori esperimenti fecero poi riconoscere che il riscaldamento dell'arto cagionava regolarmente un aumento della velocità di conducibilità nervosa; il raffreddamento, per contro, una diminuzione di essa (1).

I risultati di questi esperimenti fondamentali furono accettati dalla pluralità degli sperimentatori; ma la velocità della corrente nel nervo sensitivo dell'uomo rimane ancora oggi un problema da risolversi, benchè ci sia la tendenza di supporla non diversa da quella del nervo motore. Lo stesso Helmholtz indicò le difficoltà di queste ricerche e accennò alle differenze nelle indicazioni dei diversi sperimentatori, e furono appunto questi fatti che lo indussero a cercare una soluzione del problema limitandolo sul nervo motore dell'uomo (2).

Ma, così per quanto riguarda la cognizione dei processi di reazione, come per quanto si riferisce a quella delle sensazioni cutanee e alla misura di esse furono fatti grandi progressi. Partendo da queste nuove conoscenze ho seguito una via per la quale, a quanto mi sembra, possiamo sperare risultati sicuri. Vi fui condotto principalmente in seguito ad estese ricerche intorno ai tempi di reazione della sensazione tattile di carico prodotta su punti isolati. Questo lavoro, ultimato nella parte sperimentale, verrà prossimamente pubblicato.

Come base delle ricerche che ora comunico ho posto *la reazione muscolare di massimo grado*. È necessario che il soggetto in esperimento abbia acquistato *il grado massimo di esercizio*. Le ragioni di ciò sono evidenti. La reazione resta semplificata, e, dacchè tutti gli altri fattori che vi hanno parte rimangono necessariamente i medesimi, così le differenze di tempo che risultano nei valori medii, possono essere cagionate solo dalla via più lunga che lo stimolo è obbligato a percorrere. Venivano stimolati punti cutanei del braccio sinistro e della gamba sinistra; le mie ricerche, però, si distinguono da tutte quelle fatte finora per l'eccitazione di punti sensibili *isolati*. Come tali ho scelto per il presente lavoro determinati *punti tattili*. Di più, l'eccitazione non è, nel caso nostro, elettrica, ma meccanica e viene generata mediante un pelo stimolatore di v. Frey, il cui valore di tensione venne prima determinato esattamente.

Questo pelo si fissa in un estesiometro che io ho ideato collo scopo apposito di esperimenti sul tempo di reazione e al quale ho dato il nome di *estesiometro elettro-magnetico*. Esso permette di effettuare l'eccitamento mediante la chiusura, a distanza, di un circuito elettrico. Nel momento di eccitazione si chiude, inoltre, un'altra corrente destinata a far muovere le lancette del cronoscopio di cui sarà tosto fatta menzione. Per assicurarci della

(1) Ibid. 1870, pag. 184.

(2) Berliner Berichte 1867, pp. 228 e 229.

massima precisione dell'eccitamento del punto, si monta tutto l'apparecchio su un « sostegno universale » (*Universalstativ*) di Zimmermann. Debbo aggiungere che l'eccitazione si fece ogni volta con una velocità molto superiore a quella che può esercitare ancora una influenza sull'intensità della sensazione. Si cercò la posizione più comoda per gli arti durante l'esperimento. Come al solito le ricerche si fecero in due stanze. Feci uso, come cronoscopio, dell'orologio di Hipp fornito da Runne di Heidelberg. L'orologio si controllava mediante il grande martello di controllo di Wundt. Il tasto di reazione adoperato fu quello introdotto da Cattel. Il soggetto indicava la reazione col dito indice della mano destra. L'intervallo fra segnale ed eccitamento si manteneva costante ed era un po' superiore ad $1\frac{1}{2}$ min. sec. In quanto agli altri particolari mi limito a dire che tutta la disposizione corrispondeva completamente a quella raccomandata e descritta da Wundt (!). Lavorai sempre coll'aiuto di due assistenti dei quali uno, in una stanza, si occupava dell'orologio e dava l'eccitamento, mentre l'altro, nella stanza attigua, dove si trovava il soggetto, dirigeva l'estesimetro e stava attento acciocchè il pelo cadesse sempre precisamente sul punto tattile. Soggetto e sperimentatore si intesero per mezzo di segnali acustici convenzionali. Il soggetto teneva gli occhi chiusi durante gli esperimenti e, allo scopo di escludere, per quanto era possibile, l'azione di rumori disturbanti si teneva le orecchie turate con tappi di sughero convenientemente adattati. Per quanto riguarda le singole reazioni, basta dire che esse si facevano in ragione di 10 e di 15 per ogni serie, e che si scartavano solo quei valori che venivano segnalati come non attendibili dal soggetto. Allorquando i valori, in seguito ad un principio di stanchezza mentale, cominciarono a diventare irregolari, come alcune volte accadde alla fine di una seduta, preferii scartare l'intera serie, la quale veniva poi ripetuta nella seduta successiva. Conviene inoltre notare che, fra una serie e l'altra, si frapponeva una pausa, mentre le singole reazioni si seguivano colla maggiore rapidità consentita.

Io stesso ho servito da soggetto e sono in dovere di ringraziare vivamente per il valido e intelligente aiuto prestato la signorina Aymar, il dottore A. Fontana e la mia consorte.

Quando incominciai ad occuparmi di questo problema, aveva fatto ogni giorno, con pochissime eccezioni, delle reazioni durante parecchi mesi. Poichè avevo reagito in ultimo in modo esclusivamente muscolare, potevo presupporre in me un grado massimo di esercizio.

Siccome, secondo il mio modo di vedere, è condizione importantissima per la soluzione della questione, che, punti tattili vengano eccitati nel maggiore isolamento possibile, non scelsi punti della mano, del piede o della

(!) *Grundzüge der physiol. Psychologie*, 5. ed., vol. III, pag. 387.

faccia, luoghi dove sono fittissimi, ma punti piliferi del braccio e della gamba (1).

Convieni, inoltre, aver cura che i punti tattili scelti su di un medesimo arto siano di una stessa sensibilità o all'incirca. Finalmente è necessario scegliere convenientemente la intensità dello stimolo. Se l'intensità dello stimolo è troppo piccola, una reazione muscolare di massimo grado non è più possibile, poichè l'attenzione non può più concentrarsi sul movimento da eseguire: essa si rivolge involontariamente in parte sulla impressione da aspettarsi. I valori, per conseguenza, aumentano e le oscillazioni sono più notevoli. D'altra parte, se l'intensità è troppo grande, non si può più essere sempre sicuri di stimolare un solo organo tattile, e, in causa della maggiore estensione della deformazione, altri organi possono venire simultaneamente eccitati. Da ciò risultano una diminuzione dei tempi di reazione e oscillazioni che difficilmente si possono controllare. Di più, essendo il numero di punti sensibili nell'unità di superficie, anche su un medesimo arto, non sempre eguale (2), i valori di tempo ottenuti non sarebbero in questo caso paragonabili fra di loro.

Quando vengano osservate tutte queste condizioni, un nuovo studio del problema mi sembra giustificato.

La sensibilità dei punti tattili finora esaminati corrisponde ad un valore di soglia di 1 g/mm. Come intensità di stimolo ho adoperato un pelo del valore di 6 g/mm che aveva le seguenti costanti:

| Sezione trasversale | Raggio medio | Forza | Valore di tensione |
|-----------------------|--------------|--------|--------------------|
| 0,038 mm ² | 0,11 mm | 0,66 g | 6 g/mm |

Questo valore di stimolo potrebbe sembrare un po' alto, ma non si deve dimenticare che il soggetto, avendo gli occhi chiusi, non vede i punti durante l'esperimento, e quindi lo stimolo dev'essere forte abbastanza per permettere di concentrare l'attenzione *senza difficoltà* sul movimento di reazione da eseguire. Non voglio dire con ciò che non si possa reagire muscolarmente anche a stimoli più deboli, anzi mi riservo di tornare su di ciò in un altro lavoro; per questi esperimenti, però, non mi conveniva di adoperare lo stimolo più debole, ma bensì il più forte possibile.

Gli esperimenti si facevano un giorno dopo l'altro, senza interruzione, e sempre alle stesse ore della giornata. Mantenevo un regime di vita costante e la temperatura della stanza di osservazione era di circa 20° C.

I. *Esperimenti sul braccio.* — I punti scelti si trovavano: per l'avambraccio, sulla faccia anteriore al limite dei peli; per il braccio, verso la

(1) Cfr. il mio lavoro *Ueber Verteilung und Empfindlichkeit der Tastpunkte* nei *Philos. Studien*. Vol. XIX, pag. 260.

(2) Cfr. il mio lavoro sopra citato.

metà, sulla faccia anteriore. Su questo come su quello si stabilirono due punti. Su ognuno dei due punti dell'avambraccio si fecero 100 osservazioni. I due punti sul braccio vennero eccitati, l'uno 100 volte, l'altro 200 volte. Tanto i primi punti, quanto gli ultimi erano situati su una medesima linea trasversale, ma a piccola distanza tra loro, quindi, per quanto riguarda la distanza fra quelli in alto e quelli in basso, non c'erano differenze notevoli. La circonferenza del mio braccio è in corrispondenza dei punti verso il polso di circa 17 cm., in corrispondenza di quelli del braccio di 27 cm.

Per i due *punti dell'avambraccio* ottenni i seguenti valori medi:

1° punto: 161,10^σ (1) (var. med. 10,9800).

2° punto: 163,38^σ (var. med. 9,6852).

Sul *braccio* trovai i seguenti valori medi:

1° punto: 151,64^σ (var. med. 9,9080).

2° punto, 1° centinaio: 151,70^σ (var. med. 11,1880).

" 2° " 150,61^σ (var. med. 12,2946).

Da questi valori medi risultano le differenze seguenti:

1. 161,10 — 151,64 = 9,46^σ.

2. 161,10 — 151,70 = 9,40^σ.

3. 161,10 — 150,61 = 10,40^σ.

4. 163,38 — 151,64 = 11,74^σ.

5. 163,38 — 151,70 = 11,68^σ.

6. 163,38 — 150,61 = 12,77^σ.

La distanza fra i punti tattili dell'avambraccio e quelli del braccio essendo di 33 cm. avremmo, se consideriamo come di eguale lunghezza la via nervosa, in realtà più lunga, che lo stimolo deve percorrere, le seguenti velocità di propagazione:

1. 34,884 met. per min. sec.

2. 35,106 " " "

3. 31,731 " " "

4. 28,109 " " "

5. 28,253 " " "

6. 25,843 " " "

La *media aritmetica* di questi 6 valori è di 30,654 metri per minuto secondo.

Prendendo i punti di sopra e di sotto insieme e calcolando le differenze

(1) 1σ = 0,001 min. sec.

dai valori medi ottenuti da ogni 200 singole determinazioni, troviamo i valori seguenti:

1. $162,24 - 151,67 = 10,57^{\circ}$.
2. $162,24 - 151,13 = 11,11^{\circ}$.
3. $162,24 - 151,16 = 11,08^{\circ}$.

Da queste differenze risultano le velocità di propagazione di:

1. 31,220 met. per min. sec.
2. 29,703 " " "
3. 29,783 " " "

La *media aritmetica* di questi valori è di 30,235 metri per min. sec.

II. *Esperimenti sulla gamba.* — Anche qui vennero esaminati, così sulla gamba (verso il piede) come sulla coscia (verso la piega inguinale) due punti piliferi. Su ogni punto si fecero 100 osservazioni. Anche qui i punti si trovavano, tanto in alto quanto in basso sulla medesima linea trasversale a piccola distanza fra di loro. La circonferenza della mia gamba è, in corrispondenza dei punti in basso, di 23,5 cm., in corrispondenza di quelli in alto, di 47 cm.

Sui *punti della gamba* ottenni i seguenti valori medi:

- 1° punto: $185,79^{\circ}$ (var. med. 14,0574).
- 2° punto: $182,73^{\circ}$ (var. med. 14,8446).

Sulla *coscia* trovai i seguenti:

- 1° punto: $167,64^{\circ}$ (var. med. 12,9316).
- 2° punto: $165,48^{\circ}$ (var. med. 10,1728).

Troviamo quindi le differenze seguenti:

1. $185,79 - 167,64 = 18,15^{\circ}$.
2. $185,79 - 165,48 = 20,31^{\circ}$.
3. $182,73 - 167,64 = 15,09^{\circ}$.
4. $182,73 - 165,48 = 17,25^{\circ}$.

La distanza fra i punti sulla coscia e quelli sulla gamba, misurata passando sopra il ginocchio, è di 58 cm. Considerando anche qui come eguale la distanza percorsa dallo stimolo, troviamo i seguenti valori di velocità:

1. 31,956 met. per min. sec.
2. 28,557 " " "
3. 38,436 " " "
4. 33,623 " " "

La *media aritmetica* di questi 4 valori è di 33,143 metri per minuto secondo.

Mettendo insieme, anche qui, i punti in alto e quelli in basso, e calcolando la differenza ottenuta dai valori medi di ogni 200 determinazioni troviamo:

$$184,26 - 166,54 = 17,50^{\circ}$$

Questa differenza corrisponde ad una velocità di conducibilità di 32,768 metri per min. sec.

Mettendo insieme ancora una volta i valori medi calcolati, troviamo una velocità di propagazione dello stimolo

per il braccio di:

1. 30,654 metri per min. sec. con una variazione dei singoli valori da 25,843 sino a 34,884 metri per min. sec.

2. 30,325 metri per min. sec. con una variazione dei singoli valori da 29,783 sino a 31,220 metri per min. sec.;

per la gamba di:

1. 33,143 metri per min. sec. con una variazione dei singoli valori da 28,557 sino a 38,436 metri per min. sec.

2. 32,768 metri per min. sec.

Se confrontiamo questi valori con quelli trovati da Helmholtz e Baxt per il nervo motore, e ricordiamo che la via percorsa dallo stimolo nel braccio è certamente più lunga della distanza fra i due ordini di punti, ci si affaccia la conclusione che, così per il braccio come per la gamba, una differenza nella velocità della corrente di propagazione fra il nervo motore ed il sensitivo nell'uomo non è ammissibile, almeno non per quelle vie nervose che sono qui in questione.

Fisiologia. — *I mutamenti del sangue sull'alta montagna* (1).
Nota I del dott. CARLO FOÀ, presentata dal Socio A. MOSSO.

Le ricerche di cui mi propongo di comunicare i risultati in questa ed in un'altra Nota vennero eseguite in parte a Torino (m. 238), in parte a Silvaplana (m. 1816), in parte ancora ad Alagna (m. 1180) e finalmente sul Col d'Olen (m. 2865) e sulla vetta del monte Rosa (m. 4560).

L'osservazione che sull'alta montagna si noti un aumento di corpuscoli rossi nel sangue ricavato dalla puntura della pelle o dalle vene superficiali della pelle stessa, risale già ad alcuni anni or sono, e venne confermata da molti autori. Vialut trovò fra i primi l'iperglobulia nell'uomo sulle Cordigliere, e nel 1892 ripetendo le esperienze aggiunte di aver trovato nel sangue dei mammiferi dei globuli assai piccoli, e nel sangue dei polli e dei piccioni alcuni globuletti rotondi senza nucleo! Con questa osservazione del Vialut comincia la serie numerosa dei più svariati reperti microscopici de-

(1) Lavoro eseguito nella quarta spedizione sul Monte Rosa diretta dal prof. A. Mosso.