



ISTITUTO DI FISILOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
DIRETTO DAL PROF. R. ODDI

INFLUENZA
CHE LE
RADICI SPINALI POSTERIORI
ESERCITANO
SULLA ECCITABILITÀ DELLE ANTERIORI

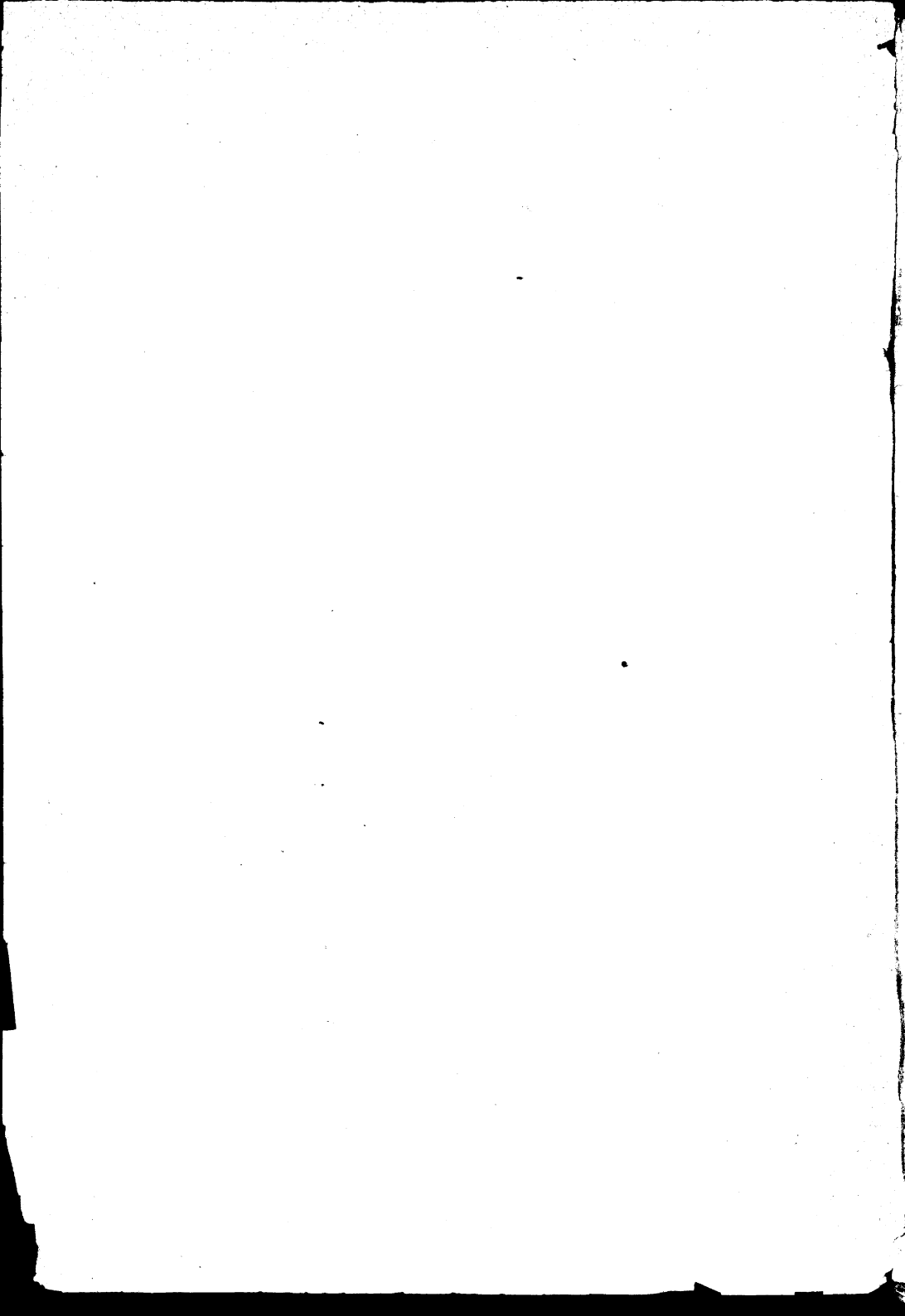
RICERCHE SPERIMENTALI
DEL DOTT. OSVALDO POLIMANTI

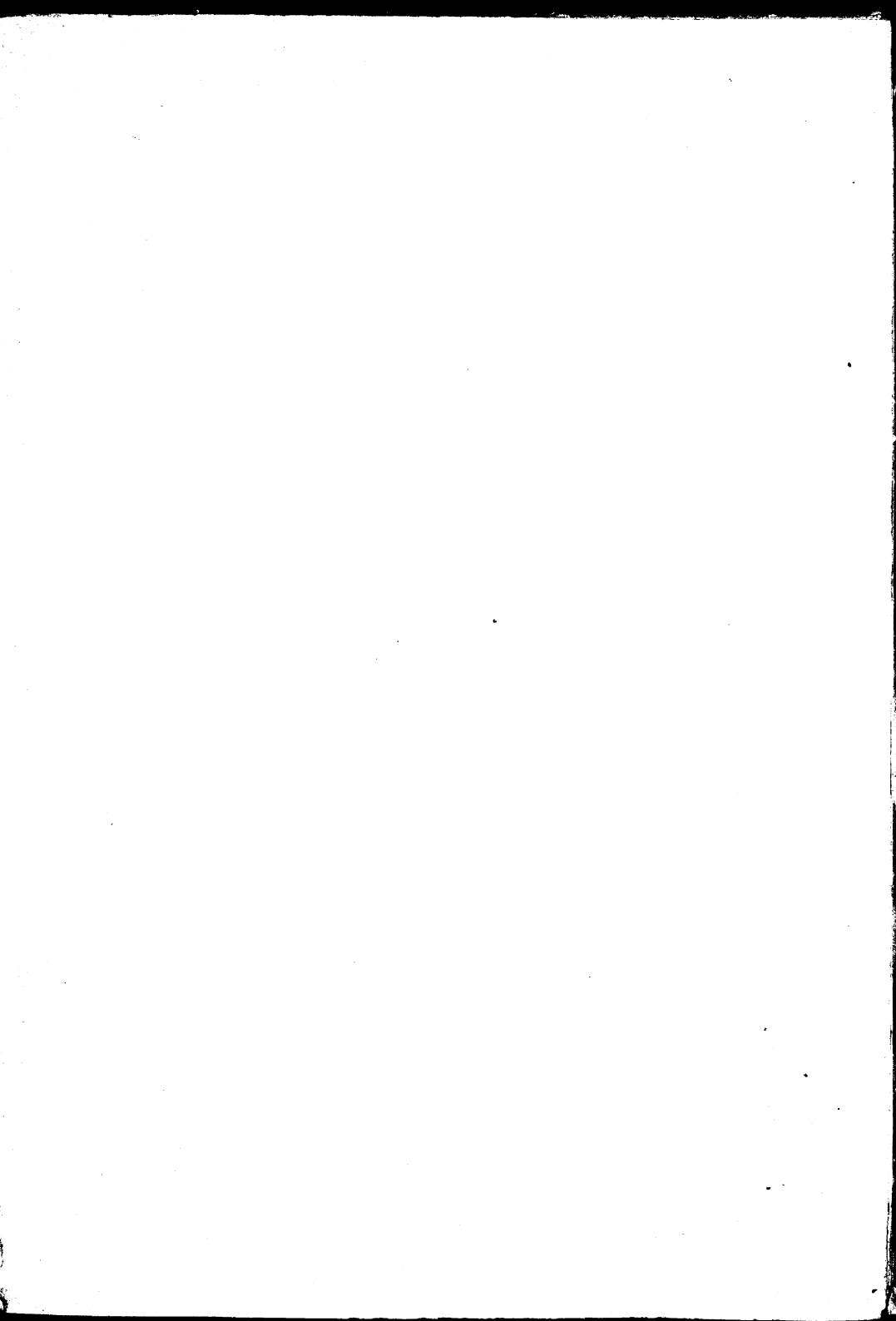
Estratto dal Bullettino della R. Accademia Medica di Roma
Anno XXII - 1895-96 - Fascicoli V e VI.

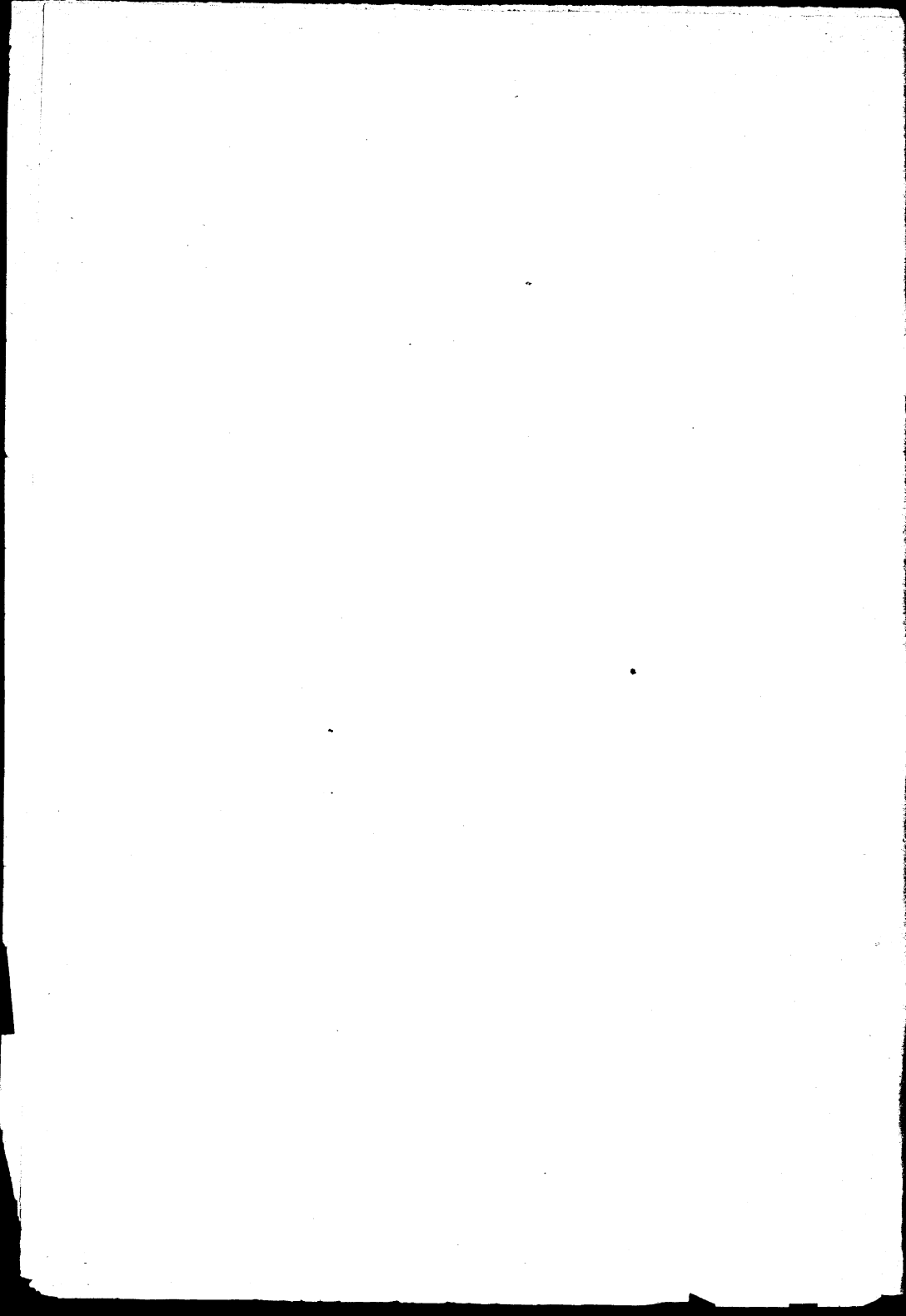


ROMA
TIPOGRAFIA FRATELLI CENTENARI
Via degli Avignonesi, 32

—
1896







ISTITUTO DI FISILOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
DIRETTO DAL PROF. R. ODDI

INFLUENZA
CHE LE
RADICI SPINALI POSTERIORI
ESERCITANO
SULLA ECCITABILITÀ DELLE ANTERIORI

RICERCHE SPERIMENTALI
DEL DOTT. OSVALDO PÖLIMANTI



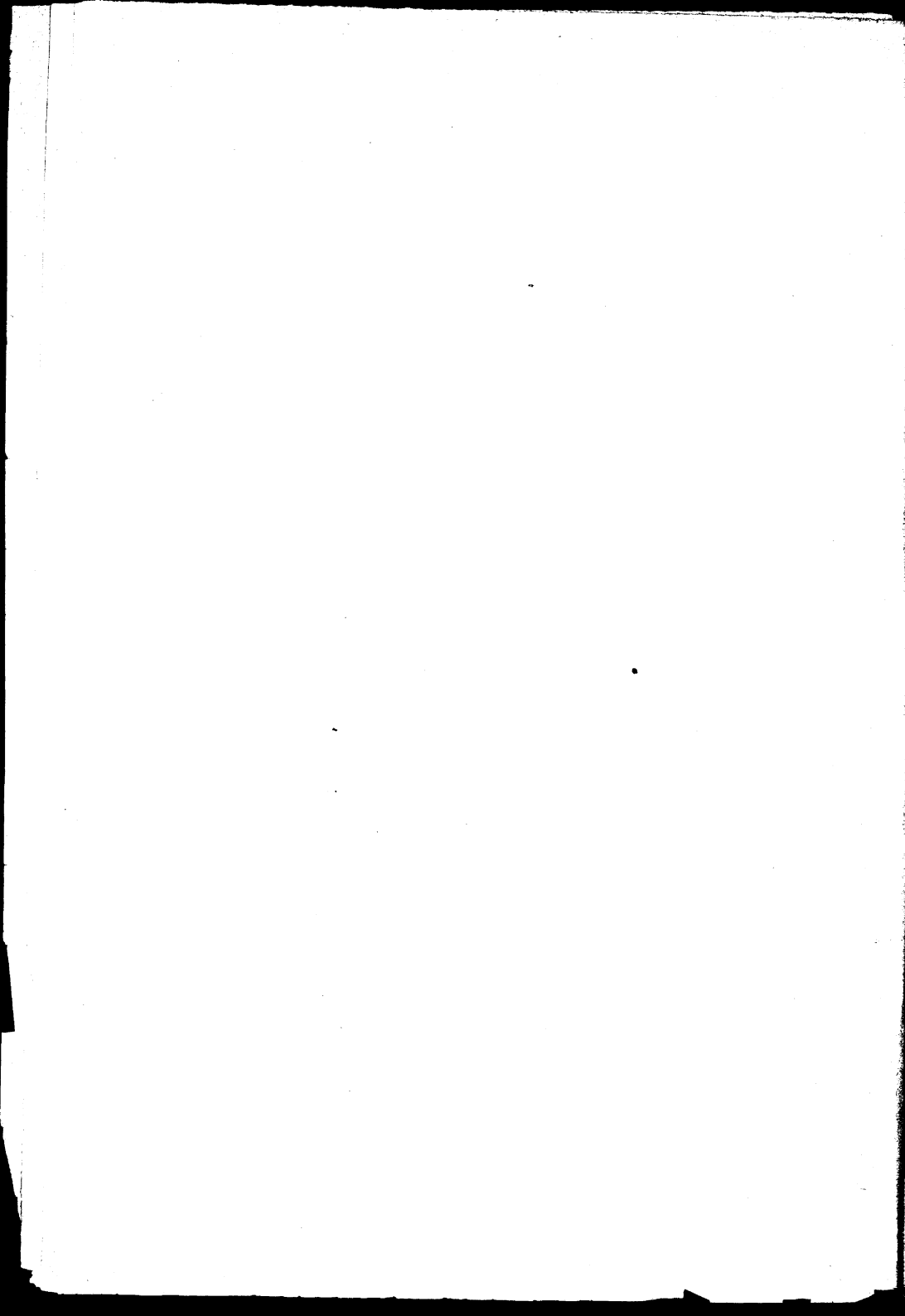
Estratto dal Bullettino della R. Accademia Medica di Roma
Anno XXII - 1895-96 - Fascicoli V e VI.



ROMA
TIPOGRAFIA FRATELLI CENTENARI

Via degli Avignonesi, 32

—
1896



O. POLIMANTI. — Influenza che le radici spinali posteriori esercitano sulla eccitabilità delle anteriori.

Harless (1), stimolando con una corrente indotta lo sciatico della rana, prima e dopo il taglio delle radici posteriori, aveva osservato che per il taglio di queste ultime diminuiva l'eccitabilità del nervo, mentre aumentava per il taglio delle radici anteriori.

In base a questi risultati, egli supposè che attraverso le vie sensitive fosse portata ai muscoli una energia specifica capace di aumentare l'eccitabilità delle radici anteriori.

Cyon (2) fu il primo che sperimentò direttamente sulle radici spinali. Egli dimostrò nelle rane che l'integrità delle radici posteriori è indispensabile per la normale eccitabilità delle anteriori omonime. In un lavoro successivo (3) egli riuscì a dimostrare, sempre nelle rane, che per il taglio delle radici posteriori l'eccitabilità delle anteriori era di molto diminuita in confronto allo stato normale. Cercò di dare una interpretazione del fatto ammettendo che le radici posteriori siano incaricate di trasportare alle anteriori attraverso il midollo spinale quelle eccitazioni continue che provengono dalle terminazioni nervose e che valgono a mantenerle in uno speciale stato di tonicità.

(1) HARLESS. - *Moleculäre Vorgänge in der Nerven Substanz.* - Abhandlungen der bayr. Acad. Physik, XXXI, 1858.

(2) CYON. - *Ueber den Einfluss der interen Nervenwurzeln des Rückenmarks auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Berichte der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften; math.-phys. Classe, 1865, S. 85.

(3) Introduzione al lavoro dello Steinmann: *Ueber den Tonus der willkürlichen Muskeln.* - Mélanges biologiques, tirées du Bulletin de l'Acad. impériale des Sciences de St. Petersburg. Tom. VII, 1871, S. 787.

v. Bezold e Uspensky (1) attaccarono le conclusioni del Cyon, non avendo potuto constatare una influenza costante delle radici posteriori sulle anteriori. Curarizzando leggermente delle rane nelle quali uno degli arti posteriori veniva sottratto alla azione del veleno con una legatura alla Bernard ed isolando poi le radici anteriori corrispondenti all'arto sano con una corrente indotta leggerissima, videro che l'eccitabilità di queste radici andava progressivamente diminuendo, dal momento in cui si era scoperto lo speco vertebrale, prima rapidamente, poi più lentamente, tanto se le radici posteriori omonime erano intatte quanto se erano state tagliate. Solamente in due casi poterono osservare il fatto descritto dal Cyon: in tutti gli altri non poterono notare diminuzione di sorta; anzi nel maggior numero degli esperimenti l'eccitabilità delle radici anteriori non subiva alcuna modificazione, soltanto qualche rara volta presentava un leggero e transitorio aumento.

Il Cyon (2) rispose con una breve nota confermando le sue prime idee e provocando una replica da parte di v. Bezold e Uspensky (3), che però non portarono alcun nuovo contributo alla quistione.

Frattanto Guttmann (4), con esperienze proprie, confermava completamente i risultati del Cyon, mentre Grünhagen (5), con altre esperienze, veniva in appoggio agli oppositori del Cyon.

Steinmann (6), sotto la direzione del Cyon, riprese lo studio

(1) v. BEZOLD u. USPENSKY. - *Ueber den Einfluss der hinteren Rückenmarkswurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Central. f. d. medicin. Wissenschaften (Orig. Mitth.), 1867, n. 39, pag. 611.

In. In. - *Arbeiten aus dem physiol. Laboratorium zu Würzburg.* - Heft III, 1868, S. 107.

(2) CYON. - *Ueber den Einfluss der hinteren wurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Centralbl. f. d. medicin. Wissenschaften (Orig. Mitth.), 1867, n. 41, S. 648.

(3) v. BEZOLD u. USPENSKY. - *Zur Frage von dem Einflusse der hinteren Rückenmarkswurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Centralbl. f. d. medicin. Wissensch. (Orig. Mitth.), 1867, S. 819.

(4) GUTTMANN - *Zur Lehre von dem Einfluss der hinteren Rückenmarkswurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Centralbl. f. d. medicin. Wissensch. (Orig. Mitth.), 1867, n. 44, S. 689.

(5) GRÜNHAGEN. - *Ueber den vermeintlichen Einfluss der hinteren Wurzeln des Rückenmarks auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Berliner klin. Wochenschr. 1868, N. 9.

(6) STEINMANN. - Loc. cit.

di questa quistione confermando con nuove esperienze il fatto, già dimostrato dal suo maestro, che cioè per il taglio delle radici posteriori diminuisce l'eccitabilità delle anteriori; trovò inoltre che anche il tono dei muscoli ai quali queste radici si distribuiscono viene ad essere notevolmente diminuito; un gastrocnemio di rana a cui era attaccato un peso di 20-30 gr. immediatamente dopo l'operazione o appena dopo 1', subiva un allungamento di 2-5 millim.

Heidenhain (1) attaccò le conclusioni di tutti gli autori precedenti, ma specialmente quelle di Cyon, Steinmann e Guttmann. Esperimentò anch'egli sulle rane servendosi del metodo grafico ed eccitando le radici anteriori con una debole corrente indotta prima e dopo il taglio delle posteriori. Egli decapitava gli animali oppure giungeva gradatamente ad eliminare i centri nervosi dagli emisferi al bulbo. I risultati furono sempre gli stessi, cioè nessuna influenza delle radici posteriori sulla eccitabilità delle anteriori. Secondo questo autore l'opinione di Brongeeest a cui quella del Cyon si ricollega, che farebbe dipendere il tono dei muscoli da azioni riflesse, non avrebbe alcun fondamento. Non ammette con v. Bezold e Uspensky che l'eccitabilità delle radici anteriori dal momento in cui si è aperto lo speco vertebrale vada gradatamente diminuendo; egli sostiene che, operando con molta delicatezza e non maltrattando le radici per porle nell'eccitatore, la loro eccitabilità rimane invariata durante 30'-45' e più.

Cyon (2) replicò, confermando sempre i suoi primi risultati e quelli dello Steinmann per quanto si riferisce al tono muscolare.

Marcacci (3) affermò un fatto nuovo, che cioè, per il taglio delle radici posteriori, le anteriori acquistano un'eccitabilità mag-

(1) GEORG HEIDENHAIN. - *Ueber den Einfluss der hinteren Rückenmarkswurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Archiv. f. d. gesammte Physiologie d. Menschen u. d. Thiere. IV, 1871, S. 435.

(2) CYON. - *Ueber den Einfluss der hinteren Wurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* - Archiv. f. d. gesammte Physiologie d. Menschen u. d. Thiere VIII, 1874, S. 347.

(3) MARCACCI. - *Nuovo fatto in favore della sinergia funzionale delle paia spinali.* - Archivio per le Scienze mediche. Vol. V, n. 16, 1882, pag. 283.

giore che in condizioni normali. Tagliava egli nelle rane tutte le radici spinali lasciandone intatte solamente un paio; con una corrente indotta estremamente debole eccitando la radice anteriore, determinava la corrente minima attiva e la corrente minima inattiva per ottenere una contrazione nell'arto corrispondente. Tagliata la radice posteriore, la corrente prima inefficace a produrre una contrazione, bastava a far contrarre i muscoli da essa innervati.

Egli riuscì ad ottenere delle contrazioni anche con una corrente sette volte minore della minima inattiva, saggiata in antecedenza. Secondo Marcacci questa influenza fra le due radici si eserciterebbe attraverso alla midolla e andrebbe dalla radice sensitiva alla motrice; considera la radice posteriore come *un freno* dell'anteriore.

Kanellis (1), servendosi come materiale di esperimento delle rane e colla stessa tecnica sperimentale (usata dal Marcacci) senza citarlo, fece sue le conclusioni a cui il Marcacci era giunto; tanto che Dastre (2) in una nota indirizzata al presidente dell'Accademia delle Scienze di Parigi, a cui il lavoro del Kanellis era stato presentato, sostenne che questi non ha fatto che riprodurre testualmente la memoria pubblicata dal Marcacci due anni prima, senza altra modificazione all'infuori del nome dell'autore.

Belmondo ed Oddi (3) pei primi nello studio di questa questione si servirono come materiale d'esperimento dei cani. Un tamburo doppio del Marey veniva fissato sulla coscia dell'animale e messo in comunicazione con un timpano a leva scrivente sopra un tamburo girante. La radice anteriore, isolata, veniva eccitata con una corrente indotta, regolata a mezzo di un metronomo elettrico; un segnale Depretz, intercalato nel

(1) KANELIS. - *Influence des racines sensitives sur l'excitabilité des racines motrices.* - Comptes rendus de l'Académie des Sciences. T. XCVI, n. 17, Séance du 23 avril 1883, p. 1249.

(2) Comptes rendus de l'Académie des Sciences. T. XCVI, mai 1883, pag. 1348.

(3) BELMONDO e ODDI. - *Intorno all'Influenza delle radici spinali [posteriori] sull'eccitabilità delle anteriori.* - Rivista Sperimentale di Freniatria e di Medicina legale, Vol. XVI, fasc. III, 1890.

circuito, segnava nel cilindro girante il numero e la durata delle eccitazioni. Con questo metodo sperimentale essi trovarono che, togliendo di mezzo l'influenza della radice posteriore, sia col taglio, sia colla cocainizzazione, l'eccitabilità della corrispondente anteriore veniva ad essere notevolmente depressa, purchè si evitasse qualsiasi maltrattamento od irritazione della radice posteriore stessa, accordandosi in ciò perfettamente colle idee del Cyon. Osservarono poi che, ove col taglio o collo stiramento si irritasse la radice posteriore, l'eccitabilità dell'anteriore veniva ad essere notevolmente aumentata, come il Marcacci, credendosi in opposizione col Cyon, aveva per primo messo in evidenza. Molto più manifesto risalta il fatto se si irrita, dopo il taglio, il moncone centrale della radice posteriore, stringendolo con pinzetta, o maltrattandolo in qualsiasi altro modo; in questo caso la radice anteriore acquista una insolita eccitabilità, che però si può far scomparire e magari ridurre al disotto del normale, cocainizzando il moncone del nervo prima maltrattato. Essi riferiscono anche una serie di ricerche per dimostrare che questi vari fatti sono indipendenti dall'influenza cerebrale.

Concludono col convenire nelle idee espresse dal Cyon, mostrandosi convinti che la contraddizione tra Cyon e Marcacci dipende esclusivamente dalla tecnica e dalle condizioni di esperimento nelle quali i due autori si sono messi.

Tomasini (1) ha eseguito delle ricerche collo scopo di determinare l'eccitabilità della zona rolandica dopo il taglio delle radici posteriori. Egli, con un metodo operatorio che alquanto differisce da quello di Oddi e Belmondo, nei cani tagliava da 4 ad 8 radici posteriori da un lato nella regione lombo-sacrale ed eccitava poi la corteccia cerebrale nella zona rolandica dal lato opposto, o immediatamente dopo il taglio, o 10-30 giorni dopo, quando già fosse avvenuta la degenerazione delle fibre nervose. Se l'eccitazione della zona motrice veniva da lui praticata all'atto dell'operazione, allora egli determinava la corrente minima necessaria per produrre una contrazione; se a distanza, si serviva

(1) TOMASINI S. - *L'eccitabilità della zona motrice dopo la recisione delle radici spinali posteriori.* - Atti dell' XI Congresso Medico Internazionale, 1894. Sezione Fisiologica II, pag. 68.

dell'altra zona rolandica per confronto. Dalle sue esperienze risulta che l'eccitabilità della zona rolandica è aumentata o diminuita, dopo la sezione delle radici sensitive, secondo che l'eccitazione della corteccia viene praticata immediatamente od a distanza dal taglio delle radici stesse. Per cui la contraddizione fra Cyon e Marcacci, secondo Tomasini, non sarebbe che apparente: l'eccitabilità della radice motrice, costretta a funzionare subito dopo il taglio della sensitiva, sarebbe alterata dallo stato di sovraeccitabilità in cui si trova il centro spinale.

Ritourneremo a suo tempo sopra queste ricerche, ed avremo campo di dimostrare quanto più complicati si presentino i fatti, facendo entrare in giuoco contemporaneamente i centri spinali e cerebrali, e di quante quistioni bisogni tener conto per non cadere in errore.

Veduta la disparità delle idee dominanti su questo argomento e della grande importanza che ha dal punto di vista fisiologico e patologico, il prof. Oddi mi consigliò di riprendere questo studio, non solo per ripetere le ricerche sino ad oggi praticate, ma anche per determinare l'influenza che le radici spinali posteriori esercitano sulle anteriori tanto nello stesso paio spinale, come in paia diverse, in via ascendente e discendente, dallo stesso lato e dal lato opposto, nella stessa regione ed a distanza.

Il metodo sperimentale del quale io mi sono servito, è in poche parole il seguente: isolate col metodo della nostra scuola (1) le paia spinali del tratto lombo-sacrale si cerca, saggiando con una debolissima corrente faradica appena apprezzabile alla lingua, la radice anteriore che, eccitata, provoca manifeste contrazioni del muscolo gastrocnemio (5^a lombare nel cane).

Ciò fatto si isola il tendine del gastrocnemio e si lega con un robusto filo, del quale l'altro capo viene fissato alla leva del tamburo del miografo di Marey per il cane. Il miografo, debitamente regolato, si collega, a mezzo di un tubo di gomma a spesse pareti, col tamburo registratore che si fa scrivere sopra il cilindro rotante con una velocità di un giro ogni 4',50" : una clarinetta, intercalata tra il miografo ed il tamburo scrivente, permette di regolare e mantenere sempre costante la tensione

(1) BELMONDO e ODDI. - Loc. cit.

del tamburo stesso. Ciò fatto si introduce la radice anteriore menzionata, isolata con ogni cautela dalla corrispondente posteriore, nell'eccitatore coperto del d'Arsonval, che comunica, a mezzo di due lunghe spirali di rame elettrolitico, ricoperto di seta, colla slitta del Du-Bois-Reymond.

Un segnale Depretz è intercalato nel circuito e ci segna nel cilindro rotante il momento del passaggio della corrente e la durata dell'eccitazione. Un metronomo elettrico del Verdin, che batte il secondo, ci permette di eccitare il nervo con scosse ritmiche ad intervalli sempre uguali e funge da interruttore.

Così facendo funzionare l'apparecchio ed avvicinando il rocchetto d'induzione della slitta, riusciamo a determinare la corrente minima necessaria per ottenere la contrazione del gastrocnemio ben visibile sul cilindro rotante e possiamo registrare quel numero di contrazioni che crediamo necessario per assicurarci che il nervo si trova in condizioni normali. La stessa tecnica sperimentale fu usata dal prof. Oddi nelle sue ricerche intorno alla *funzione inibitoria del cervello e del midollo spinale* (1).

Per studiare l'influenza che le radici posteriori, tanto dello stesso paio come di paia diverse, esercitano sulla radice anteriore in esperimento, abbiamo praticato, dopo preso il tracciato normale, la legatura, il taglio, l'eccitazione elettrica ed il pinzettamento delle diverse radici posteriori. Nel caso in cui si praticava la eccitazione faradica ci siamo serviti di un eccitatore Verdin a punte di platino in rapporto con un'altra slitta del Du-Bois-Reymond: un secondo segnale Depretz tracciava sul cilindro rotante il momento in cui cominciava l'eccitamento e la sua durata.

Per queste esperienze abbiamo sempre scelto dei cani giovani e robusti. Prima dell'operazione venivano leggermente morfinizzati e poi cloroformizzati, usando molte cautele per ottenere una buona narcosi in modo da non deprimere eccessivamente l'eccitabilità nervosa e, al tempo stesso, da impedire che l'animale, destandosi, potesse turbare con scosse volontarie l'andamento dell'esperienza.

(1) ODDI R. - *Il cervello ed il midollo spinale come centri di inibizione.* - Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. IV, serie V, fasc. VI.

PRIMA SERIE DI RICERCHE.

Influenza che gli stimoli applicati sulla radice posteriore spiegano sulla eccitabilità dell'anteriore dello stesso paio.

Esperienza I. — Piccolo cane da caccia bastardo del peso di Kg. 5. Si pratica la scopertura del midollo e l'isolamento delle paia spinali nella regione lombo-sacrale. Posta nell'eccitatore coperto la radice anteriore del quinto paio lombare, e fissato il tendine del gastrocnemio al miografo di Marey, con una debole corrente si ottengono delle contrazioni ben visibili e regolari sul cilindro rotante. Dopo 8'' con un robusto filo di seta si lega la radice posteriore omonima tra il ganglio ed il midollo. Le curve di contrazione non presentano alcuna modificazione degna di nota. Si mostrano solamente un po' irregolari per due o tre secondi e poi ritornano completamente nelle condizioni primitive. Dopo altri 8'' si taglia la radice posteriore al di sotto della legatura, e si nota immediatamente una forte diminuzione dell'ampiezza delle curve di contrazione ed un notevole abbassamento del tono. Si avvicinano di due centimetri i rocchetti della slitta per ottenere sul cilindro rotante delle curve ben visibili e dopo aver tracciato sei o sette contrazioni normali si afferra con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore. Immediatamente il tracciato si riduce ad irregolari oscillazioni della leva scrivente e dopo pochi secondi scompare qualunque traccia di movimento sul cilindro rotante. La radice anteriore non rispondeva più agli stimoli (fig. 1).

Esperienza II. — Cagna bastarda del peso di Kg. 4,300. Previa narcosi cloroformica e morfinizzazione leggera, si scopre il midollo nella regione lombo-sacrale e si pone nell'eccitatore coperto la solita radice che anima il muscolo gastrocnemio. Determinata la corrente minima per ottenere delle contrazioni ben visibili, si prende il tracciato normale. Dopo 12'' con un robusto filo di seta si lega la radice posteriore dello stesso paio e si osserva un notevole aumento di tono ed una ben visibile diminuzione nell'ampiezza della curva di contrazione. Dopo 18'' si taglia la radice stessa al di sotto della legatura. Il tracciato miografico immediatamente si deprime sino a ridursi piccolissimo. Il tono continua ad innalzarsi. Si lascia riposare l'animale per qualche tempo (15') e quindi si riprende il tracciato e si trova che è ritornato presso che in condizioni normali. Si applica allora sul moncone centrale della radice posteriore una corrente indotta appena

sensibile alla lingua. La curva di contrazione diviene subito irregolare, diminuisce gradatamente e rapidamente di ampiezza e dopo pochi secondi si riduce alla linea delle ascisse.

Si sospende l'esperienza per 10' e quindi, dopo aver constatato che le contrazioni provocate dalla radice anteriore eccitata sono ritornate presso che normali, si passa di nuovo ad eccitare il moncone centrale della radice posteriore con una corrente della stessa forza di quella precedentemente adoperata e si ottengono identici risultati. Si sospende ancora l'esperienza per 15' e quindi avvicinando di due centimetri il rocchetto d'induzione della slitta, si passa nuovamente a prendere il tracciato di confronto che si presenta molto regolare. Dopo 11'' si fa agire sul moncone centrale della radice posteriore una corrente indotta. Immediatamente le curve si fanno irregolarissime, non ostante che l'animale sia perfettamente tranquillo, e dopo 8'' sul cilindro rotante non si osserva più che una linea leggermente ondulata. Dopo 12'' ricominciano a comparire delle piccolissime curve. (Quest'ultimo fatto si può vedere nella fig. 2.)

Esperienza III. -- Nello stesso animale che si conserva in buonissime condizioni di eccitabilità, si pone nell'eccitatore coperto la radice anteriore dello stesso paio del lato opposto, mettendo in rapporto col miografo del Marey il tendine del muscolo gastrocnemio corrispondente. Dopo dieci contrazioni abbastanza regolari, si afferra con una pinza del Péan la radice posteriore. Si osserva subito un innalzamento del tono non molto accentuato ed un notevole deprimersi dell'ampiezza delle curve che rapidamente si riducono piccolissime. Dopo 17'' si toglie la pinza. Vi è un tentativo di comparsa di ricontrazione molto irregolare, ma dopo poco il tracciato si riduce ad una linea retta ed è mestieri aumentare di molto l'intensità della corrente per ottenere delle contrazioni ben visibili.

Esperienza IV. — Cagna da pagliaio del peso di Kg. 6,300. Preparato l'animale come al solito e scritto il tracciato normale, si taglia la radice posteriore tra il ganglio ed il midollo. Immediatamente il tracciato si deprime, il tono si innalza leggermente ed in pochi secondi la curva di contrazione si riduce presso che nulla (fig. 3).

Esperienza V. — Nello stesso animale, che si conserva ancora eccitabilissimo, si pratica un'altra ricerca. Dopo aver tracciato sul cilindro rotante otto contrazioni normali, che si mostrano regolarissime, con una pinza del Péan si afferra il moncone centrale della radice posteriore pre-

cedentemente tagliata nell'esperienza quarta. Immediatamente la curva di contrazione si riduce ad $\frac{1}{3}$ dell'ampiezza primitiva, e dopo 14''-15'' scompare quasi completamente (fig. 4).

Le cinque esperienze sopra riferite e molte altre che per brevità non riportiamo, ci dimostrano in modo evidente che i diversi stimoli da noi applicati sulla radice posteriore, tanto elettrici che meccanici, hanno dato costantemente per risultato una spiccata diminuzione di eccitabilità della corrispondente radice anteriore. Difatti il tracciato grafico di contrazione del muscolo animato dalla radice anteriore in esperimento, dopo un tempo di reazione latente trascurabile, ha sempre subito una fortissima riduzione, molte volte è divenuto pressochè eguale a O.

Queste intense modificazioni nell'ampiezza della curva miografica, sono state, com'è naturale, accompagnate da profonde variazioni del tono muscolare che, costantemente, si è molto depresso.

SECONDA SERIE DI ESPERIENZE.

Influenza che gli stimoli applicati sulle radici posteriori, della paia tanto superiori che inferiori dello stesso lato, spiegano sulla eccitabilità della radice anteriore in esperimento.

Esperienza VI. — Cane da caccia bastardo del peso di Kg. 7,800. Morfinizzato leggermente l'animale e cloroformizzato come al solito. Si mette allo scoperto il midollo nella regione lombo-sacrale. Determinata col solito metodo dal lato sinistro del midollo, la radice anteriore che anima il muscolo gastrocnemio, si fissa il tendine di questo muscolo al tamburo del miografo di Marey, ed introdotta la radice anteriore menzionata nell'eccitatore coperto, servendosi di una debole corrente indotta, si fanno tracciare sul cilindro rotante 8 contrazioni normali. A questo punto si lega d'un tratto la radice posteriore del paio immediatamente superiore. Tosto l'ampiezza del tracciato va diminuendo, e dopo 2''-3'' si riduce della metà. Si continuano ancora a scrivere altre 10 contrazioni senza notare ulteriori modificazioni. Si taglia allora la radice stessa al di sotto della legatura e si osserva che il tracciato subisce una nuova depressione, tantochè dopo 8''-9'' si riduce pressochè alla linea delle ascisse (fig. 5).

Esperienza VII. — Cane da guardia bastardo del peso di Kg. 8. Preparato come per le precedenti esperienze e posta sull'eccitatore coperto la solita radice anteriore, si fanno scrivere 8 contrazioni normali. Si passa allora alla legatura della radice posteriore del paio immediatamente superiore, tra il ganglio ed il midollo. Immediatamente si nota una fortissima depressione del tono e la curva si riduce a delle leggere e molto irregolari ondulazioni. Il tono in seguito va leggermente aumentando sino a raggiungere di nuovo l'ascissa e dopo 14''-15'' cominciano a ricomparir nettamente distinte le contrazioni muscolari, sebbene non riescano più a raggiungere né la forma, né l'ampiezza primitiva (fig. 6).

Esperienza VIII. — Nello stesso animale che si mantiene in buonissime condizioni di eccitabilità, aumentando l'intensità della corrente, si prende nuovamente il tracciato di confronto. — Dopo registrate 10 contrazioni molto energiche e regolari, si taglia al disotto della legatura la radice posteriore del paio immediatamente superiore, precedentemente legata. Immediatamente si nota una forte diminuzione nell'ampiezza delle curve di contrazione, che presto si riducono alla metà dell'ampiezza primitiva. Dopo 16'', quando il tracciato grafico non mostrava più di subire ulteriori modificazioni, si afferra con una pinza del Péan il moncone centrale della stessa radice posteriore, ottenendo per effetto una notevole depressione di tono ed una nuova e molto più spiccata diminuzione nell'ampiezza delle contrazioni. Dopo 16'', permanendo tutt'ora immodificati gli effetti della stimolazione praticata, si toglie la pinzetta e si osserva che dopo una nuova ma più leggera depressione del tono, le curve di contrazione tendono lentamente a risollevarsi e a riacquistare l'ampiezza primitiva. A questo punto si sospende l'esperienza (fig. 7).

Esperienza IX. — Cane da caccia bastardo del peso di Kg. 7,800. Praticata al solito la cloronarcosi e posto allo scoperto il midollo nella regione lombo-sacrale, s'introduce nell'eccitatore coperto la solita radice anteriore, da noi prescelta per queste ricerche, e si tracciano sul cilindro rotante 12 contrazioni normali che si presentano molto regolari ed abbastanza intense. Si lega quindi la radice posteriore del paio immediatamente inferiore, e si osserva che dopo un periodo di eccitazione latente di 2''-3'' il tracciato grafico si riduce ad una metà dell'ampiezza primitiva, senza presentare, riguardo al tono, modificazioni degne di nota (fig. 8).

Esperienza X. — Sempre nello stesso animale che si mostra ancora eccitabilissimo, dopo averlo lasciato riposare, si prendono 4 contrazioni normali, e quindi si passa a tagliare la radice posteriore precedentemente legata, al disotto della legatura. Dopo 5'' di eccitamento latente, durante il quale le contrazioni hanno accennato a subire un leggerissimo aumento, il tracciato grafico va gradatamente diminuendo d'ampiezza tantochè dopo 12''-13'' la leva scrivente si solleva appena dall'ascissa (fig. 9).

Esperienza XI. — Sempre nello stesso animale, dopo un lungo periodo di riposo, avvicinando di qualche centimetro il rocchetto d'induzione della slitta, si riesce ad ottenere un tracciato di confronto rappresentato da 11 contrazioni molto regolari e bene sviluppate. Si eccita allora, con una corrente indotta sopportabile alla lingua, il moncone centrale della radice posteriore del paio immediatamente inferiore. Dopo 1'' di eccitamento latente, il tracciato grafico si riduce ad $\frac{1}{3}$ circa dell'ampiezza primitiva, e dopo altri 4'', continuando sempre l'eccitamento, si osserva un forte abbassamento del tono e la scomparsa completa di ogni visibile contrazione. Dopo 4'' si sospende l'eccitamento e si nota che il tono tende a risollevarsi e ricompariscono distintamente le contrazioni sebbene sempre piccolissime. Fatto riposare per qualche minuto l'animale ed avvicinato ancora di 2 centimetri il rocchetto d'induzione della slitta, riusciamo nuovamente ad ottenere un bel tracciato di confronto. Dopo 9'' si afferra con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore già menzionata. Immediatamente si ha un abbassamento del tono, che però dopo 2'' raggiunge di nuovo l'ascissa; l'ampiezza del tracciato diviene minima e dopo pochi secondi scompare qualsiasi traccia di contrazione (fig. 10).

Esperienza XII. — Piccolo cane mastino del peso di Kg. 11. Preparato come al solito per l'esperienza, si prende il tracciato di confronto, che si presenta molto regolare e quindi si lega d'un tratto la radice posteriore del paio immediatamente inferiore. Dopo uno o due secondi di eccitamento latente, il tono muscolare si deprime leggermente e la curva di contrazione si riduce alla metà dell'ampiezza primitiva. Perdurando gli effetti dello stimolo applicato e conservandosi l'animale sempre in buone condizioni di eccitabilità, si taglia la radice posteriore stessa al disotto della legatura: si ottiene un leggero abbassamento del tono muscolare ed un piccolo abbassamento nelle curve di contrazione, che si manifesta per due o tre secondi conse-

cutivi e quindi il tracciato tende a riprendere gli stessi caratteri di quello di confronto. Anche un aumento maggiore dell'ampiezza della curva di contrazione l'abbiamo ottenuto schiacciando con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore, prima tagliata tanto che il tracciato presentava un'ampiezza maggiore di qualche millimetro di quello normale.

Esperienza XIII. — Cane da caccia bastardo, del peso di chilogrammi 5. Posta la solita radice anteriore nell'eccitatore coperto e scritto il tracciato di confronto, si pratica anche in questo caso successivamente la legatura, il taglio ed il pinzettamento della radice posteriore del paio immediatamente inferiore. Anche in questo caso l'applicazione del primo stimolo diede i soliti risultati, sebbene non così intensi come nei casi precedenti; gli altri due stimoli non diedero altro effetto che quello di ricondurre il tracciato presso a poco alle condizioni primitive.

Tralasciamo anche qui di riportare altri esperimenti dello stesso genere e che hanno dato gli stessi risultati, per non dilungarci troppo.

Dagli esperimenti riferiti in questa seconda serie risulta, come le radici posteriori delle paia tanto superiori che inferiori alla anteriore in esperimento, ma dallo stesso lato, spiegano la stessa influenza, che abbiamo già visto per la posteriore dello stesso paio. Difatti possiamo dire in generale, che i diversi stimoli (elettrici e meccanici) applicati sulle radici posteriori, sia superiori che inferiori, hanno dato per risultato una diminuzione della eccitabilità della radice anteriore in esperimento: soltanto in due casi per l'applicazione successiva di diversi stimoli, invece di ottenere una progressiva diminuzione dell'eccitabilità, abbiamo invece ottenuto il ritorno alle condizioni primitive, ossia la scomparsa dello stato di depressione provocato dall'applicazione del primo stimolo. (*Esperienze duodecima e tredicesima.*)

TERZA SERIE DI RICERCHE.

Influenza che gli stimoli applicati-sulla radice posteriore del paio omonimo del lato opposto spiegano sulla radice anteriore in esperimento.

Esperienza XIV. — Cane da caccia bastardo, del peso di Kg. 7,200. Scoperto il midollo nella regione lombo-sacrale e posta nell'eccitatore coperto, come di consueto, la radice anteriore che anima il muscolo gastrocnemio, servendoci di una debolissima corrente indotta, si fanno scrivere sul cilindro ruotante dieci contrazioni normali; si lega allora tra il ganglio ed il midollo la radice posteriore del paio corrispondente del lato opposto: dopo 1" di reazione latente, nel quale però la curva di contrazione si mostrò profondamente modificata, il tracciato si riduce piccolissimo e dopo pochi secondi diviene uguale a zero. Facendo dei tentativi, dopo aver fatto riposare l'animale, si nota che la radice anteriore non ha ripreso la sua eccitabilità e soltanto aumentando di molto la corrente, si riesce ad ottenere una debole contrazione (fig. 11).

Esperienza XV. — Cane da caccia giovane e robusto del peso di Kg. 11. Preparato come al solito l'esperimento e scritto il tracciato normale, si lega la radice posteriore del paio corrispondente del lato opposto. Dopo 1" di eccitamento latente si ha una notevole depressione del tono, che però rapidamente, in 2", ritorna alle condizioni primitive ed una forte diminuzione nell'ampiezza delle curve di contrazione, che si riducono circa della metà.

Esperienza XVI. — Nello stesso animale, che si conserva perfettamente eccitabile, dopo averlo lasciato riposare per qualche tempo, si riprende il tracciato di confronto. Le curve di contrazione sono anche più sviluppate che nel caso precedente. Si taglia la radice posteriore dello stesso paio del lato opposto al disotto della legatura e immediatamente si nota una forte diminuzione nell'ampiezza della curva di contrazione. Il tono si mantiene invariato. Non subendo il tracciato ulteriori modificazioni, dopo 21" si applica sul moncone centrale della radice posteriore stessa una debole corrente indotta e si ottiene una nuova depressione nell'ampiezza delle oscillazioni della leva scrivente. Mantenendosi il tracciato invariato per 28" si afferra

il moncone centrale, sempre della stessa radice posteriore, con una pinza del Péan: nuova e più intensa depressione nell'ampiezza della curva di contrazione, che si riduce piccolissima ed è mestieri aumentare di molto la corrente per riuscire ad ottenere delle curve anche inferiori a quelle, che ci hanno servito di confronto. Questi vari fatti si possono vedere nella fig. 12.

Esperienza XVII. — Cane da caccia bastardo, del peso di Kg. 5. Preparato col solito metodo, si scrive il tracciato normale e quindi si lega la radice posteriore del paio corrispondente del lato opposto. Dopo 1" di eccitamento latente, le curve di contrazione subiscono una notevolissima e progressiva diminuzione, tanto che dopo 11" il tracciato si riduce alla linea delle ascisse. Si nota che, anche facendo riposare l'animale per una ventina di minuti primi, la radice anteriore in esperimento non riesce ad acquistare la sua primitiva eccitabilità ed occorre avvicinare di qualche centimetro il rocchetto d'induzione della slitta per ottenere un tracciato ben visibile e regolare. Nello stesso animale e nello stesso paio si pratica successivamente il taglio della radice posteriore ed il pinzettamento. Il tracciato ottenuto, molto irregolare, non permette di trarre delle conclusioni precise: si può tutto al più dire che questi stimoli meccanici hanno provocato un leggero aumento di eccitabilità. (L'azione caratteristica spiegata dalla legatura, si vede nella fig. 13.)

Esperienza XVIII. — Cane da guardia del peso di Kg. 6,300. Disposto l'esperimento come nei casi precedenti, si fa scrivere il tracciato normale; si lega allora la radice posteriore del paio corrispondente del lato opposto tra il ganglio ed il midollo. Si nota un distinto aumento nel tono ed una maggiore ampiezza nelle curve di contrazione. Dopo 16" si taglia la radice posteriore stessa al disotto della legatura: il tono continua ad elevarsi e l'ampiezza del tracciato si fa anche maggiore. Si lascia riposare l'animale per qualche tempo e lasciando invariata l'intensità della corrente, si torna a prendere il tracciato di confronto. Si applica allora sul moncone centrale della radice posteriore, antecedentemente tagliata, una leggera corrente indotta, sopportabile alla lingua. Il tracciato, durante l'applicazione della corrente, presenta delle notevoli oscillazioni di tono e di ampiezza e quindi rapidamente si deprime per ridursi pressoché nullo. Questa ultima particolarità si può vedere nella fig. 14.

Gli esperimenti da noi riferiti in questa serie ci dimostrano chiaramente, come l'eccitabilità di una radice anteriore viene ad essere costantemente influenzata dagli stimoli elettrici o meccanici applicati sulla radice posteriore dello stesso paio del lato opposto. Nel maggior numero dei casi questa influenza consiste in una diminuzione della eccitabilità. Qualche volta, come abbiamo già avuto occasione di vedere nelle altre serie, lo stimolo applicato sulla radice posteriore dà luogo ad un aumento più o meno duraturo ed intenso della eccitabilità stessa.

QUARTA SERIE DI RICERCHE.

Influenza che gli stimoli applicati sulle radici posteriori delle paia superiori ed inferiori del lato opposto spiegano sulla radice anteriore in esperimento.

Esperienza XIX. — Cane da guardia robustissimo del peso di Kg. 11. Disposto come sempre per l'esperimento e scritto il tracciato di confronto, si lega la radice posteriore del paio immediatamente superiore del lato opposto. Dopo un brevissimo periodo di eccitazione latente si ottiene un leggero abbassamento di tono ed una spiccata diminuzione nell'ampiezza delle curve di contrazione. Quest'effetto si protrae per otto o nove secondi e quindi il tracciato tende a riprendere il tipo e l'ampiezza primitiva. Si aspetta qualche secondo e siccome il tracciato si presenta abbastanza regolare, si taglia la radice posteriore menzionata al disotto della legatura; dopo 2¹ di eccitamento latente si nota una forte diminuzione nell'ampiezza del tracciato, che non riesce più a raggiungere i limiti primitivi (fig. 15).

Esperienza XX. — Nello stesso animale che si manteneva perfettamente eccitabile, dopo averlo lasciato per qualche tempo riposare, si prende di nuovo il tracciato di confronto e si applica una leggera corrente indotta sul moncone centrale della radice posteriore prima tagliata. Si nota che la curva di contrazione subisce una notevole riduzione ed anche sospendendo l'eccitamento non riesce più a raggiungere l'ampiezza primitiva (fig. 16).

Esperienza XXI. — Cane mastino del peso di Kg. 11. Scritto il tracciato normale, servendoci sempre della stessa radice anteriore, si lega la radice posteriore del paio immediatamente superiore del lato opposto; si è avuto per effetto un leggerissimo aumento nel tono e nell'ampiezza della curva di contrazione: conservandosi il tracciato invariato, si taglia la radice posteriore al disotto della legatura. Il tono torna a deprimersi e le curve si riducono più piccole che nel tracciato di confronto. Si applica allora una pinza del Péan sul moncone centrale della radice posteriore e si ottiene una nuova diminuzione nell'ampiezza del tracciato. Finalmente si applica al moncone stesso una leggiera corrente faradica sopportabile alla lingua; dopo 5'', durante i quali il tracciato si è presentato molto irregolare per oscillazioni sia nel tono come nell'ampiezza della curva, si è ridotto piccolissimo, meno della metà del normale, cambiando completamente anche la forma della contrazione. Quest'ultimo fatto, che è stato il più caratteristico si può vedere alla fig. 17.

Esperienza XXII. — Cane da guardia bastardo del peso di Kg. 11. Disposto l'esperimento come nei casi precedenti, si scrive il tracciato normale che si presenta ampio e regolare, nonostante che la corrente adoperata, come di consueto, fosse debolissima. Si lega allora la radice posteriore del paio immediatamente inferiore del lato opposto. Si osserva immediatamente, che le curve di contrazione subiscono una leggiera ma ben visibile diminuzione nell'ampiezza pur conservando i caratteri primitivi. Siccome il tracciato non accenna a subire ulteriori modificazioni, mantenendosi assai regolare, si taglia la radice posteriore sopramenzionata al disotto della legatura. Il tracciato subisce una nuova e più intensa riduzione, che però è di breve durata e dopo sette od otto secondi torna a riprendere le caratteristiche primitive: si afferra allora con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore; immediatamente le curve di contrazione si deprimono ed il tracciato va gradatamente diminuendo sino a ridursi alla linea dell'ascissa. Questo ultimo fatto, che è il più manifesto, si può osservare nella fig. 18.

Esperienza XXIII. — Piccolo cane da caccia bastardo del peso di Kg. 5. Scoperto il midollo nella regione lombo-sacrale e posta nell'eccitatore coperto la radice anteriore che anima il muscolo gastrocnemio di sinistra, si nota che la radice stessa è molto poco eccitabile, cosicchè occorre adoperare una forte corrente indotta per ottenere un tracciato ben visibile e regolare. La depressa eccitabilità di questo animale era dipendente da una notevole emorragia subita du-

rante l'atto operatorio. Si pratica successivamente la legatura, il taglio ed il pinzettamento della radice posteriore del paio immediatamente inferiore del lato opposto; in corrispondenza con l'applicazione di questi vari stimoli si sono avute delle leggere oscillazioni sia nel tono, sia nell'ampiezza del tracciato, variazioni però, che non sono riuscite così evidenti e dimostrative come negli esperimenti precedenti, stante appunto le cattive condizioni di eccitabilità nelle quali trovavasi il cane.

Gli esperimenti da noi riferiti in questa serie ci persuadono come gli stimoli da noi portati sulle radici posteriori delle paia tanto superiori come inferiori del lato opposto a quello della radice anteriore in esperimento, spiegano una notevolissima influenza sulla eccitabilità di quest'ultima: quest'influenza consiste generalmente in un'azione depressiva, ossia in una diminuzione della intensità delle contrazioni muscolari provocate stimolando ritmicamente questa radice. Qualche volta si è avuta anche una leggera azione eccitante, sempre però di breve durata. Il più delle volte gli effetti prodotti dall'applicazione successiva dei vari stimoli si sono sommati; raramente uno stimolo è riuscito ad elidere l'azione provocata dal precedente. Nel tono non si sono avute troppo potenti variazioni; queste si sono ridotte quasi sempre a leggerissime e poco durature oscillazioni. Relativamente al tempo di reazione latente, poco abbiamo a dire. In generale è stato brevissimo e sempre legato col grado di eccitabilità dei vari animali.

QUINTA SERIE DI ESPERIENZE.

Influenza che gli stimoli applicati sulle radici posteriori delle paia cervicali tanto dello stesso lato come del lato opposto spiegano sulla eccitabilità della radice anteriore in esperimento.

Esperienza XXIV. — Cane bastardo da guardia del peso di Kg. 6. Morfinizzato e cloroformizzato come sempre, si scopre col solito metodo il midollo spinale tanto nella regione lombo-sacrale come pure nella cervicale; s'introduce quindi nell'eccitatore coperto la radice anteriore che anima il muscolo gastrocnemio e si fa scrivere il tracciato normale. Si lega quindi la radice posteriore del quarto paio

cervicale dello stesso lato (sinistra) tra il ganglio ed il midollo: per otto o nove secondi consecutivi il tracciato presenta delle notevoli oscillazioni nell'ampiezza; il tono va leggermente elevandosi e quindi d'un tratto le curve di contrazione si riducono piccolissime, irregolari e vanno lentamente scomparendo (fig. 19).

Esperienza XXV. — Nello stesso animale, che si conservava sempre in buone condizioni, aumentando leggermente l'intensità della corrente, si prende di nuovo il tracciato normale o di confronto. Si taglia quindi al disotto della legatura la stessa radice posteriore del *quarto paio cervicale* e dopo 9'' si afferra il moncone centrale con una pinza del Péan. Per effetto di queste stimolazioni si è avuto un leggero e graduale aumento del tono ed una maggiore ampiezza della curva di contrazione.

Esperienza XXVI. — Cane bastardo mastino del peso di Kg. 6,500. Preparato l'animale come per i due esperimenti precedenti, si scrive il tracciato di confronto; isolata quindi la radice posteriore del *terzo paio cervicale* dello stesso lato (sinistro) si lega tra il ganglio ed il midollo. Dopo 9'' si taglia al di sotto della legatura e dopo 10'' si afferra il moncone centrale con una pinza del Péan. Per effetto di queste tre stimolazioni, si è avuto un notevole aumento di tono ed una maggiore ampiezza delle curve di contrazione, come si può vedere nella fig. 20.

Esperienza XXVII. — Robusto cane da pagliaio del peso di Kg. 6,700. Disposta l'esperienza come nei casi precedenti, si prende il tracciato di confronto; si lega quindi la radice posteriore del *quarto paio cervicale* del lato opposto (destra); immediatamente il tracciato si riduce minimo. Dopo 3'' le curve di contrazione tendono irregolarmente a riprendere l'ampiezza ed il tipo primitivo; ma dopo pochi secondi si deprimono nuovamente ed il tracciato rapidamente va riducendosi a zero (fig. 21).

Esperienza XXVIII. — Nello stesso animale, che si conservava ancora in buone condizioni, dopo averlo lasciato riposare, aumentando leggermente la corrente, si riesce ad ottenere un discreto tracciato di confronto; si taglia allora al disotto della legatura la stessa radice posteriore del *quarto paio cervicale*, prima legata, e dopo 11'' si afferra il moncone centrale con una pinza del Péan. Per effetto dell'applicazione di questi stimoli si è ottenuto un notevole aumento nell'ampiezza delle curve di contrazione (fig. 22).

Dagli esperimenti riferiti apparisce evidente come anche le radici posteriori delle paia cervicali possano spiegare, nelle nostre condizioni sperimentali, una distinta influenza sulle radici anteriori delle paia lombo-sacrali. Difatti per effetto delle stimolazioni praticate sulle radici posteriori di questa regione, noi abbiamo ottenuto delle fortissime depressioni o dei notevoli aumenti nella eccitabilità della radice anteriore su cui abbiamo sperimentato. Le differenze presentate dai nostri tracciati si riferiscono tanto al tono, quanto all'ampiezza della curva di contrazione. Riguardo al tempo di reazione latente nulla possiamo dire di preciso; in alcuni casi è stato assai lungo, in altri brevissimo e quasi inapprezzabile, molto probabilmente in rapporto sia col grado di narcosi, che con quello di eccitabilità dell'animale.

SESTA SERIE DI ESPERIENZE.

Influenza che le radici posteriori esercitano sulle anteriori, in via ascendente e discendente, dallo stesso lato e dal lato opposto, nella stessa regione ed a distanza, dopo eliminata l'influenza del cervello.

In questa serie di ricerche abbiamo ripetuti i vari esperimenti fin qui riportati, dopo praticato negli animali il taglio del midollo spinale o tra l'ultima vertebra dorsale e la prima lombare, o al disotto del bulbo, per vedere, se, eliminando l'influenza del cervello, i fatti trovati e descritti venivano a modificarsi, oppure si mantenevano gli stessi.

Esperienza XXIX — Cane da guardia giovane e robusto del peso di Kg. 7. Scoperto il midollo spinale nella regione lombo-sacrale ed isolate al solito con tutte le cautele le paia spinali sulle quali si voleva sperimentare, si taglia il midollo spinale nel luogo di elezione tra l'ultima vertebra dorsale e la prima lombare. Si lascia lungamente riposare l'animale e quindi s'introduce nell'eccitatore coperto la radice anteriore che anima il muscolo gastrocnemio, scrivendo il tracciato di confronto. Si lega quindi, con un robusto filo di seta, la radice posteriore dello stesso paio. Immediatamente si osserva una no-

tevolissima depressione di tono e la scomparsa quasi assoluta della curva di contrazione. Il tracciato si riduce ad una curva irregolare leggermente ondulata: per 12'' non vi è più traccia evidente di contrazione, poi il tracciato tende leggermente a risollevarsi senza però riuscire a riacquistare l'ampiezza primitiva (fig. 23).

Esperienza XXX. — Cane mastino del peso di Kg. 5,400. Preparato l'animale come per l'esperimento precedente e praticato il taglio del midollo tra l'ultima vertebra dorsale e la prima lombare, si fa riposare a lungo. Servendoci sempre della stessa radice anteriore, si prende il tracciato di confronto e quindi si lega la *radice posteriore dello stesso paio* tra il ganglio ed il midollo. Immediatamente il tracciato si deprime, riducendosi presso a poco alla metà dell'ampiezza precedente: conservandosi le curve di contrazione pressochè immutate, si taglia la radice posteriore al di sotto della legatura e si ottiene un nuovo e più intenso deprimersi dell'ampiezza del tracciato. Dopo un breve periodo di riposo, conservandosi l'animale sempre in buone condizioni, si aumenta l'intensità della corrente e si riesce ad ottenere un tracciato che presenta quasi gli stessi caratteri di quello primitivo di confronto. Si afferra allora con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore: il tracciato immediatamente cambia di forma e si riduce alla metà circa del normale, conservandosi così invariato per parecchi secondi consecutivi; si applica allora sul moncone centrale della radice posteriore una debole corrente indotta; scompare subito qualsiasi traccia di contrazione, il tracciato si riduce ad una linea leggermente ondulata e così si conserva per tutto il tempo della stimolazione. Sospesa l'applicazione della corrente elettrica, lentamente il tracciato ritorna presso a poco nelle condizioni primitive; si applica allora nuovamente la corrente colla stessa intensità, ottenendo un fatto perfettamente analogo al precedente: gli effetti di questa ultima stimolazione si possono vedere nella fig. 24.

Esperienza XXXI. — Cane bracco bastardo, del peso di Kg. 6. Si dispone l'esperimento come di consueto e si taglia il midollo tra l'ultima vertebra dorsale e la prima lombare. Scritto il tracciato di confronto, che si presenta amplissimo, nonostante che la corrente sia debolissima, si lega la *radice posteriore dello stesso paio*; leggera depressione di tono; le curve si riducono alla metà dell'ampiezza precedente; l'effetto è molto transitorio e dopo 3'' il tracciato riacquista i caratteri precedenti; si nota soltanto che tende ad aumentare di tono. Si taglia allora la radice posteriore stessa al disotto della lega-

tura; nuovo e transitorio effetto perfettamente analogo al precedente. Trascorsi pochi secondi, conservandosi il tracciato sempre costante, si afferra con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore; si osserva immediatamente una leggera depressione di tono, che però dopo 1'' si risollewa quasi all'altezza precedente; il tracciato si riduce ad una linea leggermente ondulata; dopo 9'' si ha una forte contrazione dovuta allo stiramento della radice nel togliere la pinza del Péan e quindi il tracciato si riduce a zero. Ques'ultimo fatto, che è molto caratteristico, si può vedere nella fig. 25.

Esperienza XXXII. — Cagna da caccia bastarda del peso di Kg. 5,200. Preparato l'animale come per le precedenti ricerche, si taglia il midollo spinale fra l'ultima vertebra dorsale e la prima lombare; si lascia riposare a lungo il cane: introdotta quindi la solita radice anteriore nell'eccitatore coperto, si prende il tracciato di confronto; si lega allora la *radice posteriore del paio immediatamente superiore dello stesso lato*. Immediatamente le curve di contrazione cambiano di aspetto, si presentano molto irregolari, qualche volta mancano completamente. Quelle che riescono a lasciare un'impronta visibile nel cilindro girante, non riescono a raggiungere che la metà dell'ampiezza precedente; dopo 13'' il tracciato riesce a riprendere i caratteri primitivi. Si taglia allora la radice posteriore, già menzionata, al disotto della legatura e si osserva, che il tracciato immediatamente diventa irregolare e le curve di contrazione si presentano molto meno ampie di quello che nel tracciato precedente, che serve di confronto; dopo 13'' le oscillazioni della leva scrivente tornano nuovamente ad acquistare i caratteri primitivi e mostrano di conservarli. Si afferra allora con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore, prima tagliata, e si ottiene una manifesta depressione del tracciato tanto relativamente al tono come all'ampiezza delle escursioni della leva scrivente: dopo 8'' il tracciato torna a presentarsi regolare e costante; si applica sul moncone centrale della stessa radice posteriore una leggera corrente d'induzione: subito le escursioni della leva si fanno irregolari, meno ampie, qualche volta mancano completamente e finalmente il tracciato si riduce a zero. Queste particolarità si possono vedere nella fig. 26.

Esperienza XXXIII. — Cane da guardia del peso di Kg. 5,200. Preparato come al solito l'animale, si pratica il taglio del midollo spinale tra l'ultima vertebra dorsale e la prima lombare. Fatto riposare, s'introduce la solita radice anteriore nell'eccitatore coperto

e si fa scrivere il tracciato di confronto. Si lega allora la *radice posteriore del paio omonimo del lato opposto*; immediatamente si nota un aumento di tono, pur conservandosi eguale l'ampiezza delle escursioni della leva scrivente; dopo 3" il tracciato si fa irregolarissimo, qualche contrazione manca, qualche altra è amplissima, qualche altra infine è piccolissima e finalmente dopo 13" la leva non traccia più che una linea che si confonde coll'ascissa (fig. 27).

Si lascia riposare per qualche momento l'animale e poscia aumentando l'intensità della corrente, si torna a scrivere il tracciato di confronto: si taglia allora la radice posteriore, precedentemente legata e si osserva che il tracciato si riduce immediatamente alla metà del normale e gradatamente va scomparendo del tutto (fig. 28).

Fatto riposare l'animale, si afferra con una pinza del Péan il moncone centrale della stessa radice posteriore e si ottengono dei risultati identici ai precedenti. Altrettanto si ottiene stimolandola con una corrente indotta.

Esperienza XXXIV. — Cane bull, del peso di Kg. 7. Disposto l'esperimento come sempre e praticata la sezione completa del midollo spinale tra l'ultima vertebra dorsale e la prima lombare, si fa scrivere il tracciato di confronto; si passa quindi alla legatura della *radice posteriore del paio immediatamente superiore del lato opposto*: il tracciato si fa molto più ampio ed aumenta leggermente di tono. Si taglia allora la radice stessa al disotto della legatura; per 2" il tracciato si deprime e poscia ritorna nelle condizioni primitive. Si afferra con una pinza del Péan il moncone centrale della radice posteriore stessa e si ottiene un nuovo aumento tanto nel tono come nell'ampiezza delle escursioni della leva scrivente: finalmente si applica una leggera corrente indotta sul moncone centrale della radice posteriore più volte nominata: immediatamente il tono si deprime e le escursioni della leva scrivente si riducono piccolissime sino a scomparire del tutto. Sospeso l'eccitamento, il tono torna ad innalzarsi, ma le oscillazioni della leva sono piccolissime e tendono a scomparire completamente. Quest'ultimo fatto, che è il più caratteristico, si può vedere nella figura 29.

Esperienza XXXV. — Cane braccio bastardo del peso di Kg. 7,400. Dopo scoperto il midollo, sia nella regione lombo-sacrale come in quella cervicale, si taglia il midollo stesso immediatamente al disotto del bulbo e si pratica la respirazione artificiale. Posta quindi nell'eccitatore coperto la radice anteriore che anima il muscolo gastro-

cnemio di sinistra, con una debole corrente indotta si fa scrivere il tracciato di confronto, che presenta delle curve assai regolari ma non molto sviluppate: si lega allora la radice posteriore del *quarto paio cervicale di sinistra* tra il ganglio ed il midollo; dopo 2'' di eccitamento latente il tono si deprime e le escursioni della leva scrivente vanno gradatamente diminuendo in ampiezza fino a ridursi a zero (vedi fig. 30).

Esperienza XXXVI. — Cane bull bastardo del peso di Kg. 7. Preparato come il precedente e tagliato il midollo spinale al disotto del bulbo, si fa scrivere il tracciato normale: si lega quindi la *radice posteriore del terzo paio cervicale del lato opposto (destro)*: dopo due minuti di eccitamento latente, il tracciato si deprime e l'ampiezza delle oscillazioni della leva scrivente si riduce minima; poscia la curva di contrazione tende a riprendere e va gradatamente sollevandosi, ma dopo poco l'ampiezza del tracciato va nuovamente diminuendo, fino a ridursi a zero.

Le esperienze riportate in questa ultima serie ci dimostrano in un modo evidentissimo, che, anche dopo eliminata l'influenza del cervello, col taglio del midollo, i fatti osservati nelle serie precedenti continuano a manifestarsi ugualmente. Ma se noi esaminiamo attentamente i protocolli di queste ricerche ed i tracciati, che abbiamo riportato, ci persuadiamo subito che gli stimoli da noi portati sulle radici posteriori hanno spiegato sull'anteriore in esperimento un'azione molto più intensa nei cani a midollo tagliato, che in quelli nei quali i normali rapporti tra midollo e cervello erano rimasti intatti. Raramente nelle serie precedenti noi abbiamo osservato dei fatti di depressione così spiccati ed intensi come nella serie testè descritta. Anche le radici posteriori delle paia cervicali, che a midollo intatto non avevano dato dei risultati così dimostrativi come quelle delle paia lombo-sacrali, nei cani a midollo tagliato hanno dato dei risultati di un'evidenza indiscutibile.

Sarebbe stata nostra intenzione di estendere queste ricerche ad un numero maggiore di radici in tutti i punti e in tutte le direzioni del midollo, ma la ristrettezza del tempo e più di tutto le difficoltà tecniche e la lunga durata degli esperimenti, non ci hanno concesso di estenderci di più. Del resto i risul-

tati, ottenuti colle radici sulle quali si è sperimentato, sono così concordi e così evidenti, che si può giustamente supporre che anche le altre radici avrebbero spiegato un' analoga influenza. E passiamo senz'altro a discutere ed interpretare i fatti da noi fino ad ora descritti.

Gli esperimenti da noi riportati ci sembra che modifichino profondamente le teorie sino ad oggi comparse sulla sinergia delle paia spinali e che si connettano in un modo veramente sorprendente coi risultati recentemente ottenuti dall'Oddi e dal Mannelli nelle loro ricerche intorno ai fenomeni di inibizione.

Ed invero, se noi diamo uno sguardo ai pochi cenni bibliografici che precedono l'esposizione dei nostri esperimenti, vediamo come al momento in cui Belmondo ed Oddi ripresero lo studio di questa quistione, due opposte teorie si trovavano di fronte. Quella del Cyon, il quale riteneva che dalla periferia, per le fibre sensitive, affluiscono continuamente al midollo stimoli di varia natura, i quali, per l'intermezzo delle cellule spinali, si rifletterebero come onda continua sulle fibre motrici e da queste ai muscoli. Con questa ipotesi, o teoria che chiamar si voglia, si spiegano perfettamente i risultati ottenuti dal Cyon, ossia la costante diminuzione di eccitabilità delle radici motrici dopo il taglio delle sensitive. Difatti una interruzione nel tratto afferente dell'arco diastaltico deve togliere alle fibre motrici quello stimolo fisiologico perenne e per conseguenza una stimolazione diretta (volontaria od artificiale) delle radici anteriori deve produrre un effetto motore molto minore.

Quella del Marcacci invece considera le radici sensitive come un *freno* delle motrici, basandosi sul costante aumento di eccitabilità del tratto efferente, ottenuto in seguito all'interruzione del tratto afferente.

Le ricerche di Oddi e Belmondo oltre a presentare il vantaggio di essere state eseguite sui mammiferi, mentre tutte le precedenti erano state fatte sulle rane, raggiunsero lo scopo importante d'accordare tra loro le due teorie del Cyon e del Marcacci e di dare una adeguata e soddisfacente spiegazione della diversità dei risultati ottenuti da questi sperimentatori. Difatti essi ci dimostrano che quando, senza irritarle o irritandole il meno possibile, si tagliano le radici posteriori, si ha una diminuzione

dell'eccitabilità delle corrispondenti anteriori per le ragioni addotte dal Cyon e che essi dividono pienamente. Ma quando si aumenta artificialmente (taglio senza cocainizzazione, pinzettamento, ecc.) la fisiologica onda sensitiva che percorre le radici posteriori, si ha come una aggiunta di carattere riflesso, che si somma allo stimolo che direttamente si fa agire sulle radici motrici, ottenendo per risultato un aumento nella eccitabilità di queste ultime. È così che essi interpretavano i risultati apparentemente contraddittori ottenuti dal Marcacci.

v. Bezold e Uspensky come pure Heidenhain abbiamo veduto che negano qualsiasi influenza alle radici spinali sensitive sulle motrici.

Le recenti ricerche del Tomasini (1), le quali hanno pienamente confermato le precedenti conclusioni del Marcacci, seguendo come si è visto una tecnica diversa ed un altro indirizzo sperimentale, ci sembra che non aggiungano molto di nuovo alla questione di cui ci occupiamo. Ed invero, che immediatamente dopo il taglio delle radici posteriori aumenti l'eccitabilità della zona motrice cerebrale non ci sorprende punto dopo le ricerche classiche dell'Exner e di Bubnoff e R. Heidenhain. Già da tempo l'Exner (2) aveva dimostrato, che se si stimolano in un coniglio narcotizzato le terminazioni nervose sensitive di un arto con una corrente indotta, in modo da ottenere contrazioni riflesse dello stesso arto sincronamente ad ogni eccitazione, la forza della contrazione aumenta in maniera apprezzabile se allo stimolo periferico si unisce la contemporanea eccitazione del centro motore corticale dell'arto medesimo. Non solo, ma se anche la corrente adoperata per stimolare l'arto aveva una intensità un po' minore di quella necessaria a provocare il moto riflesso, questo si verificava eccitando nello stesso tempo il punto corrispondente della zona motrice.

In maniera reciproca l'Exner dimostrò vero quanto già era

(1) S. TOMASINI. - *L'eccitabilità della zona motrice dopo la recisione delle radici spinali posteriori. - Sperimentale*, anno XLVIII fasc. IV. - *Archives italiennes de Biologie*. - T. XXIII fasc. I-II.

(2) EXNER. - *Zur Kenntniss von der Wechselwirkung der Erregungen im Centralnervensystem. - Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie*. - Bd. XXVIII, 1882 S. 487.

stato osservato da Bubnoff ed Heidenhain (1), cioè che la contrazione muscolare, che si ha per effetto di una eccitazione elettrica applicata sui centri psico-motori corticali, vien aumentata se si stimolano leggermente le terminazioni nervose tattili dell'arto medesimo: come pure che si possono diminuire entrambi gli stimoli in modo che ognuno di per sè sia incapace a produrre un effetto; ebbene, riuniti, danno luogo ad una contrazione di quel dato gruppo muscolare.

Lo stesso Exner trovò pure che si ottiene un aumento nel moto riflesso anche quando si stimola insieme alle fibre sensitive, invece del centro psico-motore corrispondente, un punto qualsiasi della corteccia cerebrale e si poté accertare che il riflesso stesso rimane agevolato anche dalla stimolazione contemporanea di un territorio sensitivo qualunque, benchè non direttamente in rapporto coll'arto del quale si eccita il centro corticale.

Si comprende adunque come negli esperimenti del Tomasini per il taglio delle radici posteriori l'eccitabilità della zona motrice fosse aumentata. L'irritazione prodotta dal taglio di queste radici rappresentava certamente uno stimolo centripeto molto più intenso e duraturo che l'eccitazione delle terminazioni sensitive di un arto, come nel caso dell'Exner.

Quanto poi al fatto della diminuzione dell'eccitabilità delle zone motrici, quando l'eccitazione era praticata a fibre sensitive tagliate e degenerate (10 a 30 giorni dopo il taglio delle radici posteriori), ci sembra pure che non possa deporre in favore nè contro l'esistenza di una sinergia funzionale tra elemento sensitivo ed elemento motore nelle paia spinali.

Noi sappiamo dai lavori del Baldi (2) che, per effetto del

(1) N. BUBNOFF u. R. HEIDENHAIN. - *Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirncentren.* - Pflüger's Arch. f. d. gesammte Physiologie. Bd. XXVI, 1881. S. 137 (Cap. II, *Erregbarkeitssteigerung und Erregungshemmung in den motorischen Centren.* S. 174 e seg.). - Cfr. anche R. HEIDENHAIN, *Ueber Erregung und Hemmung* (Bemerkungen zu einem Vortrage des Herrn H. Munk ibid. S. 546).

(2) BALDI - Effetti della recisione delle radici posteriori sui movimenti. - *Sperimentale*, settembre 1885

taglio delle radici posteriori, i muscoli dell'arto corrispondente si presentano flaccidi e rilasciati; che l'arto è completamente paralitico, non ostante che l'innervazione motrice sia normale, e diviene sede di molte e gravi alterazioni nutritive. Anche non tenendo conto delle intense degenerazioni che rapidamente conseguono al taglio delle radici posteriori nelle diverse parti dell'asse cerebro-spinale, sarebbero sufficienti le speciali condizioni in cui si trova l'arto privato totalmente od in parte della sua innervazione sensitiva per spiegare la diminuita reazione dell'arto stesso alla stimolazione della zona motrice corrispondente.

Sappiamo infatti perfettamente quanta e quale influenza abbia sulla contrazione muscolare lo stato di nutrizione del muscolo.

Perchè poi complicare la quistione già abbastanza complessa e controversa dell'azione reciproca delle paia spinali, facendo intervenire anche l'influenza cerebrale sulla quale si era già tanto discusso ed emesso pareri così diversi? Non è forse più semplice limitarci allo studio dei fatti che si svolgono nell'arco spinale, tanto più che l'Exner prima e poi Belmondo ed Oddi hanno nettamente dimostrato che i fenomeni dei quali ci occupiamo possono verificarsi anche indipendentemente dall'attività cerebrale?

La critica che Tomasini muove agli esperimenti di Belmondo ed Oddi, dicendo che i cani non potevano trovarsi in buone condizioni sperimentali tenuto conto degli effetti del grave trauma operatorio e che il sistema nervoso, sotto l'azione degli anestetici e narcotici, necessariamente doveva rispondere in modo diverso dal normale, non ci sembra molto giusta. Le esperienze di Oddi e Belmondo erano comparative, quindi essi tenevano come normali i tracciati ottenuti negli animali già operati e narcotizzati notando le differenze indotte dalle diverse manovre praticate nelle radici posteriori; le condizioni generali dell'animale rimanevano quindi sempre le stesse. Con un tal raziocinio a quasi tutti gli esperimenti fisiologici si potrebbe muovere la stessa obbiezione, poichè quasi sempre noi agiamo sopra animali, che non si trovano più in condizioni perfettamente normali, ed è appunto per questo che la ricerca fisiologica deve esser sempre comparativa e che i risultati deb-

bono essere accettati colle debite riserve, tenendo conto di tutte le condizioni dell' esperimento.

Un'ultima osservazione ci resta a fare circa le ricerche di Tomasini, cioè che il limitarsi ad osservare la contrazione degli arti, senza valersi del metodo grafico, non ci sembra il mezzo migliore per constatare le fine differenze che si possono verificare e specialmente la forma della contrazione ed il tempo di eccitazione latente, che pur hanno una così grande importanza.

Ma, se le ricerche del Tomasini ci sembra che non portino alcun utile contributo alla quistione della sinergia delle paia spinali, riconosciamo che esse sono molto importanti in quanto valgono ad additare dei fatti completamente nuovi ed interessanti intorno al modo di comportarsi della eccitabilità della zona motrice dopo il taglio delle radici posteriori ed al modo di reagire dell'arto anestetico alle stimolazioni corticali, quistioni che egli è stato, per quanto ci consta, il primo ad affrontare.

Per quanto si riferisce alla tecnica sperimentale seguita da Belmondo ed Oddi noi riconosciamo, come del resto essi stessi, che era assai imperfetto il metodo da loro impiegato per la registrazione dei movimenti provocati negli arti dall'eccitazione delle radici anteriori. Difatti il timpano doppio di Marey col quale essi abbracciavano la coscia dell'animale, per quanto cercassero di collocarlo e fissarlo nel punto dove più manifeste risultavano le contrazioni dei muscoli, pur nondimeno non poteva assolutamente riprodurre con fedeltà le contrazioni muscolari stesse e tanto meno indicare le modificazioni indotte dalle manovre praticate sulle radici posteriori. Sappiamo difatti anzitutto come si è condannato e riconosciuto imperfetto il metodo di registrazione della contrazione muscolare che si basa sull'aumento di volume del muscolo durante la contrazione; questo metodo, come lo stesso Marey dichiara, non ci registra che una soltanto delle modificazioni del muscolo e certo non la più importante.

Ma anche meno adatto ci sembrerà il metodo da essi seguito se noi consideriamo che le radici motrici si distribuiscono ai muscoli degli arti *in un modo funzionale, ossia che i filetti motori i quali escono dalla midolla ad un dato livello si distribuiscono a dei gruppi muscolari sinergici e concorrono così ad*

un movimento associato. (P. Bert, Marcacci, Polimanti.)

Ciò vuol dire che ciascuna radice motrice innerva più muscoli o porzioni di muscoli anche d'azione antagonista, ma che concorrono ad un movimento combinato che ha per risultante l'esplicazione di un atto magari molto complesso, abituale o volontario, atto che si provoca ogni qualvolta la radice venga stimolata.

È chiaro quindi che nel momento in cui per dato e fatto della stimolazione di una data radice si provocano in un arto questi movimenti combinati, si avranno nell'arto stesso molte e diverse modificazioni di volume a seconda del numero dei muscoli che entrano in azione, dell'intensità del movimento e della parte che prendono gli antagonisti, i quali, come è noto, oppongono sempre una certa resistenza a lasciarsi distendere passivamente.

Stando così le cose, il timpano doppio che abbraccia la coscia dell'animale ci segnerà degli spostamenti d'aria, ossia dei cambiamenti di volume dell'arto che rappresenteranno la somma delle variazioni di volume che presentano i vari muscoli i quali prendono parte attiva o passiva a quel dato movimento.

Ma noi sappiamo anche dallo studio dei riflessi che qualsiasi eccitazione portata sulle fibre sensitive, a seconda della sua intensità, dà luogo allo sviluppo di reazioni motrici nello stesso arto, nell'arto opposto, negli altri arti o magari generalizzate a tutto il corpo. Quindi al momento in cui pratichiamo le varie manovre nelle radici posteriori, il timpano doppio ci registra anche quelle variazioni di volume dell'arto che sono il risultato degli atti riflessi che noi abbiamo provocato. Molto complessi sono adunque i fattori che entrano in giuoco e che spiegano la loro influenza sull'apparecchio registratore e noi non siamo in grado di poterli scindere; male quindi, come ripetutamente noi ci siamo potuti accertare, si presta questo metodo grafico per uno studio così delicato. Senza contare che i facili spostamenti che subisce l'apparecchio portando il timpano in rapporto con porzioni diverse di muscolo, variano immensamente la forma, l'ampiezza ed il significato del tracciato.

Ora noi ci siamo messi in condizione di essere completamente al riparo da queste obiezioni. Determinata la radice

che eccitata provoca le più energiche contrazioni del gastrocnemio, questo muscolo veniva completamente isolato ed il tendine, dopo tagliato, si metteva direttamente in rapporto col miografo di Marey: l'arto veniva solidamente fissato all'apparecchio di contenzione, onde la contrazione degli altri muscoli non potesse esercitare alcuna influenza sull'apparecchio di registrazione. È chiaro che in questo modo noi eravamo in grado di poter ottenere registrate le più piccole variazioni di tono che si fossero manifestate nel muscolo gastrocnemio ed il tracciato ci rappresentava l'accorciamento del muscolo che è il più saliente ed il più importante fatto della contrazione.

Dalle ricerche che abbiamo esposto risulta, che per il taglio delle radici posteriori noi abbiamo costantemente ottenuto una forte depressione della eccitabilità della corrispondente radice anteriore. Difatti il tracciato grafico diminuiva costantemente di ampiezza, il tono si deprimeva, il muscolo quindi riceveva un eccitamento minore che in condizioni normali. Sin qui i risultati si accorderebbero in massima colle precedenti ricerche dell'Oddi e del Belmondo per quanto essi qualche volta per il taglio della radice posteriore, praticata senza la cocainizzazione, abbiano ottenuto una azione eccitante più o meno duratura.

Ma è nell'interpretazione del fatto che noi non dividiamo le loro opinioni. Essi credono col Cyon che il taglio della radice posteriore deprima l'eccitabilità della corrispondente anteriore per la sola ragione che s'interrompe il normale afflusso di stimoli fisiologici che per questa via attraverso i centri si scaricano sull'elemento motore. Per quanta importanza si possa accordare a questi stimoli di natura sensitiva, noi troviamo che essi non ci rendono ragione sufficiente del fatto: è troppo notevole la differenza di eccitabilità e presenta troppe e molto variabili modificazioni nei singoli casi, sia riguardo alla intensità, che riguardo alla durata, per essere interpretata in un modo così semplice. Per noi si tratta di fenomeni riflessi di *arresto* o di *inibizione* che l'elemento sensitivo troppo energicamente stimolato induce nell'elemento motore. E la prova più convincente noi l'abbiamo nel fatto che non solo col taglio, ma anche colla legatura, col pinzettamento e colla faradizzazione del moncone centrale della radice posteriore siamo riusciti ad ot-

tenere gli stessi effetti, spesso anche di una intensità molto maggiore. Ora, stando alla interpretazione del Cyon, in questi casi noi avremmo dovuto ottenere delle contrazioni più energiche poichè aumentavamo artificialmente il normale afflusso degli stimoli attraverso la radice posteriore. Ed invece, anzichè rianimare le contrazioni del muscolo gastrocnemio già di molto ridotte dal taglio della radice posteriore, noi, pinzettando il moncone centrale della medesima od eccitandolo colla corrente faradica, siamo riusciti ad ottenere una nuova e più intensa diminuzione e spesso anche la completa scomparsa di qualsiasi contrazione apprezzabile. I nostri tracciati sono eloquentissimi in proposito. Vero è che queste stimolazioni, praticate sul moncone centrale della radice posteriore, erano sempre di solito accompagnate da reazioni riflesse più o meno vivaci e generalizzate, reazioni che forse ci possono rendere in parte ragione dei risultati ottenuti da Belmondo ed Oddi.

Ma però nel lavoro di Belmondo ed Oddi troviamo delle preziose osservazioni, le quali ci dimostrano che i due sperimentatori, nonostante il loro imperfetto metodo di indagine, avevano intravisto la verità.

Riportiamo le loro parole: “ in un piccolo numero di casi abbiamo invece avuto, per l'irritazione della radice sensitiva, una *momentanea ineccitabilità* della radice omonima: ma tale fenomeno è stato sempre transitorio. Solo nell'esperienza XV all'ineccitabilità prodotta dalla puntura praticata su di una radice posteriore non abbiamo potuto veder seguire, nel breve periodo entro cui si dovette circoscrivere l'osservazione, la solita elevazione della curva miografica al di sopra del livello raggiunto in condizioni normali. „ Questi fatti gli autori giustamente interpretarono come dovuti ad azioni inibitrici o d'interferenza e trovano pieno riscontro nei risultati delle ricerche da noi riferite.

E che realmente l'apparente aumento dell'ecceitabilità ottenuto da Belmondo ed Oddi per stimolazione della radice posteriore si debba interpretare come dipendente da azioni riflesse determinate dalla stimolazione stessa e non già da una azione diretta della radice sensitiva sulla motrice, lo dimostra il fatto che mancò completamente questa ipereccitazione nelle radici

preventivamente cocainizzate, come pure che cessò completamente per l'applicazione della cocaina sul moncone centrale della radice stessa prima irritata.

Noi crediamo quindi che tutti i fatti finora descritti di sinergia funzionale tra le paia spinali si debbano tutti ritenere come fenomeni di *arresto* o di *dinamogenia* a seconda dei casi. Nelle nostre esperienze noi abbiamo pressochè costantemente ottenuto fatti di arresto, ma questo non ci autorizza a negare che in condizioni diverse, che non possiamo precisare, si possano avere anche dei fenomeni di dinamogenia. Difatti il Mannelli (1), studiando l'influenza che le stimolazioni dello sciatico di un lato esercitano sull'eccitabilità dello sciatico del lato opposto, trovò spesso delle diminuzioni ed anche l'abolizione della eccitabilità stessa, qualche volta degli aumenti più o meno intensi e duraturi ossia delle vere azioni dinamogene. E l'Oddi (2), eccitando con una corrente faradica la sostanza grigia midollare, riuscì ad inibire la funzionalità delle radici spinali anteriori e ad arrestare la contrazione muscolare. Queste ricerche trovano pieno riscontro nelle nostre e ne sono una valida conferma.

Ma noi non ci siamo arrestati allo studio dell'azione che le radici posteriori spiegano sulle anteriori nello stesso paio, ma abbiamo voluto vedere anche gli effetti che le diverse stimolazioni praticate nella prima serie, della quale ci siamo testè occupati, sono capaci di esercitare sulla stessa radice anteriore quando vengono applicati sulle radici sensitive delle paia tanto superiori che inferiori alla radice motrice in esperimento, dallo stesso lato e dal lato opposto, nella stessa regione ed a distanza. I fatti riscontrati in generale possiamo dire che sono stati gli stessi; cioè quasi sempre una forte diminuzione di eccitabilità, qualche volta anche un vero arresto dell'eccitabilità stessa. Però in queste nuove serie di ricerche siamo riusciti ad ottenere anche qualche fatto di dinamogenia. Se noi

(1) MANNELLI M. - *Sopra alcuni fatti di inibizione riflessa osservati sui nervi periferici*. - Rivista sperim. di Freniatria, V. XXII, fasc. I.

(2) ODDI R. - *Il cervello ed il midollo spinale come centri di inibizione*. - Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, vol. IV, serie V, fasc. VI.

scorriamo i protocolli delle nostre esperienze, troviamo che il tracciato grafico della contrazione muscolare depresso per il taglio di una radice posteriore, torna qualche volta a sollevarsi e magari supera i limiti normali quando si pinzetti il moncone centrale della radice stessa, o quando si faccia agire su di esso una corrente faradica. Altre volte vediamo che direttamente per l'applicazione del primo stimolo si è subito ottenuto un notevole aumento dell'eccitabilità. I fatti che si ottengono per la stimolazione di queste radici, sia superiori che inferiori dello stesso lato e del lato opposto, ma sempre nella stessa regione spinale (lombo-sacrale), per intensità non differiscono punto o quasi da quelli provocati quando si agisce sulla radice sensitiva dello stesso paio.

Non possiamo dire altrettanto per le radici posteriori di regioni diverse. Le nostre esperienze ci dimostrano chiaramente che i vari stimoli coi quali si è sperimentato nelle radici sensitive delle paia cervicali, hanno spiegato una influenza molto minore sulla eccitabilità delle radici motrici delle paia lombo-sacrali; ma anche in questo caso i fatti verificati sono stati in generale gli stessi.

Questo risultato ci farebbe pensare che per effetto della irritazione delle radici sensitive si formasse nel midollo spinale un'onda di arresto, la quale si propaga lungo l'asse spinale stesso, ma che va perdendo di intensità mano mano che si allontana dal suo punto di origine.

L'azione che le radici sensitive di paia diverse, anche situate a distanza, esercitano sulle radici anteriori, non fa che confermarci nella nostra idea che non si tratti che di fenomeni di arresto o di dinamogenia, fenomeni che, come Brown-Séguard e molti altri hanno dimostrato, si possano svolgere in qualsiasi parte del sistema nervoso dietro eccitazioni variabili per natura, per sede e per intensità.

Difatti se noi possiamo parlare di una sinergia funzionale tra le radici di uno stesso paio, non possiamo credere, o almeno ci mancano i dati di fatto su cui basarci, che questa sinergia, quest'azione simultanea si possa estendere anche a paia diverse situate in regioni del midollo così lontane tra di loro. Non ci sapremmo infine rendere ragione del come gli stessi stimoli qual-

che volta ci portino una diminuzione, altre volte un aumento di eccitabilità.

Un ultimo fatto, che ci sembra molto interessante, ci è fornito dai risultati dell'ultima serie delle nostre ricerche. Questi risultati ci dimostrano che le radici posteriori spiegano egualmente la loro azione caratteristica sulle anteriori, anche quando i normali rapporti tra midollo e cervello sono completamente interrotti. Ciò significa che il cervello sarebbe perfettamente estraneo al fenomeno ed in ciò ci troviamo d'accordo con quanto Belmondo ed Oddi avevano già dimostrato.

I centri funzionanti sarebbero rappresentati dalla sostanza grigia spinale, la quale, come del resto era già stato dimostrato da Oddi è capace di azioni *dinamogene* e di azioni di *arresto*.

Ma i nostri esperimenti ci dicono anche qualche cosa di più; essi ci dimostrano che dopo il taglio completo del midollo spinale l'azione prevalentemente inibitrice che le radici spinali posteriori spiegano sulle anteriori, viene ad accentuarsi; le azioni di arresto che si ottengono sono più intense e più durature, tanto è vero che perfino le radici posteriori delle paia cervicali, le quali a midollo intatto non avevano dato dei risultati così dimostrativi come quelle delle paia lombo-sacrali, in questa condizione hanno dato dei risultati di una evidenza indiscutibile.

Ciò, a parer nostro, ci sta a significare che il cervello esercita una azione moderatrice su tutte le manifestazioni dell'attività spinale, tanto di natura eccitante che deprimente; interrotti i rapporti col cervello, il midollo, perduto il suo abituale freno, estrinseca in tutta la sua potenza l'attività di cui è capace.

Non è qui il caso di addentrarci nello studio dei fenomeni di inibizione e tanto meno nelle teorie che sono state immaginate per spiegarli. Rimandiamo per questo alle memorie speciali.

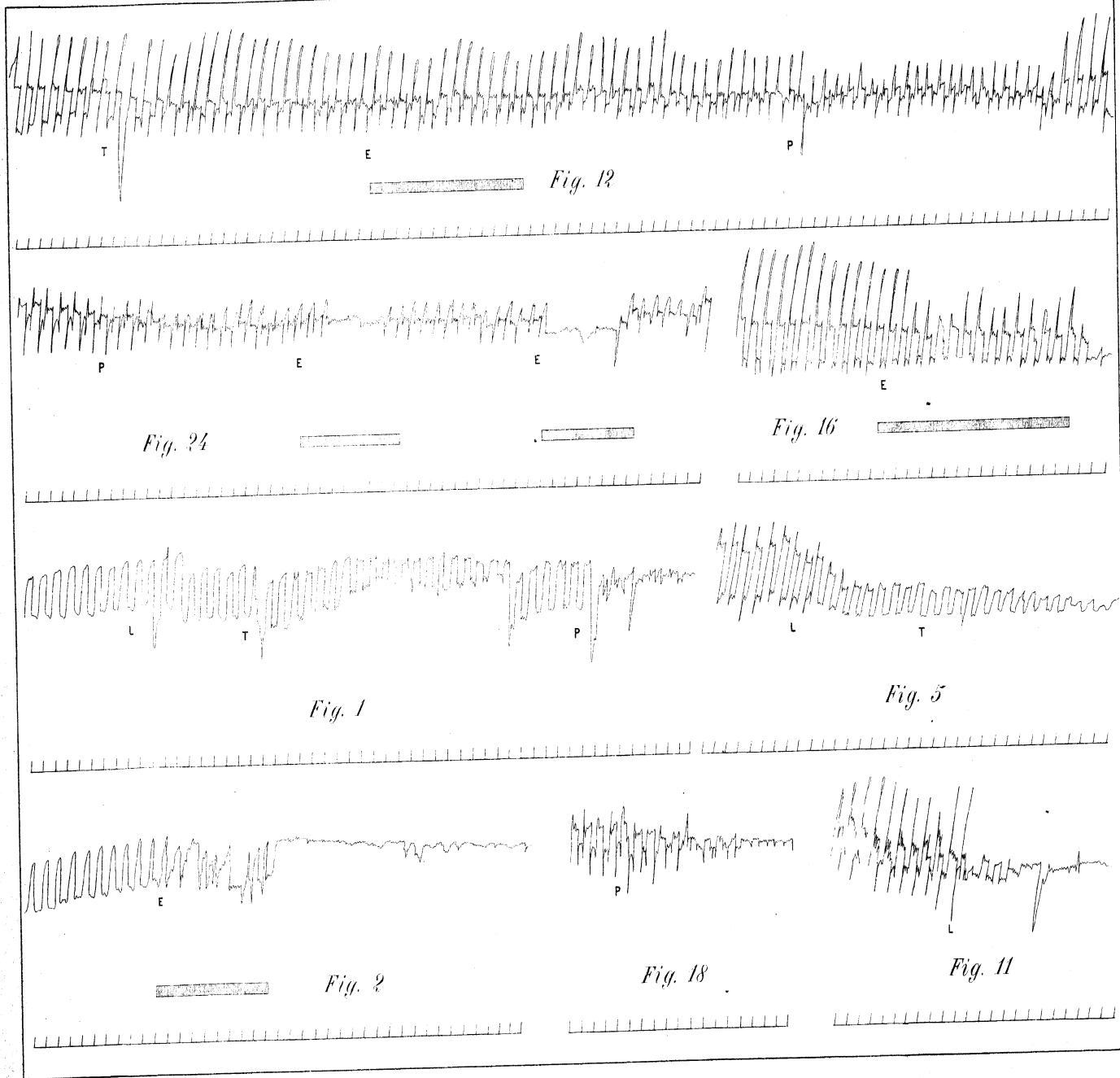
A noi basta l'aver dimostrato che i fatti descritti non possono essere interpretati che come fenomeni riflessi di inibizione e di dinamogenia e che non presentano nulla di diverso dagli altri consimili che si svolgono in tutte le diverse parti del sistema nervoso. Sarebbe difficile il dire perchè le manifestazioni di arresto hanno avuto, nei casi nostri, il predominio sui fatti di eccitazione; ciò molto probabilmente è in rapporto, sia colla in-

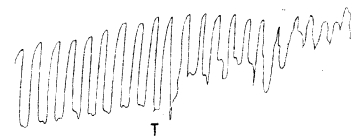
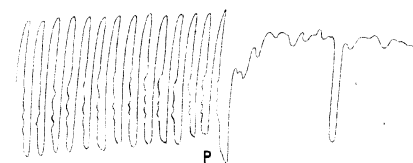
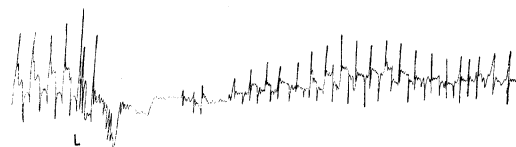
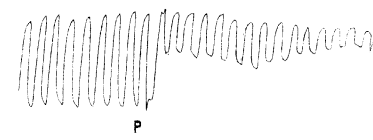
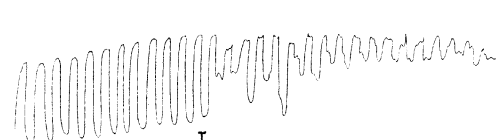
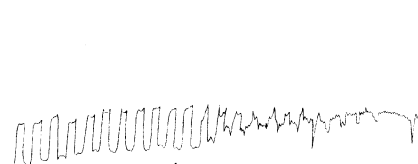
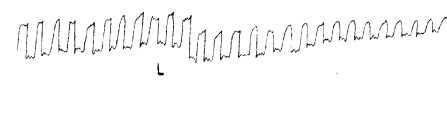
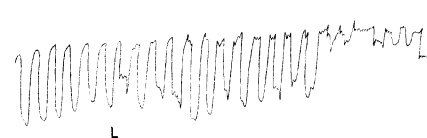
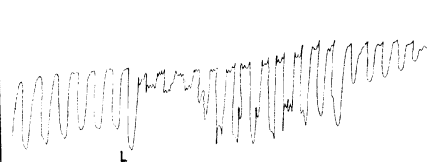
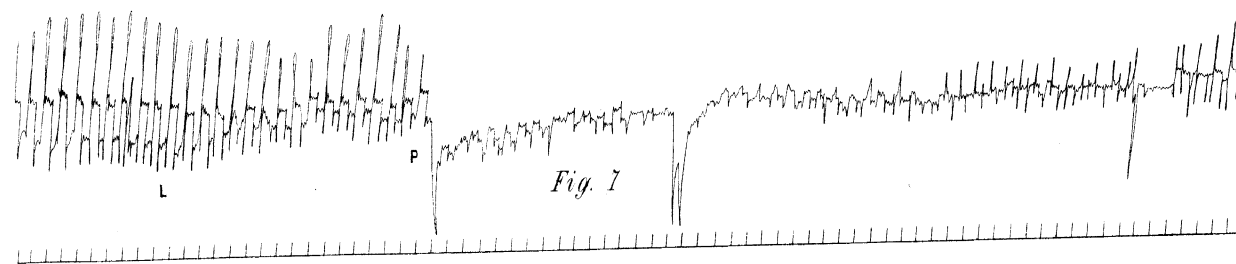
tensità degli stimoli adoperati, sia colla squisita sensibilità delle radici posteriori.

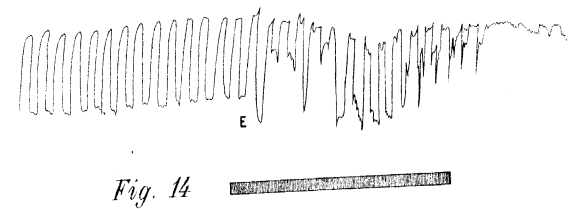
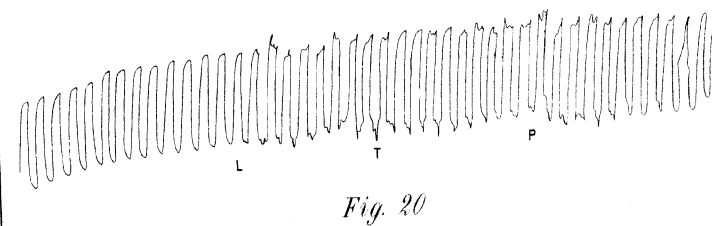
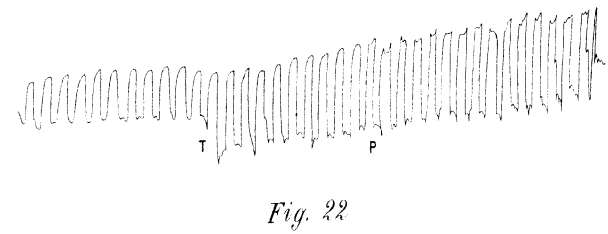
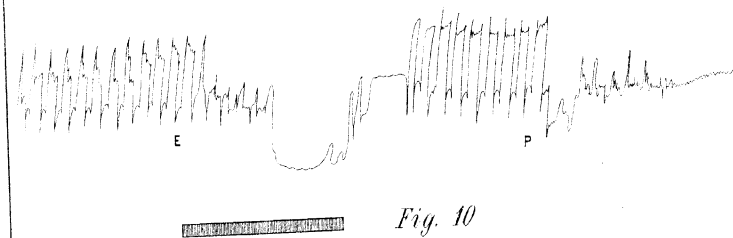
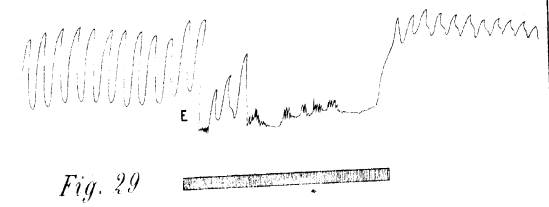
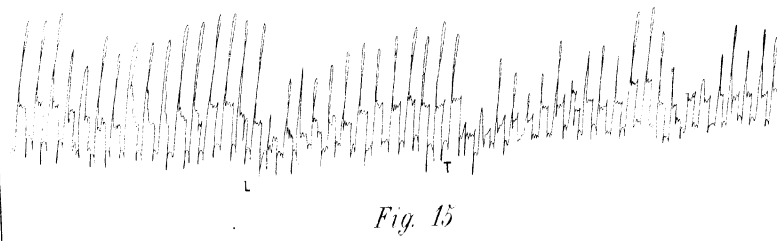
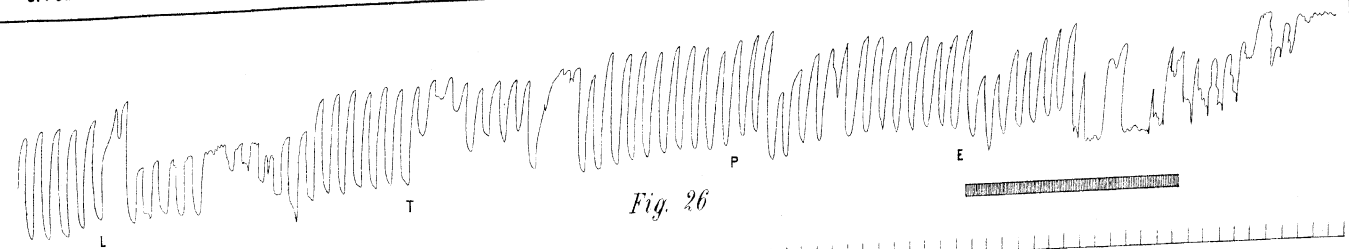
Che poi in condizioni normali la teoria del Cyon possa essere vera e gli stimoli che continuamente affluiscono al midollo attraverso alle vie sensitive valgano ad aumentare il tono degli elementi motori, noi non solo non possiamo e non intendiamo negare, ma anzi crediamo che la fisiologia ci offra molti altri fatti che avvalorano questa ingegnosa ipotesi.

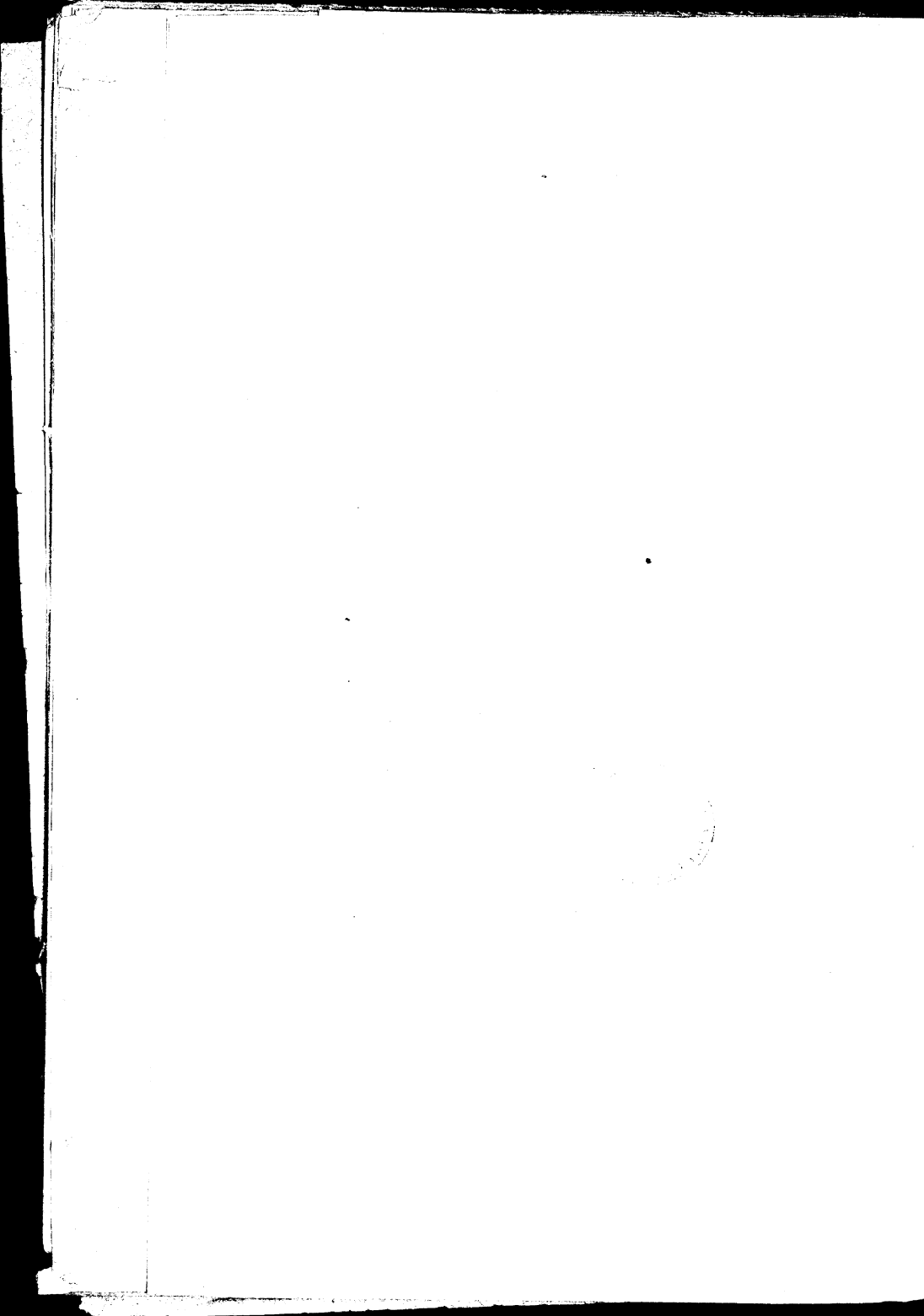


3426









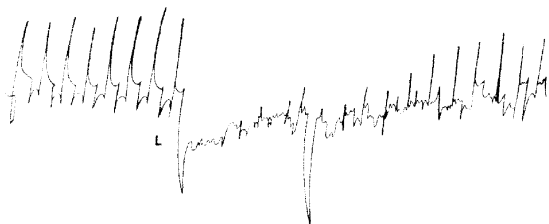


Fig. 6

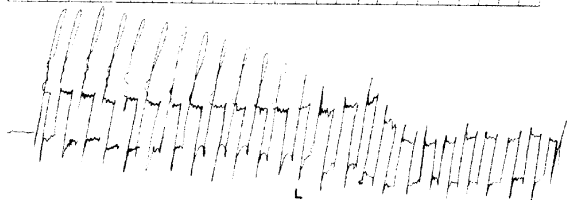
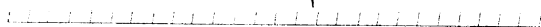


Fig. 8

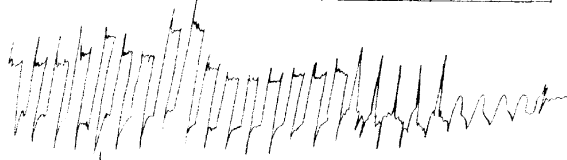
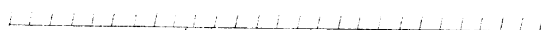


Fig. 9

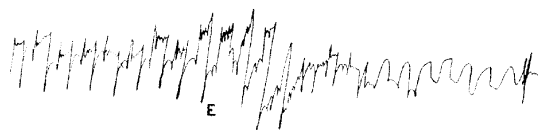
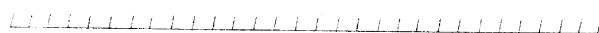


Fig. 17

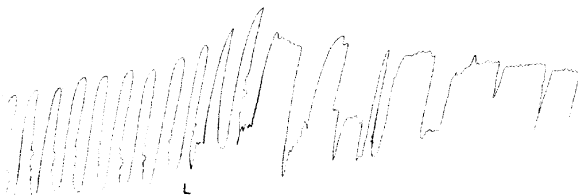
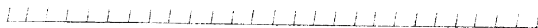


Fig. 27



