

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXI.

1914

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1914

La cosa è senz'altro evidente pei punti multipli distinti di C . Esaminiamo dunque p. es. i punti multipli infinitamente vicini a P . Sia P, P_1, \dots, P_k una *successione* di punti aventi rispettivamente le molteplicità s, s_1, \dots, s_k per C , talchè P sarà pure s -plo per Φ . Supponiamo che l'iperpiano I , che stacca su Φ la C , sia generico nel senso che non tocchi il cono tangente in P a Φ , nè contenga alcuna delle sue eventuali generatrici essenzialmente multiple (generatrici che rimangono multiple, anche quando ciascuna delle parti multiple del cono si conti semplicemente). Assoggettiamo Φ ad una trasformazione quadratica dello S_r , che abbia il punto fondamentale isolato in P e che sia pel resto generica; e diciamo Φ', C', I' gli enti omologhi di Φ, C, I ; ω' la curva corrispondente a P , sulla superficie Φ' . L'iperpiano I' incontra (non tocca) in punti semplici — tra i quali il punto P_1' omologo di P_1 — la curva ω' ; e poichè il cono tangente a Φ' in P_1' si spezza in piani passanti per la tangente ivi ad ω' ⁽¹⁾, I' non toccherà questo cono, nè conterrà alcuna delle sue generatrici essenzialmente multiple. L'iperpiano I' si troverà pertanto, rispetto a Φ' , nelle stesse condizioni in cui si trovava I rispetto a Φ ; ed il punto P_1' avrà per Φ' la stessa molteplicità s_1 , che ha per C' : cioè P_1 avrà per Φ la molteplicità s_1 . Così proseguendo, si prova il fatto asserito, per tutti i punti infinitamente vicini a P .

Quanto agli altri punti multipli di C , basterà che pure in essi l'iperpiano I non tocchi il cono ivi tangente a Φ , nè contenga alcuna generatrice essenzialmente multipla; la qual condizione è evidentemente soddisfatta per I generico.

Fisiologia. — *Nuove ricerche sui muscoli striati e lisci di animali omeotermi.* Nota III (part. 1^a): *La fatica studiata nel preparato frenico-diaframmatico*, del CORRISP. FILIPPO BOTTAZZI ⁽²⁾.

In un mio precedente lavoro ⁽³⁾, l'argomento della fatica muscolare fu appena toccato. Con le presenti ricerche mi sono proposto di colmare, almeno in parte, tale lacuna.

La disposizione sperimentale è stata quella medesima che fu adottata nelle precedenti ricerche.

Stimolavo ritmicamente il nervo o il muscolo del preparato frenico-diaframmatico, tenuto nella camera-termostato, con scosse d'apertura di corrente indotta, di frequenza e intensità variabili.

⁽¹⁾ Il cono tangente ad una superficie in un punto semplice O di una sua linea s -pla, si spezza infatti in piani passanti per la tangente t in O alla linea multipla; e ciò perchè t è generatrice s -pla pel suddetto cono (Ved. ad es. Segre, loc. cit., n. 1).

⁽²⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisiologia di Napoli.

⁽³⁾ Filippo Bottazzi, *Nuove ricerche sui muscoli striati e lisci di animali omeotermi*. Prima Memoria. Memorie della R. Accad. d. Lincei, in corso di stampa.

Avendo osservato che, quando il muscolo più non si contraeva in seguito a stimolazioni superliminari applicate al nervo, era tuttavia possibile provocare contrazioni applicando gli stessi stimoli direttamente alle due estremità della striscia diaframmatica, ho ragione di credere che la cessazione delle risposte muscolari, nel primo caso, dipendesse dal fatto che gli eccitamenti provocati nel nervo erano bloccati a livello delle giunzioni neuro-muscolari: dipendesse, cioè, da fatica degli apparati giunzionali.

In generale, quando stimolavo il nervo, il muscolo era tutto immerso nel liquido di Ringer, e gli eccitatori anulari di platino soprastavano al liquido quanto bastava perchè il tratto di nervo da stimolare non ne rimanesse bagnato. Quando invece stimolavo direttamente il muscolo, ne lasciavo all'asciutto solo un più o meno lungo pezzo dell'estremità superiore, mentre il resto rimaneva immerso. Questa è la ragione per cui ho dovuto usare correnti molto forti. Tale disposizione, però, se evita il disseccamento e la asfissia del preparato, espone all'inconveniente di produrre una variazione dell'intensità degli eccitamenti, e quindi delle contrazioni, col variare della lunghezza del tratto di muscolo immerso, tutte le volte che si toglie e si rimette, per qualsiasi scopo, il liquido di Ringer nel tubo cilindrico in cui si trova sospeso il preparato, essendo, a occhio, impossibile di riportare ogni volta il liquido precisamente sempre allo stesso livello. Oltre a ciò, lo stesso gorgogliare dell'ossigeno, per poco che varii la grandezza delle bolle, bagnando più o meno il pezzo di muscolo lasciato all'asciutto, fa variare la resistenza elettrica del preparato, e quindi la intensità delle stimolazioni. A queste involontarie variazioni della intensità degli stimoli, che si generavano nel modo detto, io attribuisco le più irregolari ed incostanti variazioni delle curve di fatica.

Gli autori ⁽¹⁾ hanno distinto nelle curve di fatica diverse parti, che corrisponderebbero ad altrettanti periodi dell'attività funzionale del muscolo o del preparato neuro-muscolare. Ma nella interpretazione dei tracciati non bisogna dimenticare che la forma e la durata delle curve di fatica variano col variare delle condizioni sperimentali, specialmente col variare della frequenza e intensità degli stimoli, della temperatura, del peso, e secondo che il muscolo lavora caricato continuamente o in sopraccarico; secondo che si stimola il nervo o il muscolo (lasciando da parte le curve di fatica da stimolazioni riflesse o da impulsi volontari); col tempo decorso dall'allestimento del preparato, specialmente quando si tratta di nervi e muscoli di animali omeotermi; con la più o meno sufficiente ossigenazione dei tessuti e con lo stato di nutrizione di questi, vale a dire con la loro capacità funzionale ecc. Ogni curva di fatica è, dunque, sempre relativa alle condizioni in cui fu

⁽¹⁾ H. Kronecker, ved. appresso; I. Novi, *Die graphische Darstellung der Muskelermüdung*, in Centr. f. Physiol. XI, pag. 377 (1897); I. Loteyko, *Fatigue*, in Dictionn. de Physiol. d. Ch. Richet, vol. VI, pp. 29-213 (1900).

registrata. Basta infatti variare le condizioni principali (per es. l'intensità o la frequenza degli stimoli), mentre si registra una curva di fatica, per vederla subito modificarsi nel suo andamento.

Nella interpretazione dei tracciati da me ottenuti, io ho rivolto la mia attenzione non solo alla « curva di fatica » del Kronecker (¹), cioè alla linea ideale che congiunge gli apici delle singole contrazioni provocate a intervalli eguali, ma anche alla linea che congiunge le basi delle dette contrazioni: potremmo chiamare « curva apicale » la prima, e « curva basale di fatica » la seconda. Questa informa su eventuali modificazioni che subisce il tono del preparato muscolare, durante la sua attività. Lo stesso Kronecker (loc. cit. [b], pag. 639) ebbe ad osservare, che in certi casi, e specialmente quando sono poco caricati, i muscoli « rimangono contratti anche durante le pause ».

Ma nei muscoli di rana variazioni del tono durante l'attività ritmica si presentano raramente, eccetto sotto l'azione di veleni (²). Frequenti sono invece nel mio preparato diaframmatico, che appartiene alla categoria dei muscoli rossi; e per ciò io le ho fatte oggetto di particolare osservazione.

1. *Fatica delle giunzioni neuro-muscolari.* — Le curve di fatica che si ottengono stimolando ritmicamente il nervo di un preparato neuro-muscolare, esprimono verosimilmente la fatica delle giunzioni neuro-muscolari, poichè, da una parte, esse differiscono da quelle che si ottengono stimolando direttamente il muscolo, e, d'altra parte, si può escludere che, in quelle condizioni sperimentali, si verificano rilevabili fenomeni di fatica del nervo. La fig. 1 rappresenta la porzione iniziale di una lunga curva di fatica ottenuta mediante stimolazione ritmica del nervo, della frequenza di 22-26 stimoli al minuto. La curva della fig. 2 fu invece ottenuta con 80 stimoli al minuto.

Le più notevoli differenze fra le due curve sono: la mancanza di una « scala » e la rapidità con cui le contrazioni discendono dall'altezza massima alla minima in quella ottenuta con stimoli più frequenti (fig. 2), mentre nella curva della fig. 1 la « scala » è visibilissima, e la discesa è tanto meno ripida, che il tratto *b'c* è convesso verso l'alto, mentre è concavo nella curva della fig. 2.

L'azione affaticante degli stimoli troppo frequenti è dunque evidente. La forma del tratto *abc* della fig. 2 è caratteristica della fatica delle giunzioni neuro-muscolari.

(¹) H. Kronecker [a], *Ueber die Ermüdung und Erholung der quergestreiften Muskeln*. Ber. d. königl. sächs. Gesell. d. Wiss., 6ff. Gesamtsitz. am 12 December 1871, pp. 690-780; Id. [b], *Ueber die Gesetze der Muskelermüdung*. Monatsber. d. königl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Gesamtsitz. am 11 August, 1870, pp. 629-640.

(²) C. G. Santesson, *Versuche über die Nervenendwirkung methylirter Pyridin-, Chinolin-, Isochinolin-, und Thallinverbindungen*. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm., XXXV, pag. 23 (1895).

Nella curva della fig. 1, il tratto *cd* corrisponde al 4° periodo del Novi. Lo si osserva anche nella fig. 2, ma è meno cospicuo.

Generalmente, molto accentuata nelle prime curve di fatica neuromuscolare è la « contrattura iniziale » del muscolo, che spesso si risolve, come nella fig. 2, col terminare del tratto *bc* della curva, rivela una grande eccitabilità del preparato, e non è da confondersi con la « contrattura terminale » (ved. appresso).

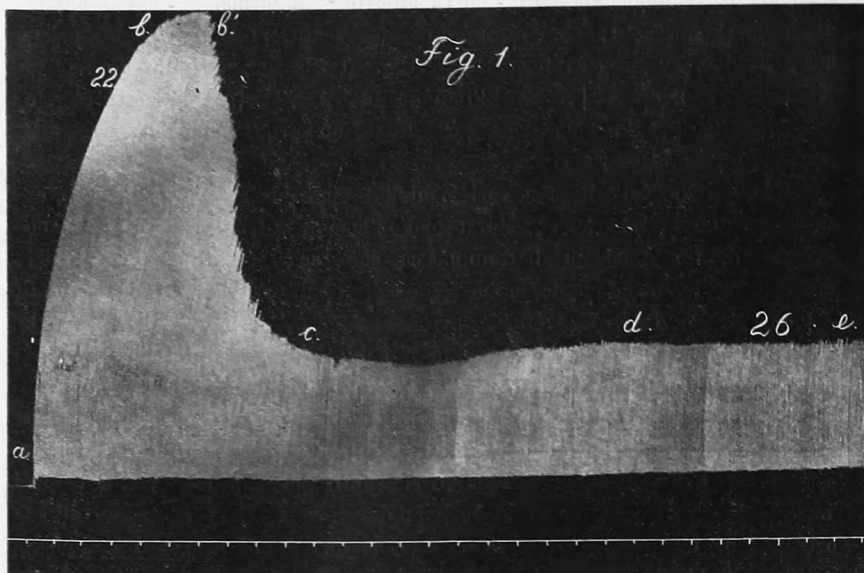


FIG. 1. — 10 luglio 1914. Prep. fren.-diafr. sinistro di cane. Stimolaz. ritmica del nervo: 2 accum. Edison, $DR = 130$ mm.; frequenza: 22-26 stim. al minuto. Temper.: 30° C. Tempo: 1'. Peso: gr. 5. (Lunghissima sopravvivenza del preparato).

Il fenomeno della scala non si presenta, o è appena discernibile, nella prima curva di fatica, quando si stimola il nervo; e se nella curva della fig. 1 è cospicuo, ciò dipende dal fatto che quella curva non fu la prima ottenuta dal preparato, che ne aveva già eseguite altre avanti, separate da lunghi intervalli di riposo. La abituale mancanza della « scala » nella prima curva di fatica delle giunzioni neuro-muscolari credo che si possa spiegare ammettendo che, data la grande eccitabilità del preparato, una specie di fenomeno delle « contrazioni iniziali » ⁽¹⁾ mascheri il progressivo aumento in altezza delle prime contrazioni.

⁽¹⁾ K. Schönlein, *Zur Frage nach der Natur der Anfangszuckung*. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. (1882), pag. 357.

Infatti, come l'eccitabilità del preparato diminuisce, il fenomeno della scala si presenta, mentre sparisce la contrattura iniziale

2. *Curve ondulate.* — Più di una volta mi è occorso di osservare, sul più lungo tratto della curva di fatica ottenuta mediante stimolazione del

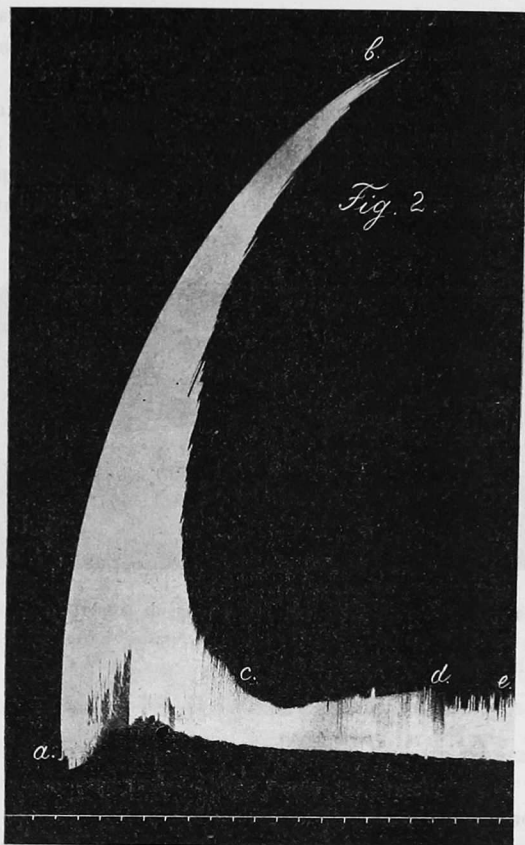


FIG. 2. — 5 febbraio 1914. Prepar. fren.-diafr. di cane. Stimolaz. ritmica del nervo: 1 accum., $DR = 200$ mm.; frequenza degli stimoli: 80 al minuto. Temper.: 34° C. Tempo: 1'. Peso: gr. 6.

nervo (tratto corrispondente al 5° periodo del Novi, o alla seconda fase di fatica della Ioteyko), cospicue ondulazioni, determinate da gruppi, periodicamente succedentisi, di contrazioni più basse e più alte. Però non sempre l'aumento e la diminuzione dell'altezza delle contrazioni sono graduali.

Talora, il culmine di ciascuna ondulazione vien raggiunto mediante gruppi minori di contrazioni, disposti a gradini. Per lo più, ai gruppi di con-

trazioni più alte, che determinano l'aspetto ondulato della « curva apicale di fatica », corrispondono altrettante elevazioni del tono, per cui anche la « curva basale » apparisce (ma meno nettamente) ondulata.

Nel caso, cui si riferisce il tracciato della fig. 3, la sopravvivenza del preparato frenico-diaframmatico — tenuto alla temperatura relativamente bassa di circa 30° C. e stimolato con la frequenza, di certo non grande, di circa 34 scosse al secondo — fu lunghissima, e il fenomeno descritto si manifestò solo qualche ora dopo l'inizio dell'esperimento.

Io credo che il fenomeno possa spiegarsi, ammettendo una variazione periodica della eccitabilità o della conduttività delle giunzioni neuro-muscolari, analoga a quella che è stata osservata per es. dal Fano nella midolla spinale per quanto riguarda la propagazione degli eccitamenti riflessi; e ciò costituisce un altro sostegno alla ipotesi, da me formulata, della molte-

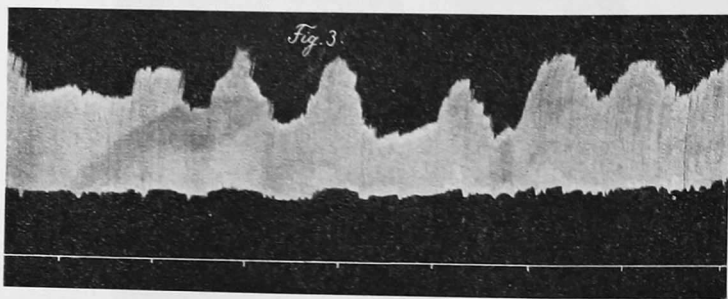


FIG. 3. — 7 gennaio 1914. Preparato fren.-diafr. destro di cagnetta giovane. Stimolazione ritmica del nervo: 1 accum., $DR = 150$ mm. Temp.: 30° C. Tempo: 5'. Frequenza degli stimoli: 34 al sec. (Riduz. fotografica).

plice analogia esistente fra le giunzioni neuro-muscolari e i centri nervosi. Certo è che, in condizioni ordinarie, nè i nervi nè i muscoli presentano oscillazioni periodiche della loro eccitabilità.

Che si tratti di oscillazioni automatiche della eccitabilità (o conduttività), è dimostrato, per me, dal fatto che in un altro esperimento, comparse nella curva di fatica ondulazioni analoghe a quelle sopra descritte, gli stimoli (sempre della stessa intensità e frequenza) si dimostrarono efficaci nel provocare piccole contrazioni solo durante le elevazioni della curva (corrispondenti a periodiche elevazioni del tono e della eccitabilità), mentre erano del tutto inefficaci durante gl'intervalli. Particolarmente interessante mi parve in questo caso la coincidenza dell'aumento periodico del tono e della eccitabilità per gli stimoli ritmici. Tuttavia verso la fine della curva, i gruppi periodici delle contrazioni erano accompagnati da elevazioni appena percetibili del tono.

Secondo la Ioteyko (loc. cit., pag. 95), il Funke avrebbe già osservato un fenomeno simile a quello ora descritto; ma il lavoro del Funke (1) non contiene curve di fatica, nè nel testo vi si accenna affatto. Piuttosto nella figura annessa a un lavoro di Rossbach e Harteneck (2), riproducente una curva di fatica ottenuta mediante stimolazione ritmica del nervo da muscoli di gatto, si veggono ondulazioni regolari; ma sono così piccole (ciascuna di esse comprende solo tre o quattro contrazioni), che probabilmente non hanno nulla di comune col fenomeno da me descritto.

Meccanica. — *Sui metodi d'approssimazione nel calcolo di vene fluenti con moto permanente.* Nota dell'ing. MARIO BARONI, presentata dal Socio G. COLOMBO.

Il prof. Umberto Cisotti, in una sua recente Nota nei Rendiconti di questa R. Accademia dei Lincei (vol. XXIII, serie 5^a, 2° sem., fasc. 8°. Roma, ottobre 1914) *Sull'efflusso di un liquido pesante da un orificio circolare*, espone un metodo approssimato per la ricerca del profilo di una vena fluida (viscosità nulla; moto permanente; volume specifico costante), effluente da un orificio circolare, contenuto in un piano orizzontale.

Il liquido è soltanto sollecitato dal proprio peso: il senso del moto è dall'alto al basso.

La vena fluida ha un asse di simmetria verticale OZ; l'origine O è il centro dell'orificio circolare; il senso positivo dell'asse OZ è pure dall'alto al basso; R è il raggio dell'orificio; c è la velocità media nel piano dell'orificio; g l'accelerazione di gravità; r il raggio della sezione di ordinata z .

L'equazione del profilo della vena (quando nelle funzioni: ψ , funzione di Stokes; φ , funzione potenziale, si trascurino le derivate d'ordine superiore al primo) risulta, dall'autore, essere:

$$z = \frac{c^2}{2g} \left(\frac{R^4}{r^4} - 1 \right).$$

L'ipotesi della velocità costante, e, perciò, eguale alla media (ossia a $\sqrt{c^2 + 2gz}$), in tutti i punti di una sezione orizzontale della vena, condurrebbe ad una equazione del profilo, identica a quella determinata dal

(1) O. Funke, *Ueber den Einfluss der Ermüdung auf den zeitlichen Verlauf der Muskelhätigkeit*. Pflüger's Arch. VIII, pp. 213-252 (1874).

(2) J. Rossbach und K. Harteneck, *Muskelversuche an Warmblütern*. II. *Ermüdung und Erholung des lebenden Warmblütermuskels*. Pflüger's Arch. XV, pag. 1 (1877).