

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIV.

1907

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVI.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1907

Fisiologia. — *Velocità di eliminazione dei prodotti della fatica e loro influenza sulla contrazione dei muscoli.* Nota del prof. UGO LINO MOSSO, presentata dal Socio A. MOSSO.

Nella precedente Nota (1) ho dimostrato che durante la digestione si sviluppano veleni deprimenti dei muscoli. Questi veleni scompaiono rapidamente dall'organismo, ed i loro effetti dipendono dalla qualità e dalla quantità degli alimenti. Non saprei dire se essi siano distrutti od eliminati. Il loro comportamento ed il rapido ristabilirsi dei muscoli lasciano supporre che siano della stessa natura di quelli che si sviluppano nella fatica.

I veleni della fatica furono studiati nella Scuola di fisiologia di Torino ed in altri Laboratori; qui devo solo ricordarli, perchè soggetto di questo mio studio sono quei prodotti della fatica che quasi sfuggono alla nostra osservazione. Quando ero allievo del Laboratorio di fisiologia dell'Università di Torino, studiai l'influenza della fatica sulla temperatura del mio corpo e di quello degli animali (2). Erano fatiche eccessive che talora produssero in me una febbre di due giorni, e nei cani fenomeni di avvelenamento ed ipotermia. Spinta a tal punto la fatica può sorgere il dubbio che non siano più i suoi veleni che producono l'ipertermia o l'ipotermia ed altri fenomeni, ma le alterazioni avvenute nelle funzioni organiche. Persuaso che i veleni della fatica sono labili e fugaci, mi proposi di mostrarlo sperimentalmente. Nel 1894 feci delle esperienze nel mio Laboratorio di Genova e presi parte con mio fratello alla Spedizione scientifica sul Monte Rosa. Pubblico alcune di quelle esperienze.

ESPERIENZA PRIMA. — *Curve normali.* Il giorno 29 luglio 1894 la spedizione si trovava accampata a 2515 metri sulla strada del Monte Rosa nella località denominata Alpe Indra. Io ero riposato, a parecchie ore dal pasto. Alle ore 17.51^m, e successivamente ogni 4 minuti per sette riprese, feci la curva della fatica, colla mano destra e con 4 kgr. fino ad esaurimento. Ottenni i seguenti ergogrammi del valore di kgrm.: 3,220; 2,712; 2,672; 1,972; 1,940; 1,780; 1,512, in tutto kgrm. 15,808. (Vedi figura prima, grandezza naturale. I tracciati delle esperienze fatte sul Monte Rosa venivano scritti sopra un foglio di carta bianca steso su di una tavoletta che si avanzava ad ogni sollevamento del peso).

Questa esperienza rappresenta il successivo diminuire della forza del mio dito medio, con quattro minuti di riposo fra curva e curva. Scelsi questo intervallo di tempo per poter stabilire con maggiore approssimazione il tempo che impiega il muscolo a riacquistare il suo massimo di attività.

(1) Rendiconti R. Acc. dei Lincei 1° sem. 1907, fasc. 3°. 351.

(2) Ugo Lino Mosso, *Influenza del sistema nervoso sulla temperatura animale.* Giornale della R. Accademia di medicina di Torino, 1885.

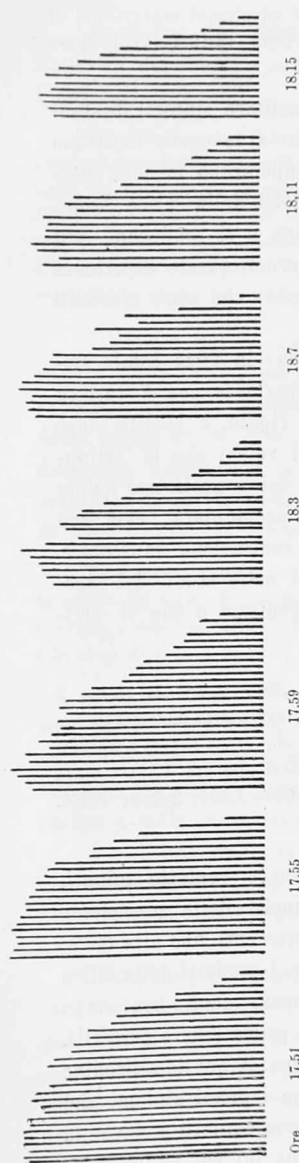


FIG. 1. — Curve normali.

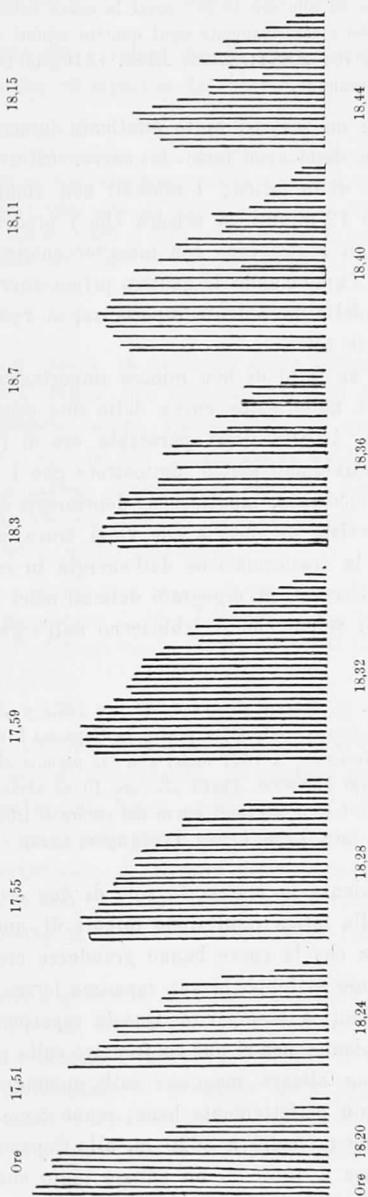


FIG. 2. — Curve dopo una marcia di 4 ore.

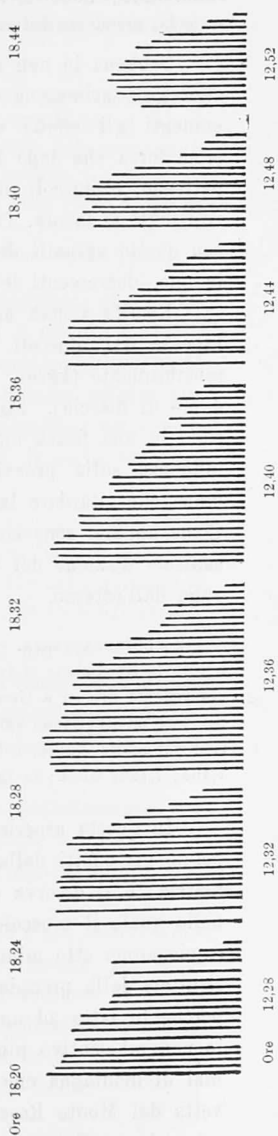


FIG. 3. — Curve dopo una marcia di ore 2.28^m.

ESPERIENZA SECONDA. — *Marcia di 4 ore a 2515 metri.* Il giorno 28 luglio 1894, dopo aver camminato per la montagna dalle ore quattordici, ed essere disceso al lago Gabiet, risalii all'accampamento ed alle ore 18.20^m presi la curva della fatica colla mano destra e con quattro kgr. e così successivamente ogni quattro minuti ed ottenni ergogrammi di kgrm. 1,812; 1,904; 2,476; **2,884**; 2,328; 2,208; 1,516; in tutto 15,128. (Vedi figura seconda, grandezza naturale).

Sebbene io non mi sentissi tanto affaticato da accusare sintomi di stanchezza nè prima, nè dopo aver fatto le curve, tuttavia le curve mostrano evidenti gli effetti della fatica; i muscoli non ricuperarono la loro massima forza che dopo 12 minuti. A misura che i prodotti della fatica scomparivano, i muscoli si contraevano con maggior energia e si rendevano più resistenti al lavoro. Paragonando le quattro prime curve di questa esperienza con quelle normali della precedente esperienza, si vede: che sono crescenti le une, decrescenti le altre.

Risulta ancora un fatto di non minore importanza: la forza totale sviluppata dai muscoli nelle sette curve delle due esperienze non è variata sensibilmente (kgrm. 15,808 dopo parecchie ore di riposo, e 15,128 dopo 4 ore di marcia). Dobbiamo perciò ammettere che i veleni che si sviluppano in una fatica moderata, mentre sono deprimenti dei muscoli, non hanno influenza sulla provvista di energia che vi si trova accumulata; essi non fanno che ritardare la trasformazione dell'energia in contrazione muscolare. Come appare, sono riservati all'ergografo delicati uffici nello studio del meccanismo d'azione dei veleni che si fabbricano nell'organismo o che vi arrivano dall'esterno.

ESPERIENZA TERZA. — *Marcia di ore 2,28^m, da 1627 a 3047 metri.* Il giorno 3 agosto la Spedizione si trovava attendata presso la Capanna Linty a 3047 metri; il giorno antecedente discesi a Gressoney a 1627 metri con dei parenti che erano venuti a trovarci per fare un'escursione sui ghiacciai. Partii alle ore 10 ed arrivai alle ore 12.28^m senza sentirmi molto stanco, e feci le seguenti curve del valore di 1,620; 1,836; **2,588**; 2,236; 1,464; 1,124; 0,936; in tutto kgrm. 11,804. (Vedi figura terza).

In questa esperienza la marcia fu solo di due ore e ventotto minuti, perciò gli effetti della fatica risultarono minori di quelli della precedente marcia; e si osserva che le curve hanno grandezze crescenti fino alla terza, nella quale il muscolo sviluppò la sua massima forza. I prodotti della fatica impiegarono otto minuti a scomparire. Questa esperienza, mentre conferma i risultati della precedente, non si può confrontare colla prima (curve normali), perchè fu fatta ad un'altezza maggiore sulla montagna. A questa altitudine io non mi sentivo più perfettamente bene; erano forse i primi sintomi del mal di montagna che mi colpì a 3620 m. alla Capanna Gnifetti e che sulla vetta del Monte Rosa a 4560 m. mi afflisse tanto che fui sul punto di lasciare la spedizione e ritornare a Gressoney; ma dopo due giorni stetti meglio. Le curve ottenute colla fatica da me e dai componenti la spedizione

a 3620 e 4560 m. non sono fatte in condizioni normali, ed inoltre il freddo intirizziva le mani, e bisognava perdere del tempo per riscaldarle appena arrivati.

Resta così dimostrato che i veleni di una moderata fatica diminuiscono l'attività dei muscoli e che scompaiono dall'organismo in dieci minuti all'incirca.

ESPERIENZA QUARTA. — *Marcia di 4 ore da 60 a 622 metri.* Nelle esperienze di Genova, per affaticarmi, salii ai forti che fanno corona a Genova e ridiscesi al laboratorio. La mattina del 10 aprile 1894 alle ore 7.22^m feci la prima curva colla mano destra con 5 kgr.; essa risultò di kgrm. 2,880 e dopo 5 minuti feci la seconda di 2,335: esse rappresentano lo stato normale. Alle ore 7.30^m mi misi in marcia per i monti e quando alle ore 12.15^m ritornai al laboratorio non mi sentivo stanco; alle ore 12.17^m feci le curve seguenti di cinque in cinque minuti; 1,625; **2,925**; 2,530; 2,630 (vedi figura quarta).

Dimostra questa esperienza (a conferma delle antecedenti) che i muscoli s'indeboliscono nella fatica del corpo e che dopo 7 minuti sono già capaci di eseguire il massimo lavoro. Paragonando le quattro prime curve della figura 4^a, si vede che le due prime hanno un decorso inverso alle due altre, decrescente le prime, crescente le seconde. Risulta pure confermato che il lavoro compiuto dai muscoli nei due gruppi di curve differisce di poco (5,215 nel normale, 4,550 nell'altro).

ESPERIENZA QUINTA. — *Marcia di 4 ore per la montagna.* Alle ore 13.30^m ripresi la strada dei forti. Di ritorno allungai di 10 a 12 minuti la marcia. Discesi alla piazza Corvetto e risalii al laboratorio, dove giunsi alle 17.15^m: alle ore 17.17^m feci la prima curva e le altre di 5 in 5 minuti: kgrm. 1,140; 2,135; **2,490**; 1,590; 1,735 (vedi fig. quarta).

Con questa seconda marcia di 4 ore mi affaticai di più che nel mattino, perchè negli ultimi momenti discesi per poi risalire al laboratorio, mentre nell'altra esperienza vi arrivai discendendo. La maggior stanchezza si appalesa nei tracciati. I prodotti della fatica impiegarono 12 minuti circa a scomparire, e nella terza curva si sviluppò il massimo lavoro.

I risultati delle esperienze di Genova concordano perfettamente con quelle del Monte Rosa, e non lasciano dubbio che i veleni della fatica si eliminano o si distruggono rapidamente e che diminuiscono l'attività dei muscoli.

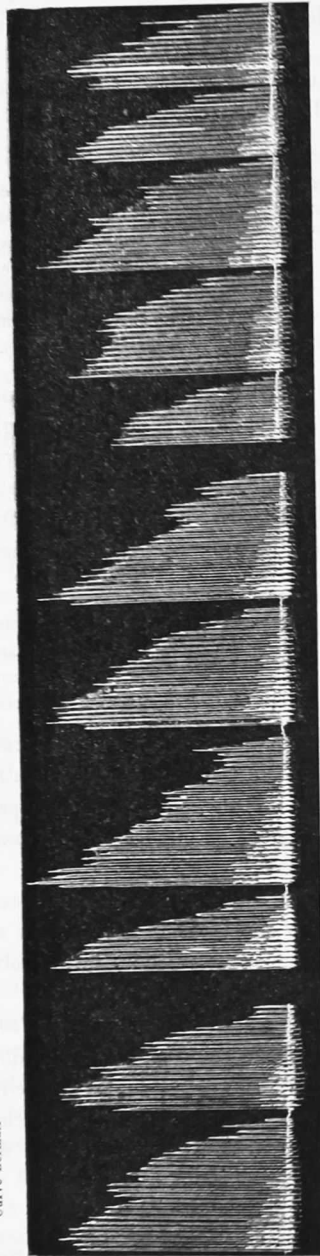
Nella Nota presentata a questa R. Accademia nel 1893 ⁽¹⁾, il dottore Paoletti ed io abbiamo, per i primi, dimostrato che lo zucchero ristora, più rapidamente di ogni altra sostanza, i muscoli affaticati. Il successo di quelle esperienze nel campo sperimentale ed in quello delle applicazioni pratiche superò le nostre aspettative. Collo zucchero e coll'alcool ho tentato ora di dare un'idea del valore dei veleni che si sviluppano nella fatica.

⁽¹⁾ Ugo Mosso e Luigi Paoletti, *Influenza dello zucchero sul lavoro dei muscoli*. Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, 1893, vol. II, pag. 218.

Curva fatto dopo una seconda marcia di 4 ore

Curva fatto dopo una marcia di 4 ore

Curva normali

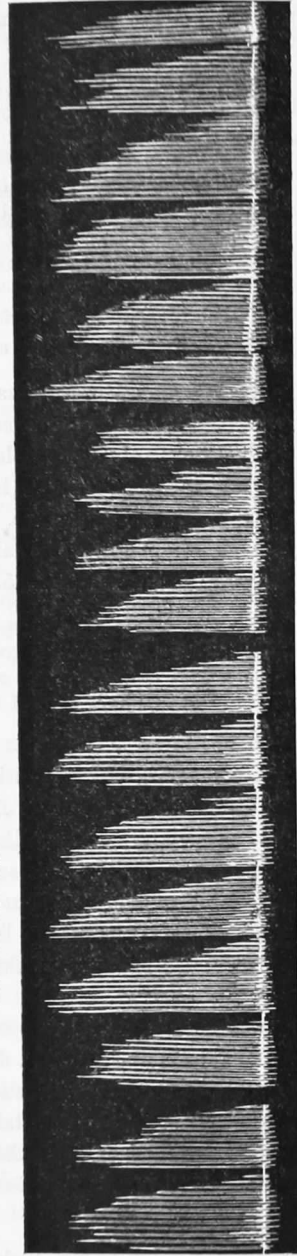


Ore 7.22 12.17 17.17 22 27 32 37

Dopo 50 di zucchero.

Dopo 20 cc. di alcool.

Curva fatte dopo 25 gr. di zucchero.



Ore 17.42 47 52 57 18.2 7 12 17 22 27 32 37 42 47 52 57 19.2 7

FIG. 4.

FIG. 5.

ESPERIENZA SESTA. — *Azione dello zucchero e dell'alcool sulla contrazione dei muscoli affaticati.* In continuazione delle precedenti esperienze feci, cogli stessi intervalli di tempo, alle ore 17.42^m e 17.47^m le seguenti curve di kgrm. 1,370; 1,185. Subito dopo alle ore 17.48^m bevetti 25 gr. di zucchero sciolti in 100 cc. di acqua. Gli ergogrammi successivi furono di kgrm. 1,300; **1,565**; 1,265; 1,390; 1,285; 1,110 (vedi figura quinta).

Alle ore 18.18^m bevetti 20 cc. di alcool a 99 gradi sciolti in 100 cc. di acqua: gli ergogrammi successivi furono di 0,960; 0,835; 0,830; 0,810.

Finalmente alle ore 18.38^m presi 50 gr. di zucchero in 200 cc. di acqua, e gli ergogrammi acquistarono un valore di kgrm.: 1,225; 1,365; 1,470; **1,615**; 1,280; 1,045.

Le due prime curve della figura 5^a rappresentano un lavoro di kgrm. 2,555, le due successive fatte sotto l'influenza dello zucchero, ne rappresentano uno di 2,865. Vi è perciò un aumento di forza invece di una diminuzione. Basta questo fatto per far ritenere che i 25 gr. di zucchero portarono al muscolo tanta energia da sopperire non solo alle perdite della contrazione, ma da dare nuovo vigore al muscolo. Vigore che continuò a manifestarsi nelle quattro curve successive. Esse rappresentano una produzione grande di lavoro, date le condizioni di stanchezza del muscolo. Ciò vale a dimostrare il valore dinamogeno dello zucchero. Lo stesso risultato, ma con maggiore sviluppo di lavoro, si vede nelle ultime sei curve della figura fatte sotto l'influenza di una quantità doppia di zucchero.

Paragonando gli effetti ristoratori dello zucchero, cogli effetti depressivi della fatica, noi vediamo che esiste un rapporto fra di loro: i veleni della fatica depressero di tanto il muscolo, di quanto lo esaltò lo zucchero. Ciò risulta dall'esame dei tracciati e dal lavoro fatto. Il muscolo che lavora quando si sono accumulati nell'organismo i veleni della fatica, si comporta allo stesso modo del muscolo affaticato che lavora sotto l'influenza dello zucchero.

Confrontando le quattro curve ottenute sotto l'azione dell'alcool colle altre ottenute sotto l'azione dello zucchero risulta: che con l'alcool diminuì la forza nelle due prime curve e si mantenne costante nelle altre due. L'alcool non sarebbe per il muscolo affaticato, nè una sostanza dinamogena, nè un'alimento di risparmio. L'azione dell'alcool è delle più discusse: molti credono giovi all'organismo e sia specialmente utile all'ammalato; i più sono d'avviso nociva in ogni caso. Dobbiamo però tenere distinta la sua azione sul sistema nervoso centrale da quella locale sugli organi.

Se l'alcool, a piccole dosi, non rinforzò l'attività del muscolo, nemmeno quale eccitante del sistema nervoso; e se lo zucchero (che non agisce visibilmente sul sistema nervoso) portò invece al muscolo affaticato nuova energia e lo ristorò, dobbiamo ammettere che i veleni della fatica agiscono sul sistema muscolare.

E. M.
