

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. — *Sulla tossicità dei primi prodotti della digestione, e sull'influenza degli alimenti sulla contrazione muscolare.*

Nota del prof. UGOLINO MOSSO⁽¹⁾, presentata dal Socio A. MOSSO.

La svogliatezza, lo spossamento, la voglia di dormire che si osservano nel periodo della digestione, e gli altri fenomeni conosciuti col nome di « brivido della digestione » « febbre della digestione » sono noti a tutti; non si conoscono però le sostanze che li producono. Come introduzione allo studio di queste sostanze pubblico alcune esperienze sulle modificazioni della forza muscolare durante la digestione in condizioni fisiologiche. Guardando i tracciati ergografici che da venti anni raccolgo per diversi studi, so distinguere se le curve furono fatte prima o dopo il pranzo. Dodici anni fa essendomi accorto della differenza fra le dette curve, mi venne l'idea di queste ricerche, e le eseguii.

Feci le esperienze sopra di me, del mio assistente dottor Ottolenghi e dei dottori Paoletti, Benso, Muratori, Rolla ed Orengo, allora studenti ed allievi del mio laboratorio, dell'età dai 21 ai 24 anni, sani e robusti. Paoletti e Benso mostravano al lavoro dell'ergografo una resistenza minore; il loro tipo della fatica muscolare era il migliore per questo studio. Delle molte esperienze, che riuscirono del resto concordi, riferisco solamente quelle strettamente necessarie a dimostrare i fatti più importanti delle mie ricerche.

Mi servii dell'ergografo di Angelo Mosso⁽²⁾; si incominciava a molte ore di distanza dal pasto e si faceva la curva della fatica fino ad esaurimento. Dopo la prima curva si prendevano gli alimenti prestabiliti, mentre si continuava a fare le altre ogni dieci minuti.

Per chi volesse verificare queste esperienze, è duopo avvertire, che i risultati migliori si ottengono quando i muscoli siano allenati al lavoro dell'ergografo da qualche giorno.

A). VITTO DI UOVA E DI PANE.

PRIMA ESPERIENZA. — *Curve normali di esaurimento.* Il giorno 11 gennaio 1895, alle ore 10,10, I. Benso fece la curva della fatica, colla mano destra, col peso di 5 kgr.; ottenne successivamente le curve seguenti del valore di chilogrammetri 3,000; 3,280;

(1) Esperienze eseguite nel Laboratorio di Materia Medica della R. Università di Genova.

(2) Per tuttociò che si riferisce all'ergografo vedi le memorie di Angelo Mosso e dei suoi allievi pubblicate negli Atti della R. Accademia dei Lincei e negli Archives italiennes de Biologie.

2,455; 2,245; 2,395; 1,760; 1,605; 1,490; 1,105; 0,585; 0,290; 0,090. Questo lavoro fatto in condizioni normali è di kgrm. 21,300 (vedi figura prima, ridotta di un terzo).

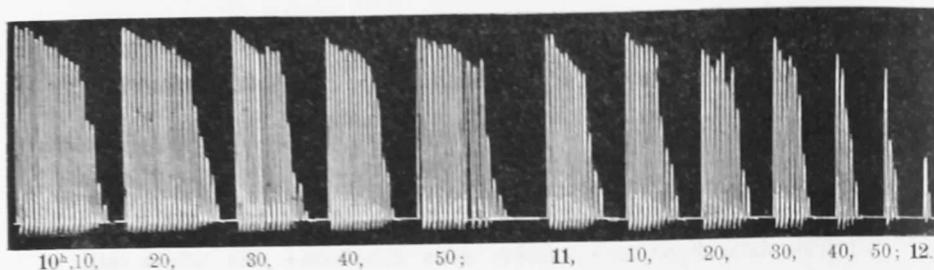


FIG. 1.

SECONDA ESPERIENZA. — *Pane 50 gr., uova 100 gr.* Il giorno 18 febbraio 1895, alle ore 10, I. Benso fece la curva delle fatica, con la mano destra, col peso di 5 kgr.; subito dopo mangiò 50 gr. di pane e 100 gr. di uova cotte nel tegame; ottenne successivamente ergogrammi del valore rispettivo di kgrm. 3,425; 2,615; 1,500; 0,790; 0,395; 0,325; 3,565; 2,585; 2,600; 1,965; 1,285; 0,730; 0,640; 0,260; in tutto kgrm. 22,680 (vedi figura seconda, ridotta di un terzo).

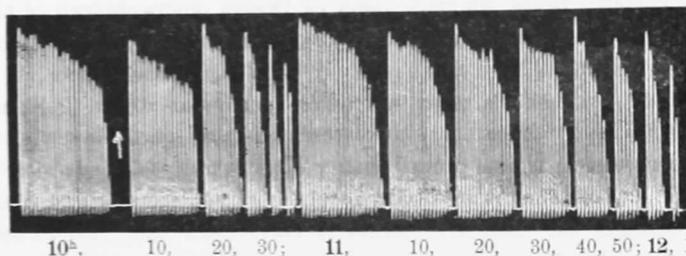


FIG. 2.

Questa esperienza dimostra: che dopo un pasto di 50 gr. di pane e 100 di uova, la forza muscolare subito diminuì, e dopo 50^m il lavoro si ridusse ad $\frac{1}{10}$ di quello della prima curva; che subito dopo si raggiunse il massimo di lavoro; che coll'introduzione di detto nutrimento il lavoro utile dei muscoli durò 20^m di più; e che si ottenne un lavoro di kgrm. 1,380 più del normale.

TERZA ESPERIENZA. — *Pane 100 gr., uova 200 gr.* Il giorno 27 febbraio 1895, alle ore 11,15, I. Benso fece la curva della fatica colla mano destra, col peso di 5 kgr.; subito dopo mangiò 100 gr. di pane e 200 gr. di uova, una quantità doppia di quella della precedente esperienza; ottenne successivamente ergogrammi del valore di kgrm. 4,340; 2,565; 1,520; 1,265; 0,825; 0,425; 1,100; 4,445; 3,310; 2,555; 2,075; 1,020; 0,880; 0,500; 0,385; 0,245; in tutto kgrm. 27,455 (vedi figura terza, ridotta di un terzo).

Questa esperienza dimostra: che dopo aver introdotto nello stomaco 100 gr. di pane e 200 gr. di uova la forza diminuì subito, e dopo 50^m era solo $\frac{1}{10}$ della primitiva; che coll'introduzione di una quantità di cibo doppia della precedente esperienza i muscoli lavorarono 40^m di più del normale; che i muscoli eseguirono un lavoro di kgrm. 6,155 di più del normale.

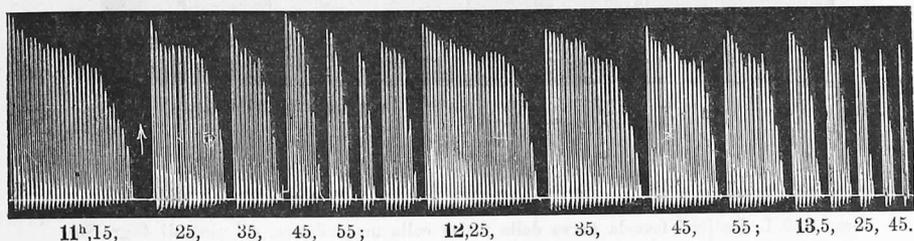


FIG. 3.

L'esame di questi tre tracciati prova che coll'introduzione del cibo nello stomaco si sviluppano delle sostanze atte a diminuire l'attività dei muscoli, e che i muscoli, riacquistano in seguito una forza maggiore di prima, e di più lunga durata. Risulta ancora che il lavoro dei muscoli è in rapporto colla quantità di cibo introdotto: con cibo scarso il muscolo ricupera la massima forza alquanto prima che con cibo abbondante. Il cibo abbondante produce una più grande quantità di sostanza dinamogena.

B). VITTO DI SOLO PANE E DI SOLE UOVA.

Dobbiamo ora cercare quale dei due alimenti: albumine ed idrati di carbonio, producano un'azione tossica maggiore sui muscoli. Ma prima dobbiamo stabilire quale azione abbia sui muscoli l'acqua che introduciamo come veicolo del cibo: esperienze preliminari mi hanno dimostrato che il bere un bicchiere d'acqua non ha alcuna influenza sulla forza dei muscoli.

QUARTA ESPERIENZA. — *Curve normali di esaurimento.* L. Paoletti è dei miei allievi quello che presenta un tipo di fatica il più opportuno per questi studi, ed è anche quello che mi aiutò più efficacemente in queste ricerche. Egli, il giorno 2 maggio 1894 alle ore 10.10, fece la curva della fatica colla mano destra, con 4 kgr., ed ottenne successivamente ogni 10' delle curve del valore di kgrm. 1,912; 1,784; 1,688; 1,640; 1,520; 1,528; 1,300; 0,836; 0,532; 0,504; 0,180; 0,128; in tutto kgrm. 13,552 (vedi figura quarta in grandezza naturale).

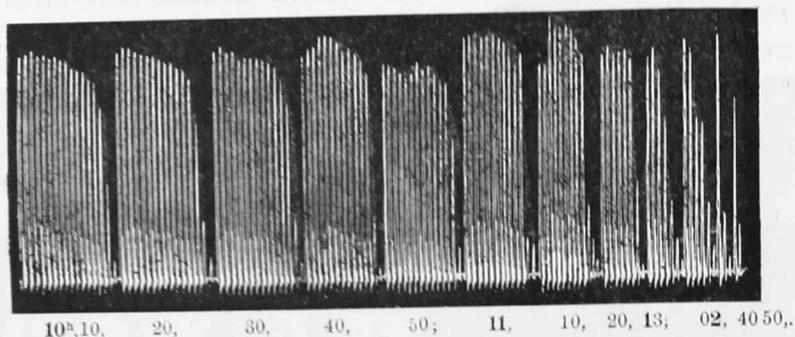


FIG. 4.

QUINTA ESPERIENZA. — *Pane 150 gr., acqua 150 gr.* Il giorno 24 agosto 1895 alle ore 15.10. L. Paoletti fece la curva della fatica colla mano destra, col peso di 4 gr. Subito dopo mangiò 150 gr. di pane e 150 gr. d'acqua ed ottenne successivamente i seguenti ergogrammi di 10' in 10': 2,280; 1,260; 1,100; 0,732; 0,356; **0,344**; 0,720; 1,288; 1,868; **1,940**; 1,548; 1,212; 1,076; 0,720; 0,728; 0,644; 0,520; 0,180; in tutto kgrm. 18,516 (vedi figura quinta in grandezza naturale).

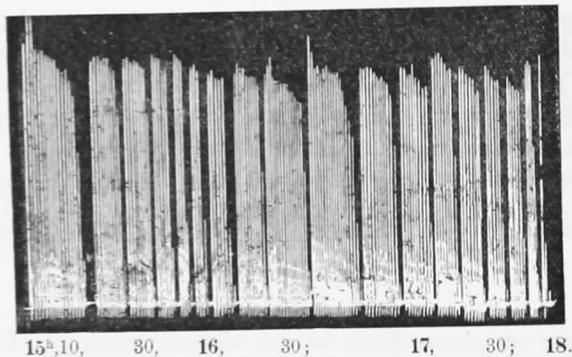


FIG. 5.

Questa esperienza dimostra: che dopo aver introdotto nello stomaco 150 gr. di pane, diminuì la forza dei muscoli; che dopo 50^m il lavoro fatto dal muscolo si ridusse ad $\frac{1}{7}$; che l'attività dei muscoli durò un'ora di più; che sviluppò kgrm. 4,964 più del normale.

SESTA ESPERIENZA. *Uova 150 gr., acqua 150 gr.* Il giorno 22 agosto 1894, L. Paoletti alle ore 14,40 fece la curva della fatica e subito dopo mangiò 150 gr. di uova ed ottenne i seguenti ergogrammi del valore di kgrm. 1,928; 0,632; 0,628; 0,144; 0,360; **0,304**; 0,540; 0,616; 0,528; 1,388; 1,600; 1,760; **1,820**; 1,200; 1,064; 0,932; 0,736; 0,540; 0,176; in tutto kgrm. 16,916 (vedi figura sesta in grandezza naturale).

Questa esperienza dimostra: che dopo 150 gr. di uova la forza dei muscoli diminuisce; che in soli 30^m raggiunse il minimo, cioè $\frac{1}{6}$ della forza primitiva; che l'attività dei muscoli durò 1^h.10' di più; che sviluppò kgr. 3,364 più del normale.

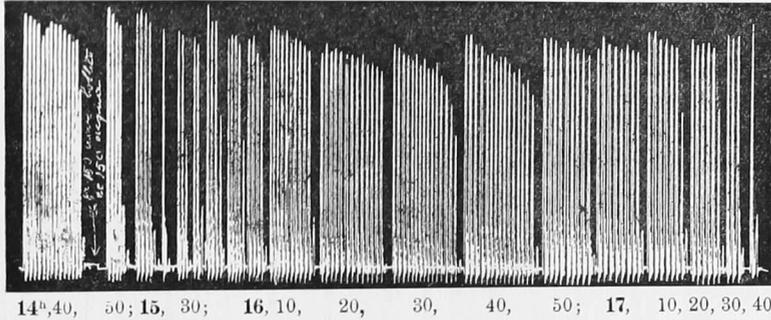


FIG. 6.

Esaminando i dati di queste tre esperienze e paragonando i tracciati fra di loro risulta: che le uova producono più rapidamente e più durevolmente le sostanze tossiche che agiscono sui muscoli (ore 1.20 per le uova, 0.50 per il pane); che il massimo di energia del muscolo è riacquisito prima col pane (1^h.30^m), dopo con le uova (2^h); che gli idrati di carbonio sono utilizzati più presto per la produzione della forza muscolare che non le sostanze albuminoidi; che l'albumina viene più lentamente assimilata e può perciò dare un lavoro di più lunga durata, sebbene sia minore di quello sviluppato dagli idrati di carbonio (3,364 e 4,964).

C). VITTO ORDINARIO CASALINGO.

Un pasto troppo copioso provoca talvolta il vomito, quasi lo stomaco voglia liberarsi del soverchio cibo che ostacola le sue funzioni. Altre volte il pallore del volto, i sudori, le modificazioni del polso e del respiro provano che si sono formati dei veleni potenti. Questi sono casi che possiamo ritenere patologici. Vediamo invece ciò che succede nei pasti comuni fatti in casa, e consumati da persone nel pieno vigore delle loro forze.

SETTIMA ESPERIENZA. — *Vitto di 645 gr.* della seguente composizione in grammi: pasta asciutta 230, carne 40, verdura 45, formaggio 12, frutta 33, pane 60, vino 150, acqua 75. Il giorno 20 ottobre 1894 alle ore 13, L. Paoletti fece la prima curva e dopo mangiò quanto sopra in 20^m. Ottenne i seguenti ergogrammi colla mano destra, col peso di 4 kgr. ogni 10 minuti: 1,552; 1,208; 1,344; 0,976; 0,772; 0,592; **0,568**; 0,980; 1,520; **2,150**; 1,540; 1,460; 1,320; 0,896; 1,060; 0,744; 0,312; 0,120; in tutto kgrm. 19,114 (vedi figura settima, grandezza naturale).

Questa esperienza dimostra: che appena introdotto il cibo di un pasto moderato la forza muscolare diminuì gradatamente e molto di più che nello stato normale (fig. 4), lontano dal pasto; che poscia il muscolo riprese vigore e continuò a lavorare per un'ora di più che nello stato normale; che il muscolo produsse un soprappiù di lavoro eguale a kgrm. 5,562.

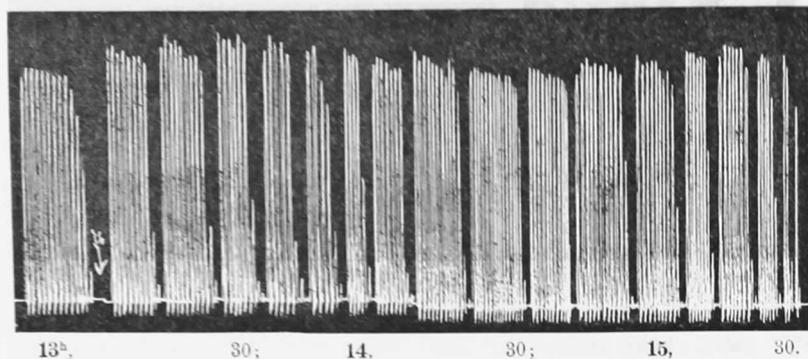


FIG. 7.

OTTAVA ESPERIENZA. — *Vitto di 1291 gr.* della seguente composizione in grammi: minestra asciutta 460, carne 85, verdura 85, formaggio 25, frutta 66, pane 120, vino 300, acqua 150. Il giorno 7 ottobre 1894 alle ore 13, L. Paoletti fece la prima curva e dopo mangiò quanto sopra in 30^m, ed intanto di 10 in 10 minuti ottenne colla mano destra e col peso di 4 kgr. i seguenti ergogrammi; 1,776; 1,160; 1,380; 1,008; 0,744; 0,656; 0,572; 0,448; 0,408; **0,180**; 0,468; 1,560; **1,760**; 1,688; 1,392; 1,188; 1,116; 0,740; 0,216; in tutto kgrm. 18,460 (vedi figura ottava, grandezza naturale).

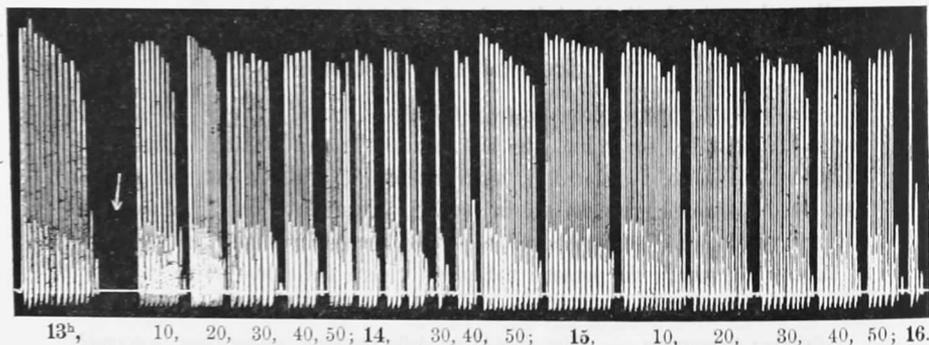


FIG. 8.

Questa esperienza dimostra: che un pasto doppio di quello dell'esperienza antecedente affaticò di più, e più a lungo i muscoli (30^m); che la forza sviluppata fu alquanto minore (kgrm. 0,680). Possiamo dire che la maggior quantità di cibo nocque all'organismo.

NONA ESPERIENZA. — *Vitto di 2010 gr.* della seguente composizione in grammi: pasta asciutta 700, carne 130, verdura 130, frutta 100, formaggio 35, pane 180, vino 450, acqua 225. Il 25 settembre 1894 alle ore 17.30, L. Paoletti fece la prima curva e e poi mangiò quanto sopra in 40', ed intanto ottenne colla mano destra e col peso di 4 kgr. i seguenti ergogrammi: 1,884; 0,980; 0,792; 0,488; 0,368; 0,180; 0,140; 0,064; 0,044; **0,020**; 0,084; 0,132; 0,420; 0,516; 1,248; 1,728; 1,324; **1,980**; 1,208; 1,100; 0,820; 0,524; 0,264; 0,136; in tutto kgrm. 16,644 (vedi figura nona, grandezza naturale).

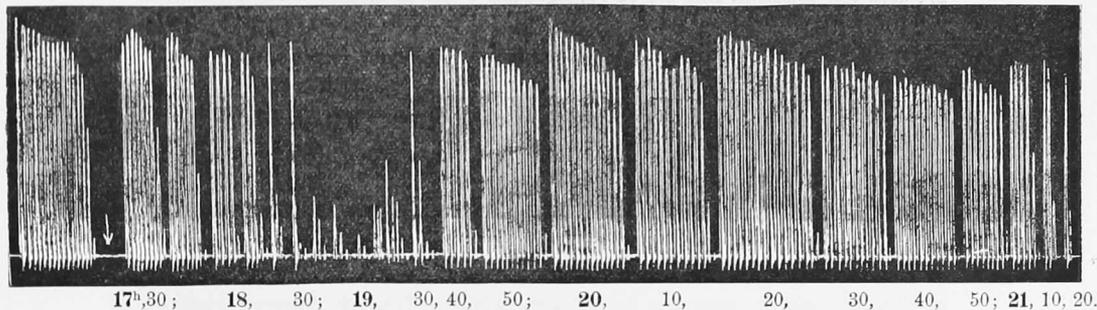


FIG. 9.

Questa esperienza dimostra: che un pasto assai copioso affaticò talmente i muscoli da renderli presto incapaci di sollevare il peso usato per circa 40^m; che i muscoli svilupparono un lavoro minore di kgrm. 2,470, in paragone di quello sviluppato in un pasto moderato (esp. 7^a).

Confrontando i tracciati di queste tre esperienze risulta: che un pasto eccessivo indebolisce i muscoli fino a renderli incapaci di compiere il lavoro abituale, ed inverte i rapporti fra quantità di alimento e produzione di energia muscolare. È manifesto che il soverchio cibo arresta la trasformazione degli alimenti in energia potenziale; e che il cibo misurato affatica meno i muscoli, e sviluppa maggiore quantità di forza muscolare.

D). SEDE D'AZIONE DEI PRODOTTI TOSSICI DELLA DIGESTIONE.

Questa diminuzione della forza muscolare durante la digestione può dipendere dal sistema nervoso centrale o da modificazioni periferiche della fibra muscolare; è poco probabile che dipenda da azioni riflesse o da modificazioni circolatorie. Riferisco una esperienza fatta sopra di me colla irritazione diretta dei muscoli flessori del dito medio, mediante una corrente indotta.

DECIMA ESPERIENZA. — Fissai i due eccitatori della slitta di Du-Bois-Reymond a dei sostegni in modo da comprimere il muscolo sempre allo stesso posto e colla stessa pressione; il braccio restava libero nelle altre parti. Degli eccitatori uno l'applicai fra i tendini dei muscoli grande palmare e piccolo palmare a 10 centimetri dall'articolazione

radiocarpea e l'altro 10 centimetri più in alto: bastano eccitamenti di piccola intensità per ottenere buone contrazioni dei muscoli flessori del dito medio.

Il giorno 24 gennaio 1890, incominciai alle ore 10 ad irritare i muscoli con un eccitamento che si poteva sopportare senza dolore. L'eccitamento era fatto in modo che il dito si contraeva per un secondo e riposava per un secondo, e sollevava un peso di 2 kgr. fino ad esaurimento.

Ad ogni ora si ripeteva l'esperienza sempre nelle stesse condizioni. In questo modo ottenni i seguenti ergogrammi del valore di kgrm. 1,180 alle ore 10; di 0,958 alle ore 11; dopo feci colazione. Alle ore 12 l'ergogramma è solo di 0,688 e successivamente di 0,814 alle 13^a, di 1,104 alle 14^a, di 1,122 alle 15^a, di 1,312 alle 16^a, di 0,974 alle 17^a (vedi figura decima ridotta alla metà del vero).

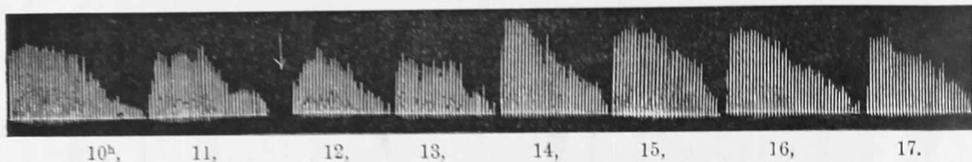


Fig. 10.

Questa esperienza dimostra: che i miei muscoli irritati colla corrente indotta, durante le due prime ore della digestione, non svilupparono che metà circa della forza (0,688, 0,815) che diedero nel primo ergogramma (1,180); che nelle ore successive la forza crebbe e sorpassò quella iniziale.

Sebbene i miei muscoli siano di quelli poco adatti a dare dei risultati dimostrativi per queste ricerche, tuttavia in questo esperimento appare manifesta l'azione deprimente della prima digestione sulla forza muscolare. Il risultato concorda perfettamente con quelli ottenuti mediante la contrazione volontaria che abbiamo studiato nei capitoli antecedenti.

È importante vedere come nel nostro organismo possano circolare veleni molto attivi senza che noi ce ne accorgiamo.

Senza l'intervento dei centri nervosi i muscoli, sottratti all'azione della volontà ed eccitati unicamente dalla corrente indotta, manifestano effetti deprimenti durante la digestione. Onde dobbiamo ammettere: che i detti veleni portati dal sangue ai muscoli ne diminuiscano l'attività; e che essi hanno un'azione diretta sui muscoli indipendente dalla eccitabilità dei centri nervosi.