

**Sulla funzione dei muscoli degenerati. Ila comunicazione. Tempo di eccitazione latente / Guido Guerrini.**

**Contributors**

Guerrini, Guido, 1878-  
Royal College of Surgeons of England

**Publication/Creation**

[Florence] : [publisher not identified], [1905]

**Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/s8hne57j>

**Provider**

Royal College of Surgeons

**License and attribution**

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. The copyright of this item has not been evaluated. Please refer to the original publisher/creator of this item for more information. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. See [rightsstatements.org](https://rightsstatements.org) for more information.



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>

6  
10

(5)

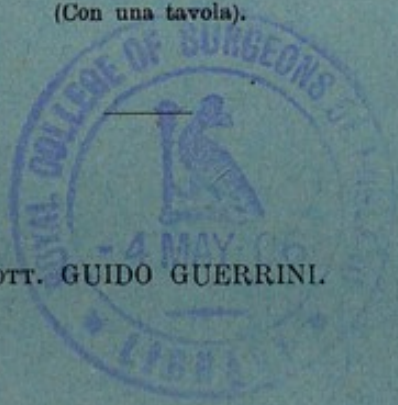
[DALL'ISTITUTO DI PATOLOGIA GENERALE DELLA R. UNIVERSITÀ DI NAPOLI  
DIRETTO DAL PROF. GINO GALEOTTI].

---

## SULLA FUNZIONE DEI MUSCOLI DEGENERATI.

*II<sup>a</sup> Comunicazione. (Tempo di eccitazione latente).*

(Con una tavola).



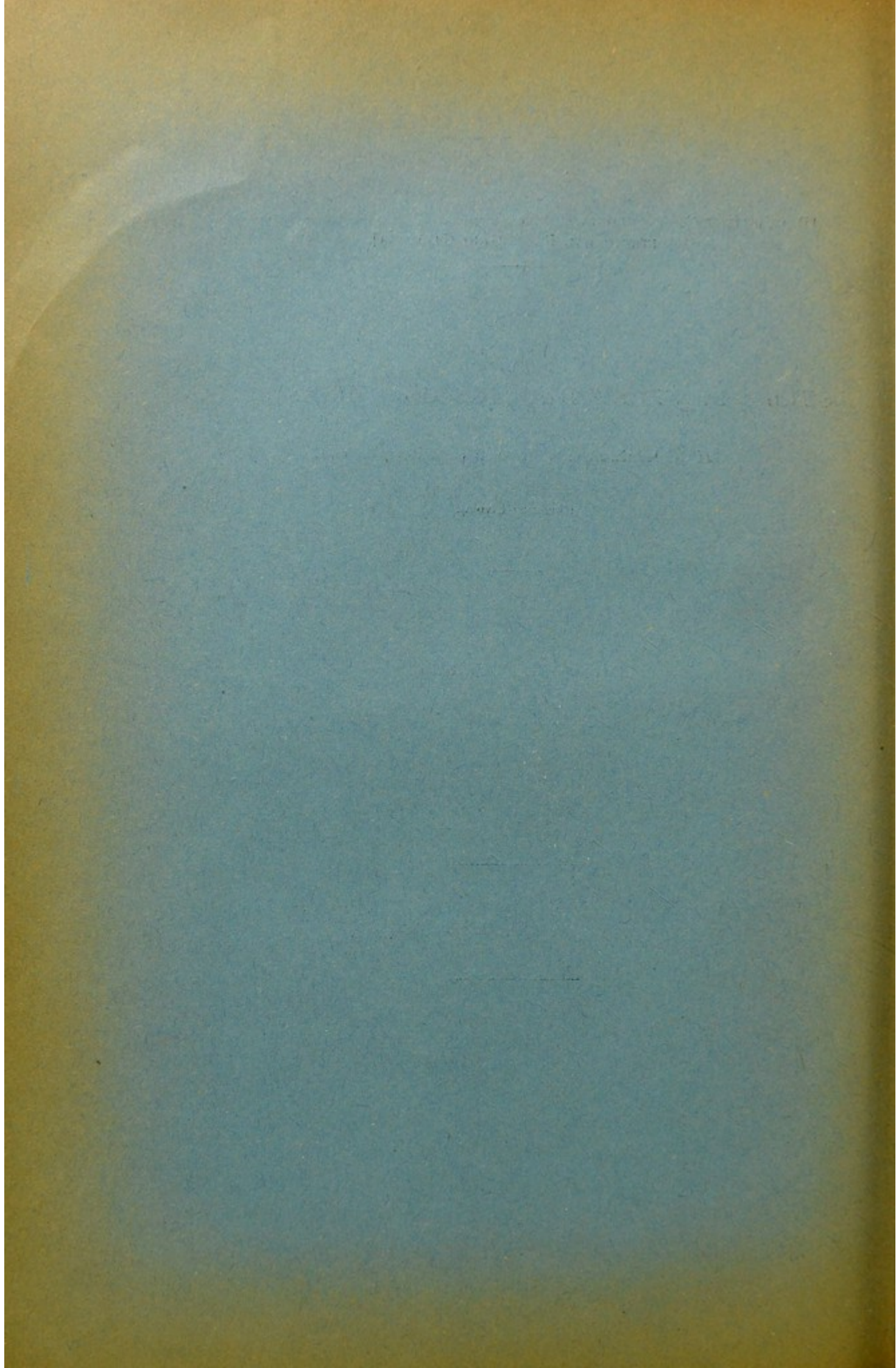
DOTT. GUIDO GUERRINI.

---

Estratto dallo Sperimentale (Archivio di Biologia normale e patologica)

ANNO LIX - FASC. VI — NOVEMBRE-DICEMBRE, 1905.

---



[DALL'ISTITUTO DI PATOLOGIA GENERALE DELLA R. UNIVERSITÀ DI NAPOLI  
DIRETTO DAL PROF. GINO GALEOTTI].

## SULLA FUNZIONE DEI MUSCOLI DEGENERATI.

*II<sup>a</sup> Comunicazione. (Tempo di eccitazione latente).*

(Con una tavola).

DOTT. GUIDO GUERRINI.

All'applicazione di uno stimolo a un muscolo non segue, immediata, la reazione. Intercede un breve spazio di tempo, così detto tempo di eccitazione latente.

Le ricerche fatte in proposito — da quelle dell'*Helmholtz* (1850) a quelle dello *Straub* (1900) — sono molte, e però rinuncio a ripeterne i risultati. Tornerò sopra di quelli che interessano per i miei. Riporto, solamente, i valori misurati nelle singole ricerche.

Lo stimolo usato fu, sempre, l'elettrico. I valori sono espressi in secondi.

<i>Winkler</i> .....	2". 3	<i>Straub</i> .....	0". 01
<i>Schultz</i> .....	1". 5	<i>Helmholtz</i> .....	0". 01
<i>Valentine</i> .....	0". 021	<i>Wundt</i> .....	0". 01
<i>Santesson</i> .....	0". 02	<i>Marey</i> .....	0". 01
<i>Harless</i> .....	0". 0187	<i>Volkman</i> .....	0". 01
<i>Frédériq</i> .....	0". 018	<i>Sewall</i> .....	0". 01
<i>Ranvier</i> .....	0". 015	<i>Langendorf</i> .....	0". 009
<i>Bezolt</i> .....	0". 0136	<i>Cash e Yeo</i> .....	0". 009

<i>Rosenthal</i> . . . . .	0' 009	<i>Place</i> . . . . .	0' 005
<i>Klunder e Hensen</i> ..	0' 0085	<i>Tigerstedt</i> . . . . .	0' 005
<i>Richet</i> . . . . .	0' 008	<i>Bernstein</i> .....	0'.004789
<i>Mendelssohn</i> . . . . .	0'.008	<i>Gad</i> . . . . .	0' 004
<i>Lautenbach</i> .....	0' 008	<i>Hermann</i> .....	0' 00325
<i>Lamansky</i> .....	0'.0075	<i>Regéczy</i> . . . . .	0'.0033
<i>Fick</i> .....	0'' 007	<i>Durig</i> .....	0'.0028
<i>Brücke</i> . . . . .	0''.007	<i>Rollett</i> . . . . .	0''.0025
<i>Yeo</i> . . . . .	0' 0065	<i>Burdon S.</i> .....	0' 0025

Esiste, dunque, fra i risultati un notevole disaccordo. Ma bisogna tener conto che le esperienze del *Winkler* e dello *Schultz* si riferiscono a muscoli lisci (piloro e stomaco di rana) e che influiscono, indubbiamente, sul fatto cagioni intrinseche ed estrinseche al muscolo.

Tra le prime, innanzi tutto, l'animale di esperimento. Ora, il *Rollett* calcolò un tempo di 0'',0025 per i muscoli di pipistrello, ma 0'',017 per i muscoli del *disticus*; 0'',047 per i muscoli dell' *hydrophylus* e 0'',075 per i muscoli della *melolontha*. Così il *Frédériq* e il *Vandervelde* danno un minimo di 0'',003 ed un massimo di 0'',002 per i muscoli del gambero, il *Ranvier*, un massimo di 0'',055 ed un minimo di 0'',0125 per i muscoli del coniglio, e lo *Straub*, 0'',01 per i muscoli del lombrico.

Le altre esperienze sono, quasi tutte, sopra i muscoli della rana.

D'altra parte, è cosa nota, che in un medesimo animale non tutti i muscoli reagiscono con ugual tempo di eccitazione. Nel coniglio, per esempio, i così detti muscoli rossi danno un tempo di eccitazione di  $\frac{1}{18}$  di secondo mentre, invece, i muscoli pallidi reagiscono in  $\frac{1}{80}$ . Le esperienze sono del *Ranvier* e il *De Varigny* trovò analogie tra i muscoli pallidi degli invertebrati ed i muscoli dei vertebrati. Analogamente, nella rana

il semimembranoso può reagire, secondo il *Bernstein*, in 0",04789, mentre il gracile non reagisce che dopo un tempo di 0",005055.

Anche le esperienze citate del *Gad* furono sul gracile e sul semimembranoso ed il *Mendelssohn* avrebbe trovato che l'età e lo stato di nutrizione possono avere una certa influenza.

Tra le cagioni estrinseche al muscolo è, innanzi tutte, la temperatura.

Esperienze del *Tigerstedt*, del *Yeo*, del *Weiss*, dello *Schultz*, del *Yeo* e del *Cash* hanno dimostrato che, entro certi limiti, ad un aumento di temperatura risponde un tempo di eccitazione più breve e che a una diminuzione di temperatura risponde un tempo di eccitazione più lungo.

Il *Yeo* e il *Cash* hanno in proposito le esperienze le più complete. Nel gastrocnemio della rana il tempo di eccitazione latente il più breve è tra + 29° C, e + 30°,5 C. Stimolando con correnti indotte e con rocchetto secondario a 5, si può avere: a + 15° C : 0",00617 e a + 31° C : 0",00341. Con rocchetto secondario a 0, si può avere: a + 15° C : 0",00760 e a + 31,1° C : 0",00303. Al di sotto di + 13° C e al di sopra di + 16° C, ed, in massima, a 4 centigradi sopra la media dell'ambiente onde è tolto l'animale, si hanno tempi di eccitazione anormali e irregolari.

Di più il *Frédériq* ed il *Vandervelde* hanno mostrato che nel gambero la durata dell'eccitazione è più breve nell'estate di quello che sia nell'inverno. Ma qui il fatto è assai più complesso e si veggano le ricerche del *Gaule* sopra i muscoli della rana nelle varie stagioni dell'anno.

Altro elemento estrinseco al muscolo è l'intensità dello stimolo usato.

Forse, *a priori*, potrebbe sembrare che intensità dello stimolo e durata del tempo debbano procedere inversamente. Questo, in fatti, entro certi limiti è, ed il *Sanderson*, il *Mendelssohn*, il *Richet*, il *Cash* e il *Yeo* lo hanno provato, contro la opinione, ad esempio, del *Tigerstedt*. Ma il *Cash* e il *Yeo* hanno provato, di più, che ciò avviene solamente per gli sti-

moli submassimali. Per gli stimoli ipermassimali avviene, invece, il fatto opposto: intensità dello stimolo e durata del tempo sono in rapporto costantemente diretto.

Terzo elemento è la tensione sotto cui si contrae il muscolo. La influenza della carica fu già ammessa dallo *Tigerstedt*, ma con riserve e solamente per cariche al di sopra di 200 gr. Il *Gad* e il *Yeo* dimostrarono che carica e tempo di eccitazione sono inversamente proporzionali, il *Richet* che nei flessori del gambero il tempo aumenta quando la carica salga da 10 a 100 grammi, il *Santesson* che nella rana, aumentando la carica aumenta il tempo, da 0",0055 a 0",01 e 0",02.

Il *Mendelssohn* misurò a leva libera un tempo medio di 0",0067 e sotto una carica di 5-6 grammi un tempo medio di 0",013. Aumentando la carica oltre 5-6 grammi le differenze sono poco sensibili.

Il *Cash*, in fine, calcolò per una carica fra 10 e 40, un tempo medio di 0",00187; per una carica fra 40 e 70, un tempo medio di 0",0057; per una carica di 225, un tempo medio di 0",0063. Ma una carica di 225 è dannosa al muscolo per diverse ragioni. Altre condizioni estrinseche al muscolo si riferiscono, in vario modo, alla tecnica sperimentale; a seconda che il muscolo fu curarizzato o no (*Tigerstedt*, *Yeo* e *Cash*, *Hoisholt*, *Asher*), che la stimolazione fu diretta o indiretta (*Gad*, *Asher*, *Hoisholt*, *Yeo* e *Cash*), che si usarono scosse di apertura o chiusura (*Helmholtz*, *Tiegerstedt*). Ma se entrassi nell'argomento, sarei costretto a dilungarmi troppo, chè nelle ricerche sopra indicate la tecnica usata fu la più varia.

E lo fu anche per il modo con il quale si misurò il tempo. Il metodo grafico fu il più frequente. Ma la suppellettile sperimentale va dal miografo dell' *Helmholtz* all'apparecchio usato dal *Bernstein*, dove il muscolo che si contrae sposta uno specchio con il quale è in rapporto e lo specchio rifrange un raggio su una carta sensibilizzata.

Il *Frédériq* ed il *Lefevre* costruirono apparecchi esclusivi per lo scopo, ed il *Locke* propose di usare il sistema di lenti del *Burch* quale è usato in elettrofisiologia.

\* \* \*

Così gran copia di ricerche ha portato, naturalmente, a un gran numero di induzioni e di deduzioni teoriche. Tornerò sull'argomento. Ma la ricerca non uscì mai fuori dal muscolo normale. Soltanto il *Lahousse* osservò un aumento nella durata del tempo di eccitazione per azione dell'anidride carbonica, il *Mendelsson* una diminuzione per azione della veratrina, della stricnina, della recisione dei nervi, il *Durig*, un aumento da 0",0024 — 0",0028 a 0",005 — 0",0106 per diminuzione di acqua nel muscolo, in rane tenute in ambiente secco, fino a perdita del 30 % del peso.

Lo studio del tempo di eccitazione latente sopra i muscoli degenerati non è stato fatto da alcuno. E l'argomento può avere importanza e per la fisiopatologia e per il meccanismo della contrazione.

Io ho studiato l'eccitazione latente nei muscoli di rana in degenerazione grassa. Ho sperimentato su rane esculente in diversi mesi dell'anno (1).

Ho provocato la degenerazione grassa instillando nel sacco dorsale quantità minime di soluzioni di Ph. (1 ‰) in olio di mandorle. Nella Tavola che segue sono riassunti i particolari.

---

(1) Le ricerche note del *Gaule* per cui il rapporto ponderale tra muscolo e corpo della rana può variare dall'agosto al marzo da 0.03449 a 0.02529 e le ricerche note del *Tiegel* sul così detto tetano primaverile [malattia di *Thomsen* (*Schiff*)] imponevano questa avvertenza.



Numero	Sesso	Peso in grammi	Numero delle instillazioni	Dose instillata per volta in grammi
1	femmina	27	4	0.001
2	femmina	25	6	0.0005
3	femmina	28	6	0.0004
4	maschio	26	2	0.001
5	femmina	25	4	0.001
6	femmina	26	6	0.001
7	maschio	23	4	0.002
8	femmina	27	8	0.0005
9	femmina	26	6	0.001
10	femmina	25	4	0.001
11	maschio	25	2	0.002
12	femmina	28	8	0.005
13	femmina	24	2	0.002
14	femmina	28	6	0.001
15	maschio	23	2	0.001

Per la valutazione del grado raggiunto dal processo degenerativo dovetti arrestarmi alla approssimazione dell'esame microscopico, previa azione dell'acido osmico per la reazione caratteristica. La quantità eccessivamente piccola del materiale di ricerca non mi avrebbe potuto permettere l'estrazione per via chimica e il dosaggio in tale maniera del grasso.

La metodica sperimentale fu questa: in un medesimo circuito chiudevo: un accumulatore, un segnale del *Déprez*, l'induttore di una slitta ed un tasto interruttore. Dall'indotto della slitta partivano i fili degli eccitatori. Dirò, poi, la disposizione di questi.

Ho avuto un accumulatore anzi che le pile (come, inve-

ce, i più degli AA. citati) per evitare le oscillazioni della F. E. M. Ho usato il segnale del *Déprez* perchè è noto, per le ricerche del *Yeo*, che esso ha un tempo di latenza che può ritenersi quasi costante.

Le quote medie misurate dal *Yeo* sono: pel segnale *Déprez* comune:  $0'',00076$  (massimo:  $0'',00095$  — minimo  $0'',00057$ ); pel segnale *Déprez-Verdin*:  $0'',00090$  (massimo:  $0'',00104$  — minimo:  $0'',00076$ ).

Ho calcolato anch'io la latenza del segnale adoperato. E per farlo ho proceduto così: ho raccolto nel tamburo di un chimografo, su due ascisse parallele, il momento della chiusura del circuito e la traccia del segnale. La chiusura del circuito era segnata direttamente. Il tamburo del chimografo percorreva 60 giri per '. Segnavo il tempo con un diapason a cento vibrazioni per ''.

Leggevo le grafiche proiettandone la immagine sul campo di un micrometro oculare per mezzo di una camera lucida *Abbe*.

Riassumo in questa tavola le quote di latenza che ho misurato:

1.	$0'',00074$	} media: $0'',00077$ .
2.	$0'',00074$	
3.	$0'',00073$	
4.	$0'',00080$	
5.	$0'',00074$	
6.	$0'',00079$	
7.	$0'',00079$	
8.	$0'',00075$	

La contrazione del muscolo stimolato era segnata sul tamburo di un chimografo (70 giri per ') per l'intermedianza di una leva isotonica *Guelfi*. La carica del piattello e le dimensioni della leva sono indicate volta per volta nei protocolli delle esperienze.

Ho sperimentato con preparati nervomuscolari di muscolo gastrocnemio. Il tendine del muscolo era connesso, per un sottile filo di rame, con l'estremo della leva. Ciò permetteva

di far funzionare da elettrode il filo stesso di connessione ogni volta che si volesse la stimolazione diretta del muscolo.

La reazione alla stimolazione era segnata dall'accorciamento del muscolo nel proprio asse longitudinale. Così fecero i più degli AA.

La pratica del *Biedermann* di tener come segno l'aumento in lunghezza dell'asse trasverso non mi avrebbe permesso lo spostamento, che dirò, degli eccitatori. Di più, è noto che per il *Fick* e per il *Yeo* l'ingrossamento trasversale del muscolo e l'accorciamento longitudinale non sarebbero equipollenti nel loro tempo di eccitazione latente. Per il *Fick* l'ingrossamento trasverso richiederebbe una latenza maggiore.

Ho usato, di norma, stimolazioni dirette e animali curarizzati.

Vero è che secondo alcuni (*Tiegerstedt*, *Yeo* e *Cash*) non esisterebbero differenze tra il tempo di eccitazione nel muscolo normale e nel muscolo curarizzato. Ma ciò va inteso con qualche riserva.

Ho usato scosse di apertura e chiusura. La intensità della stimolazione è riportata nei protocolli. Ho seguito tre diverse maniere nella disposizione degli eccitatori.

1. Un eccitatore fisso e un eccitatore mobile. Eccitatore fisso, il filo di rame, al tendine del muscolo; eccitatore mobile, un elettrode di platino, spostabile nel senso dell'asse maggiore del muscolo.

2. Un eccitatore fisso e un eccitatore mobile. Eccitatore fisso, all'inserzione ossea. Eccitatore mobile, un elettrode di platino, spostabile nel senso dell'asse maggiore del muscolo.

3. Ambedue gli eccitatori mobili, a spostamento indipendente, come ai numeri 1 e 2.

Le tre disposizioni mi permettevano di stimolare porzioni di muscolo diversamente estese e [diversamente lontane dal capo tendineo o dall'inserzione.

Il che premesso, ecco, in riassunto, il protocollo delle esperienze.

\* \* \*

A. *Esperienze I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XXXIV, XXXV, XXXVI, XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL, XLI, XLII.* — Rane esculente normali (13 femmine e 5 maschi). Peso medio, gr. 27. Temperatura media: ranaio + 14°. 8 C, ambiente + 16°. 5 C. Muscolo gastrocnemio. Lunghezza media, mm. 31. Preparato nervomuscolare. Lunghezza della leva, dalla punta al perno, mm. 172, dal perno all'attacco del muscolo, mm. 7. Scosse di apertura e chiusura a 15' di intervallo. Animali curarizzati.

Esperienze	Numero delle scosse	Rocchetto secondario	Distanze in mm.		Peso	Tempo medio di eccitazione latente	
			Fra gli elettrodi	Fra elettrodo distale e tendine		chiusura	apertura
I	4	5	6	5	2	0".00589	0".00548
VII	3	1	6	6	2	0".00700	0".00673
IX	2	5.5	6	5	2	0".00548	0".00478
X	3	6.5	14	9	2.5	0".00637	0".00548
XI	3	6.5	20	5	2.5	0".00673	0".00637
XXXIV	4	1	6.5	5.5	2.5	0".00673	0".00637
XXXVII	4	5	6	22	2.5	0".00637	0".00548
XXXVIII	4	5.5	6.5	5	25	0".00875	0".00625
XXXIX	2	5	5	5.5	30	0".00923	0".00811
XL	5	5	6	20	2	0".00637	0".00478
XLII	4	5.5	5.5	5	2.5	0".00548	0".00478

Le esperienze II, III, IV, V, VI, VIII, XXXV, XXXVI, XLI, sono a conferma delle precedenti.

B. *Esperienze XII, XIII, XV, XXII.* — Rane con muscoli in degenerazione (n. 1, 2, 6, 9 della Tavola). Degenerazione notevolmente avanzata. Rane tenute in boccali senza acqua, ma in atmosfera umida. Temperatura media + 16°. 8 C. Muscolo gastrocnemio. Lunghezza media, mm. 30.8. Preparato nervomuscolare. Leva come sopra. Animali curarizzati. Scosse a 10' di intervallo.

Esperienze	Scossa	Rocchetto secondario	Distanze in mm.		Peso	Tempo medio di eccitazione latente	
			Fra gli elettrodi	Fra elettrode distale e tendine		chiusura	apertura
XII	1	5	6	5	2	0".02811	0".02789
	2	9	5.5	5	2.5	0".03923	0".02423
	3	5.5	6	5	2	manca	0".02478
XIII	1	6	6	5	2.5	manca	0".01367
	2	5.5	5.5	6	2.5	0".02048	0".01811

Le esperienze XV e XXII sono a conferma delle precedenti.

C. *Esperienze XVI, XVIII, XX, XXIV, XXIX.* — Rane con muscoli in degenerazione (n. 11, 12, 13, 14, 15). Degenerazione di grado massimo, Rane tenute come le precedenti. Temperatura media dell'ambiente + 16°. 5 C. Muscolo gastrocnemio. Lunghezza media, mm. 30.5. Preparato nervomuscolare. Leva come sopra. Animali curarizzati. Scosse a 15' di intervallo.

Esperienze	Scossa	Rocchetto secondario	Distanze in mm.		Peso	Tempo medio di eccitazione latente	
			Fra gli elettrodi	Fra elettrode distale e tendine		chiusura	apertura
XVI	1	5	6	5	2	0".04824	0".03494
	2	6	6	5	2.5	0".04400	0".04200
	3	5.5	5.5	6	2.5	manca	0".02934
XVIII	1	5.5	6.5	5	2	0".02548	0".02673
	2	5.5	5.5	5	2	manca	0".02548
XX	1	6	6.5	5	2.5	manca	0".02789
	2	5.5	5.5	6	2.5	0".03637	0".03423

Le esperienze XXIV e XXIX sono a conferma delle precedenti.

D. *Esperienze XV, XIX, XXI, XXVII.* — Rane con muscoli degenerati (n. 3, 5, 7, 10 della Tavola). Il grado di degenerazione è maggiore nelle rane 7 e 10 (*Esperienze XXI e XXVII*). Rane tenute come le precedenti. Temperatura media dell'ambiente, +16° C. Muscolo gastrocnemio. Lunghezza media, mm. 31. Preparati e leva come sopra. Animali curarizzati. Scosse a 15' di intervallo.

Esperienze	Scossa	Rocchetto secondario	Distanze in mm.		Peso	Tempo medio di eccitazione latente	
			Fra gli elettrodi	Fra elettrode distale e tendine		chiusura	apertura
XIV	1	5	6	5	15	0'.03923	0'.02789
	2	5	6	5	10	0'.01811	0'.01811
	3	5	6	5	10	manca	0' 02789
XIX	1	5 5	6	6	10	0'.02478	0'.02423
	2	9	6 5	6	25	manca	0'.03494
	3	8.5	6	5	30	0'.02048	0'.01811
XXI	1	5	6	5	20	0'.04824	0'.03923
	2	5 5	5.5	5.5	40	manca	0' 02789
XXVII	1	8.5	5 3	5 3	40	0'.03494	0'.03173
	2	6	6	6	40	manca	0' 03423
	3	5	6	5	80	0'.04824	0'.03637
	4	5	6	5	60	0' 03494	0' 03637

E. *Esperienze XXVI, XXVIII, XXX, XXXI, XXXII, XLIX.* — Rane con muscoli in degenerazione (n. 4, 6, 7, 8, 9, 10 della Tavola). Le rane n. 4, 7, 10 (*Esperienze XXVI, XXVIII, XXX*) sono in un grado di degenerazione più avanzato. Rane tenute come le precedenti. Temperatura media +16° C. Muscolo gastrocnemio. Lunghezza media mm. 30. Preparati e leva come sopra. Animali curarizzati. Scosse a 15' di intervallo.

Esperienze	Scossa	Rocchetto secondario	Distanze in mm.		Peso	Tempo medio di eccitazione latente	
			Fra gli elettrodi	Fra elettrodo distale e tendine		chiusura	apertura
XXVI	1	5	6	6.5	2	0".04824	0".03923
	2	3	5	7.5	2.5	0".03923	0".03923
	3	1	5	6.5	2	manca	0".02789
	4	0.5	6	6.5	2	0".04824	0".04824
XXVIII	1	3	5.5	5	2.5	0".03923	0".02478
	2	1.5	6	5	2.5	0".02478	0".01811
	3	8	6	5	2	0".01811	0".01811
	4	10	5	5	2	0".02478	0".02478
XXX	1	1	5	1.5	2.5	0".03994	0".03923
	2	3	5.5	5	2.5	0".04824	0".03173
	3	12	5	5	2.5	0".02789	0".02789
	4	0	5.5	6.5	2	manca	0".02789
XXXI	1	0	5	5	2	0".01811	0".02423
	2	2	5.5	5	2	0".02478	0".01811
	3	0	5.5	5	2	0".02048	0".02048
XXXII	1	5	5	6.5	2	manca	0".02789
	2	6.5	6.5	6	2.5	0".02789	0".02423
	3	8	5	5	2	manca	0".02789
	4	10	5	5	2	0".01811	0".01811
XLIX	1	0	5.5	5	2.5	manca	0".02789
	2	0	5.5	5	2.5	0".03923	0".03923
	3	0	5.5	5	2.5	0".03494	0".03637

F. Esperienze XXXIII, XLIII, XLIV, XLVI, XLVII, XLVIII. — Rane con muscoli in degenerazione (n. 4, 2, 9, 5, 7, 10 della Tavola).

Le rane in grado di degenerazione maggiore sono le n. 4, 7, 10 (Esperienze XXXIII, XLVII, XLVIII). Rane tenute come le precedenti. Temperatura media + 16°. C. Muscolo gastrocnemio. Lunghezza media, mm. 30 5. Preparati e leva come alle esperienze precedenti. Animali curarizzati. Scosse a 15' di intervallo.

Esperienze	Scossa	Rocchetto secondario	Distanze in mm.		Peso	Tempo medio di eccitazione latente	
			Fra gli elettrodi	Fra elettrode distale e tendine		chiusura	apertura
XXXIII	1	5	6	22	2	manca	0".03173
	2	5	8	5	2	0".03494	0".03173
	3	5	16	8	2	manca	0".03923
	4	5	6	22	2.5	0".03923	0".03923
XLIII	1	5	6	5	2	0".02789	0".02789
	2	5	6	20	2	manca	0".02478
	3	5	6	5	2	0".02048	0".02048
XLIV	1	3 5	2	4	2.5	0".02789	0".02423
	2	5	6	22	2	manca	0".02789
XLVI	1	10	6	20	2	0".02789	0".03494
	2	5	8	5	2	0".03923	0".02789
	3	5	12	12	2.5	0".02048	0".02478
	4	5	4	3	2.5	0".02789	0".02478
XLVII	1	3.5	6	5	2	0".03494	0".03494
	2	5	6	5	2	0".02789	0".02789
	3	5	14	4	2.5	0".02048	0".02478
	4	5	4	4	2	manca	0".02478
XLVIII	1	5	6	20	2	0".03923	0".03923
	2	5	6	5	2	manca	0".03494
	3	5	6	22	2	0".03923	0".03494



G. *Esperienze XVII, XXIII, XXV, XLV.* — Rane con muscoli degenerati (n. 12, 15, 5, 9 della Tavola). Il maggior grado di degenerazione è nei muscoli delle rane 12 e 15 (*Esperienze XVII e XXIII*). Rane tenute come le precedenti. Temperatura media  $+16^{\circ}.8$  C. Muscolo gastrocnemio. Lunghezza media, mm. 30. Preparati e leva come alle esperienze precedenti. Curarizzazione. I tempi di eccitazione latente calcolati si riferiscono alla prima e all'ultima scossa. Le scosse intermedie furono provocate a vuoto. Intervallo fra scossa e scossa 30". Rocchetto secondario a 5. Distanza fra gli elettrodi, mm. 6. Distanza fra elettrodo distale e tendine, mm. 6.5. Peso = gr. 2.

Nella esperienza XVII, alle stimolazioni 4 e 7 manca la scossa di chiusura. Ugualmente per la esperienza XXIII, alle stimolazioni 12 e 15.

Esperienza	Scosse	Tempo medio di eccitazione latente			
		prima scossa calcolata		seconda scossa calcolata	
		chiusura	apertura	chiusura	apertura
XVII	12	0".03923	0".03494	0".03923	0".03923
XXIII	24	0".02425	0".02048	0".02789	0".02789
XXV	20	0".03923	0".02789	0".03923	0".03923
XLV	24	0".02048	0".01811	0".02478	0".02478

\* \* \*

Ho riassunto le misure sinteticamente per via di Tabelle non soltanto per brevità; ma per dare, subito, sott'occhio una idea delle resultanze.

La prima di queste, e la più evidente, è che *nei muscoli degenerati il tempo latente di eccitazione sale a quote straordinariamente elevate*. A parità di condizioni, mentre il muscolo normale dà ordinariamente: *ch*, 0".00589; *ap*, 0".00548 (I) <sup>(1)</sup>, il muscolo degenerato dà: *ch*, 0".02811; *ap*, 0".02789 (XII) e se

<sup>(1)</sup> *ch* = tempo di eccitazione latente per la scossa di chiusura; *ap* = tempo di eccitazione latente per la scossa di apertura.

la degenerazione è molto avanzata, anche: *ch*, 0".04824 e *ap*, 0".03494 (XVI). Cioè sino quasi il decuplo.

Che il fatto dipenda dalla degenerazione o che, almeno, vi sia intimamente legato, non è possibile dubitare. Esso manca le quante volte si esperimenti sul muscolo sano ed è costante le quante volte si esperimenti sul degenerato.

Di più, il valore intrinseco del fatto tradotto numericamente nella durata del tempo è maggiore là dove è maggiore la degenerazione raggiunta dal muscolo. Basti questa comparazione:

muscolo sano: *ch*, 0".00589; *ap*, 0".00548 (I)  
 muscolo in degenerazione lieve: *ch*, 0".02811;  
*ap*, 0".02789 (XII)  
 muscolo in alto grado di degenerazione:  
*ch*, 0".04824; *ap*, 0".03494 (XVI)

Ma, anche ammessa la dipendenza dal processo degenerativo bisognava interpretare il fenomeno per se stesso. Onde, in via subordinata, un certo numero di questioni che ho studiato singolarmente.

La prima questione che mi sono proposto è stata questa: se influisca sul fatto il peso di carica della leva.

Ho già detto le conclusioni delle ricerche sul muscolo sano. Esse dimostrano che, entro certi limiti, esiste un rapporto costante indiretto fra peso e tempo di eccitazione; il che può essere un argomento per l'interpretazione teoretica del meccanesimo della contrazione. Ma su questo, ritornerò. I particolari delle mie esperienze sono riassunti nei protocolli. Il risultato è stato questo: che *nei muscoli degenerati non esiste alcun rapporto fra peso e tempo di eccitazione*. Un aumento della carica non provoca un tempo di eccitazione più lungo. A parità di condizioni, una carica di 2 grammi può dare: *ch*, 0".04824 e *ap*, 0".03494 (XVI) mentre una carica di 30 grammi può dare: *ch*, 0".02048 e *ap*, 0".01811 (XIX). Nè, d'altra parte, si può pensare che aumentando il peso diminuisca il tempo, perchè una carica di 30 grammi dà: *ch*, 0".02048; *ap*, 0".01811 (XIX) mentre una carica di

60 grammi dà: *ch*, 0".03494; *ap*, 0".03637 (XXVII) e una carica di 80 grammi: *ch*, 0".04824; *ap*, 0".03637 (XXVII).

Sorgeva allora, un secondo quesito: se anche nei muscoli degenerati la intensità della stimolazione influisse sulla durata del tempo di eccitazione. Ho usato stimolazioni submassimali e stimolazioni sovramassimali. Le esperienze sui muscoli sani, ho già detto, hanno dimostrato che la durata del tempo di eccitazione diminuisce con l'aumentare dello stimolo, nelle stimolazioni sovramassimali. Nelle mie esperienze sui muscoli normali sono esempi di ambedue i fatti (I, VII, X, XXXIV ecc.).

Invece nei muscoli degenerati, quale che sia lo stimolo usato (submassimale o sovramassimale) non c'è mai una proporzione fra lo stimolo e la durata del tempo.

Infatti, mentre con l'indotto a 10 si ha: *ch*, 0".02478; *ap*, 0".02478 (XXVIII), con l'indotto a 12 si ha: *ch*, 0".02789; *ap*, 0".02789 (XXX), e mentre, poi, con l'indotto a 0 si ha: *ch*, 0".02478; *ap*, 0".01811 (XXXI), con l'indotto a 1 si ha: *ch*, 0".03994; *ap*, 0".03923 (XXX), con l'indotto a 2 si ha: *ch*, 0".02478; *ap*, 0".01811 (XXXI) e con l'indotto a 3 si ha: *ch*, 0".04824; *ap*, 0".03173 (XXX). Anzi, di più, con l'indotto a 0, si può avere saltuariamente: *ch*, 0".01811; *ap*, 0".02423 (XXXI); *ch*, 0".02048; *ap*, 0".02048 (XXXI), *ch*, 0".03923; *ap*, 0".03923 (XLIX), *ch*, 0".03494; *ap*, 0".03637 (XLIX).

Dal che, allora, la conclusione, che ho detto, che *nei muscoli degenerati non esiste un rapporto costante fra la durata dell'eccitazione latente e l'intensità dello stimolo usato, sia questo, per sua natura, submassimale o sovramassimale.*

Terzo quesito che mi sono proposto è stato se influisca sulla durata del tempo il quanto di muscolo compreso fra gli elettrodi ed il quanto compreso fra l'attacco alla leva e l'elettrode prossimiore. La questione ha particolare importanza per il meccanesimo della contrazione. Dirò più innanzi come alcuno ritenne che il tempo latente dell'eccitazione sia una funzione dell'elasticità muscolare. Il Yeo si è occupato recentemente dell'argomento con numerose esperienze. Portando i fili del rocchetto indotto, l'uno alla pinza che reggeva il muscolo e

l'altro a un ago lungo e sottile, e trafiggendo con questo ago il muscolo a varie distanze, note, dalla pinza, egli otteneva di serrare fra gli elettrodi porzioni di muscolo di varia estensione. Il Yeo giunse alla conclusione che quando si portano gli elettrodi nella porzione inferiore del muscolo, si hanno latenze di 0".01938 e 0".02090 per la stimolazione di mezzo muscolo e latenze di 0".01406 e 0".01254 per la stimolazione del muscolo intero e che, invece, con gli elettrodi nella porzione superiore si hanno tempi di 0".000988, 0".01140 per la stimolazione di mezzo muscolo e di 0".0111 e 0".01054 per la stimolazione del muscolo intero. Non faccio la critica del metodo del Yeo. Forse, la pratica di trafiggere il muscolo non è scevra di inconvenienti. Nè io, d'altra parte, poteva usarne, volendo ripetere sullo stesso muscolo un certo numero, successivo, di prove con elettrodi a diversa distanza.

Ho preferito due elettrodi mobili, su due corsoi indipendenti, paralleli all'asse maggiore del muscolo.

Nei protocolli delle esperienze sono esposti i particolari.

Il confronto dei risultati mi conferma in due conclusioni. La prima è questa: *a parità di tutte le altre condizioni, la distanza rispettiva degli elettrodi non influisce sulla durata del tempo. Questa è in rapporto, solamente, col grado che ha raggiunto la degenerazione.* Infatti, con elettrodi a 8 mm. ho ottenuto, per i muscoli in degenerazione lieve: *ch*, 0".02789; *ap*, 0".02789 (XLIII) e per i muscoli in degenerazione avanzata: *ch*, 0".03494; *ap*, 0".03173 (XXXIII) e con elettrodi a 20 mm.: *ch*, 0".02789; *ap*, 0".03494 (XLIV) per i muscoli in degenerazione lieve e *ch*, 0".03923; *ap*, 0".03923, (XLVIII), per i muscoli in degenerazione avanzata.

La seconda conclusione è questa :

Nei muscoli normali, quando fra il capo connesso alla leva e l'elettrode prossimiore interceda una lunga distanza, può aumentare di qualche poco la durata dell'eccitazione latente. Così, ad esempio, a condizioni identiche, per una distanza di 5 mm. si può avere: *ch*, 0".00589; *ap*, 0".00548 (I), mentre per distanze di 20-22 mm. si possono avere rispettivamente: *ch*, 0".00637; *ap*, 0".00478 (XLV) e *ch*, 0".00637; *ap*, 0".00548

(XXXVII). Nei muscoli degenerati questo non avviene. A parità di condizioni si può avere, per una distanza di mm. 6,5: *ch*, 0".04824; *ap*, 0".3923 (XXVI) e per distanze di 20-22 mm. rispettivamente: *ch*, 0".03923; *ap*, 0".03923 (XLVIII) e *ch*, 0"003923; *ap*, 0".03494 (XLVIII).

Tornerò sulla importanza teoretica del fatto.

Ora, mi limito a ripetere che *nei muscoli degenerati la distanza che intercede fra il capo del muscolo connesso alla leva e l'elettrode prossimiore non influisce in alcuna maniera sulla durata dell'eccitazione latente.*

E passo a dire di un quarto quesito: se influisca sulla durata del tempo di eccitazione un certo grado di stanchezza del muscolo.

Ho già studiato con altre ricerche<sup>(1)</sup> i fenomeni della fatica nei muscoli caduti in degenerazione grassa, concludendone: che a parità di condizioni il muscolo degenerato presenta i fenomeni caratteristici della fatica assai prima di quel che non faccia normalmente un muscolo sano; che quando il grado di degenerazione è grave, basta spesso, un piccolissimo numero di stimolazioni successive per provocare la stanchezza del muscolo; che quando il grado di degenerazione è massimo, dopo poche stimolazioni successive il muscolo entra costantemente, in uno stato di contrattura; che un tempo di riposo che è sufficiente per un muscolo in condizioni normali perchè la provocazione di una ulteriore fatica non risenta della precedente, non è, invece, sufficiente più quando il muscolo sia degenerato: che il periodo di restaurazione è nel muscolo degenerato, dunque, più lungo di quello che sia nel normale.

Ricerche fatte dal *Yeo* e dal *Cash* sopra muscoli normali hanno dimostrato che la stanchezza allunga il tempo di eccitazione latente e che lo allunga di tanto più di quanto maggiore è la fatica raggiunta.

<sup>(1)</sup> G. GUERRINI, *Sulla funzione dei muscoli degenerati*. I<sup>a</sup> Comunicazione: Tetano, fatica, soglia dell'eccitazione. (Lo Sperimentale, LIX, 2, 1905).

Ora, anche nei muscoli degenerati la fatica può allungare la durata dell'eccitazione latente ma in proporzione molto più lieve di quel che avvenga per i muscoli sani e l'aumento si manifesta prevalentemente a carico della scossa di apertura. Infatti, un muscolo che alla prima contrazione dava: *ch*, 0".003923; *ap*, 0".003494, dopo 12 contrazioni, dava: *ch*, 0".03923; *ap*, 0".03923 (XVII); un muscolo che alla prima contrazione dava: *ch*, 0".02048; *ap*, 0".01811, dopo 24 contrazioni dava: *ch*, 0".02748; *ap*, 0".02478 (XLV) e due muscoli che alla prima contrazione davano: *ch*, 0".03923; *ap*, 0".2789 e *ch*, 0".02425; *ap*, 0".02048 dopo 20-24 contrazioni davano, rispettivamente: *ch*, 0".3923; *ap*, 0".03923 (XXV) e *ch*, 0".02789; *ap*, 0".02789 (XXIII).

Ad ogni esperienza che veniva facendo, teneva calcolo della temperatura. Una comparazione sui protocolli mi ha permesso di osservare che: anche nei muscoli degenerati oscillazioni di temperatura, comprese fra  $+12^{\circ}\text{C}$  e  $+17^{\circ}\text{C}$ , non influiscono per alcuna maniera sulla durata dell'eccitazione latente.

\* \* \*

Studiato il fenomeno nella sua essenza e, subordinatamente, nei suoi rapporti, ne restava la interpretazione.

Perchè il tempo di eccitazione latente è nel muscolo degenerato così più lungo di quello che sia nel sano?

Parecchie ipotesi sono già in campo per spiegare l'eccitazione latente come elemento di fisiologia normale. Secondo l'*Harless* la cagione del fatto sarebbe nell'inerzia del sistema. Secondo il *Gad*, nel tempo necessario perchè sia vinta la elasticità dei tessuti, compresa la parte non contratta del muscolo. Secondo il *Tigerstedt*, nel tempo che occorre perchè lo stimolo si diffonda a una massa sufficiente di muscolo. Secondo il *Bernstein* ed il *Yeo*, nel tempo necessario perchè si compiano quegli scambi molecolari onde resulterebbe la contrazione.

Altri AA., con criterio più eclettico, ammisero, insieme, una doppia cagione. L'onda di contrazione, ad esempio, da un lato e dall'altro l'elasticità muscolare. Tale è, infatti, la opinione del *von Regéczy*.

Ora, quale di queste ipotesi può valere nel caso nostro? La ipotesi dell' *Harless*? Non mi pare.

Se il tempo dell'eccitazione latente fosse una semplice funzione dell'inerzia, poi che nei muscoli degenerati l'eccitazione latente è più lunga che nei muscoli normali e si allunga di tanto più di quanto più il muscolo è degenerato, si dovrebbe, logicamente, concludere che la degenerazione aumenti l'inerzia; e non occorre dimostrare l'assurdità della conclusione.

Anzi, per contrario, aggiungerò che nei muscoli degenerati, a parità di condizioni, un aumento della carica non prolunga l'eccitazione latente. (Esperienze XIV, XIX, XXI, XXVII).

Neppure la ipotesi del *Gad* può esser presa per esplicazione. Se l'eccitazione latente del muscolo dipendesse dalla elasticità, si dovrebbe concludere, ancora, che la degenerazione grassa provocasse un aumento di elasticità. Ed anche per questo non occorre dimostrare la assurdità della ipotesi.

Restano, allora, la opinione del *Tigerstedt* e l'opinione del *Bernstein* e del *Yeo*.

Che nei muscoli in degenerazione grassa la conduttività per lo stimolo elettrico possa essere profondamente alterata e che insieme con la conduttività lo sia, pure, la eccitabilità, risulta, già, da altre mie esperienze sopra la soglia dell'eccitazione e sul fenomeno della scala <sup>(1)</sup>.

In altre parole, secondo le vedute dell' *Engelmann*, interverrebbero mutamenti nelle proprietà dromotrope e badmotrope. Per le quali, mentre nel muscolo normale a stimolazioni successive identiche (purchè fatte a conveniente intervallo) corrispondono costantemente scosse uguali per ampiezza e per forma, invece nei muscoli degenerati, a stimolazioni successive identiche corrispondono, saltuariamente, scosse di ampiezza e di forma diversa. E mentre nei muscoli normali la ripetizione fatta a brevi intervalli di una identica stimolazione provoca un aumento di eccitabilità, il che si esplica nel

(1) GUERRINI, loc. cit.

tracciato col fenomeno della scala, nei muscoli degenerati questo non avviene.

Qualche volta, anzi, si può avere precisamente il fenomeno opposto. Col ripetersi degli stimoli le singole scosse si fanno sempre più basse.

Ora, che nell'aumento dell'eccitazione latente quale è nei muscoli degenerati possa influire per qualche maniera una alterazione delle proprietà badmotrope, è possibile, certamente; ma sarebbe troppo semplice restringere a questo la cagione del fatto.

Se l'aumento dell'eccitazione latente dipendesse esclusivamente da un rallentamento nella diffusione dello stimolo per diminuita capacità badmotropa, comprendendo fra gli elettrodi una maggiore estensione di muscolo si dovrebbe provocare un aumento nella durata dell'eccitazione latente; il che, invece, non avviene.

Di più, le modificazioni cui ho accennato delle proprietà badmotrope e delle dromotrope, sono saltuarie entro limiti ampi e senza legge di costanza, di rapporto e di proporzione.

L'allungamento dell'eccitazione latente è, invece, un fenomeno costante e in rapporto bene evidente col grado raggiunto dalla degenerazione.

La ipotesi del *Bernstein*, condivisa più di recente dal *Geo*, si ricollega intimamente con le ipotesi formulate per il meccanesimo della contrazione.

Accenno, appena, alle principali.

Per l'*Engelmann* e per il *Ranvier*, il meccanesimo della contrazione si ridurrebbe a uno scambio di acqua tra gli strati isotropi e gli anisotropi. L'*Engelmann*, sperimentando sul *thelephorus melanurus*, trovò che durante la contrazione cambiano in senso inverso le proprietà ottiche e il volume degli strati. Gli isotropi divengono più rifrangenti, ossia più scuri e più compatti, gli anisotropi meno rifrangenti, ossia più liquidi e più chiari. Onde, l'*Engelmann* immaginò che, durante la contrazione, la sostanza anisotropa si carichi d'acqua alle spese della sostanza isotropa.



Il *Ranvier*, studiò muscoli simmetrici (muscolo di rana e muscolo di coniglio) in condizioni di isometria e vide nel muscolo tetanizzato e teso diminuire l'altezza dei dischi anisotropi ed allargarsi, per contrapposto, la linea interfibrillare del sarcoplasma.

Onde pensò che gli strati anisotropi non aumentino di volume, anzi che subiscano una diminuzione e, contrariamente alle vedute dell'*Engelmann*, che nella tensione muscolare tetanica non avvenga un passaggio di acqua dalla sostanza isotropa alla anisotropa, ma che l'acqua, spremuta dalla sostanza isotropa, imbibisca la sostanza anisotropa.

Lo *Pflüger*, il *Fick*, il *Chauveau* interpretarono, invece, la contrazione come la conseguenza di un lavoro chimico e l'*Engelmann*, come una trasformazione di calore in lavoro meccanico.

Questa trasformazione si effettuerebbe per mezzo della sostanza anisotropa, costituente elementi birifrangenti, positivi, monoassili, che l'*Engelmann* chiamò inotagmi. Nell'eccitamento muscolare gli inotagmi si riscalderebbero per calore trasmesso loro dalle molecole termogeniche, si rigonfierebbero, si accorcerebbero e si imbibirebbero di sostanza isotropa.

*G. E. Müller* formulò, in fine, una ipotesi piroelettrica per cui la contrazione sarebbe dovuta ad attrazioni e repulsioni elettriche di cristalloidi birifrangenti i cui poli subirebbero un certo grado di cambiamento elettrico per azione del calore.

Un nuovo campo di lavoro aprì allo studio della funzione muscolare la ricerca fisico-chimica, con osservazioni del *Freund*, del *Fletcher*, dell'*Overton*, del *Loeb*, di *Miss Cook*, dell'*Hürtl*.

E l'*Imbert* e il *Bernstein* emisero l'ipotesi che la contrazione del muscolo sia dovuta a mutazioni di tensione superficiale nei dischi, provocate dallo stimolo.

Qualche accenno di questa ipotesi è già in ricerche del *Quincke* e del *Bernstein* e in ricerche del d'*Arsonval* su argomenti di elettrofisiologia. Il *Gad*, anche, mostrò di credere che una differenza di tensione superficiale fra due porzioni del

fascio muscolare possa indurre una contrazione. Ed il *Verworn*, paragonando la contrazione muscolare con i movimenti dei pseudopodi negli organismi monocellulari, suppose come causa della contrazione muscolare una tensione superficiale diversa fra sarcoplasma e sostanze isotropa ed anisotropa.

\* \* \*

Questa ipotesi che dirò della tensione superficiale è quella che è ora in maggiore favore, come quella che si accorda col maggior numero di fatti.

Ma si tratti di scambi osmotici, o si tratti di variazioni nella carica elettrica del disco (per entrata o uscita di ioni) e, conseguentemente, di mutazioni di tensione superficiale, certo è che fra l'azione dello stimolo e la deformazione consecutiva del disco deve intercedere un certo tempo.

Ora, prendiamo, per la seconda ipotesi, l'esempio dell'elettrometro capillare e paragoniamo la carica del mercurio allo stimolo muscolare e la deformazione del menisco alla deformazione del disco nella contrazione. Quando si lanci la corrente nell'elettrometro capillare, il menisco non raggiunge subito la posizione d'equilibrio; ma la raggiunge dopo un certo tempo, misurabile e bene espresso dalla curva con la quale i fisici determinano, appunto, nell'elettrometro i movimenti del mercurio.

Ora, non si potrebbe paragonare il tempo necessario all'elettrometro per raggiungere l'equilibrio con il tempo di eccitazione latente della contrazione muscolare?

A me pare che lo si possa.

E che pure senza formulare ancora una ipotesi sull'argomento si possa interpretare l'allungamento del tempo di eccitazione latente dei muscoli degenerati in degenerazione grassa con questo, che *il processo degenerativo renda più lenti e più difficili quegli scambi tra sarcoplasma e dischi onde risulta la deformazione di questi e conseguentemente la contrazione.*

---

## Appunti bibliografici.

- ARSONVAL (D'), Recherches d'Électrophysiologie. (Arch. de Physiol., s. V, t. 3, pag. 460).
- ASHER, Ueber die Latenz der Muskelzuckung. (Zeitschr. f. Biol., XXXI, XXXII); Beiträge zur Physiologie der mothorischen Endorgane. (Zeitschr. f. Biol., XXXII).
- BERNARD, On the relations of the isotropous and anisotropous layers in striated muscles. (Zool. Jahrb., VII, 1894).
- BERNSTEIN, Untersuchungen ueber die elektr. Erregungsvorgang im Nerven und Muskelsysteme, 1871, s. 79; Ueber den Einfluss der Reizstärke auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im quergestreiften Froschmuskel. (Pflüger's A., LXVI); Ueber die Latenzdauer der Muskelzuckung. (Pflügers A., LVII, s. 207); Die Energie des Muskels als Oberflächenenergie. (Pflüger's A., LXXXV, s. 271).
- BEZOLT, Untersuchungen ueber die elektr. Erreg. von Muskeln und Nerven, 1861, s. 156.
- BIEDERMANN, Elektrophysiologie, Jena, Fischer, 1895.
- BURDON S., Physiol. Centralblatt, IV, s. 186.
- CARVALLO et WEISS, La densité des muscles dans la série des vertebr. (Journ. de Physiol., I, pag. 205).
- CASH, Journal of Physiology, 1883.
- DURIG, Wassergehalt und Organfunktion. (Pflüger's A., LXXXV).
- ENGELMANN, Beiträge zur allgemeinen Muskel und Nervenphysiologie. (Pflüger's A., III); Sur l'origine de la force musculaire. (Archives neerland., XXVII, 1893); Ueber den Einfluss der Reizstärke auf die Fortpflanzungsgewindigkeit der Erregung in quergestreiften Froschmuskel. (Pflüger's A., LXVI).
- FICK, Mechan. Arbeit und Warmentwicklung bei der Muskelthätigkeit. (Internat. wissensch. Bibliothek, 1882); Myothermische Untersuchungen, 1888; Ueber Arbeitsleistung des Muskels durch seine Verdickung. (Verhandl. d. phys. med. Gesellsch. Würzburg, XXIX, 255).
- FLETCHER, The osmotic properties of muscle and their modifications in fatigue and rigor. (Journ. of Physiol., XXX).
- FRÉDÉRIQ, Myographe pour l'étude de la période latente. (Arch. de Biol., III, 275).
- FRÉDÉRIQ et VANDERVELDE, Physiologie des muscles et des nerfs du homard. (Bull. de la r. Ac. d. Belgique, XLVII, 6).
- FRENZEL, Notiz ueber den Wassergehalt des Muskelfleisches. (Biol. Centralbl., XI, s. 619).

- FREUND, Zur Physiologie des Warmblütermuskels. (Beitr. zur chem. Physiol. und Pathol., IV).
- GAD, Ueber das Latenzstadium des Muskelements und des Gesamtmuskels. (Arch. f. Physiol., 1879, s. 250).
- GAULE, Die Veränderung des Froschorganismus während des Jahresz. (Pflüger's A. 1887); Ueber die geschlechtliche Differenz der Muskeln bei Fröschen. (Pflüger's A., LXXX); Ueber den Einfluss der Jahreszeit auf das Gewicht der Muskeln bei Fröschen. (Pflüger's A., LXXXIII).
- GUERRINI, Sulla funzione dei muscoli degenerati. I<sup>a</sup> Comunicazione. Tetano. Fatica. Soglia dell'eccitazione. (Sperimentale, XLIX, 1905).
- HARLESS, Sitzungsber. d. K. bayer. Akad. d. Wissensch., 1860, s. 625.
- HARTL, Ueber den Einfluss von Wasser und anisotonischen Kochsalzlösungen auf die Grundfunctionen der quergestreiften Muskelsubstanz und der motorischen Nerven. (Arch. f. Physiol., 1904, s. 65)
- HELMHOLTZ, Messungen ueber Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven. (Arch. f. Physiol., 1852, s. 212).
- HERMANN, Braucht der bei der Anlegung eines Kunstlichen Querschnitts auftretende Muskelstrom zu seiner Entwicklung Zeit? (Cblatt. für die med. Wissensch., 1875); Handbuch der Physiologie, I, 1879.
- HOISHOLT, Is the nervous impulse delayed in the motor nerve terminations? (Journ. of Physiol., VI).
- JENSEN, Ueber den Aggregatzustand des Muskels und der lebendigen Substanz ueberhaupt. (Pflüger's A., LXXX); Zur Analyse der Muskelcontraction. (Pflüger's A., LXXXVI, s. 47).
- IMBERT, Le mecanisme de la contraction musculaire déduit de la considération des forces de tension superficielle. (Arch. de Physiol., s. V., t. XXIX).
- KRIES (VON), Untersuchungen ueber Mechanik des quergestreiften Muskels. (Du Bois Reymond's A., 1880, pag. 373).
- LAOHUSSE, Influence de l'anydride carbonique sur la contractilité isotonique du muscle strié. (Bull. de l'Ac. de méd. de Belgique, 1898, pag. 206)
- LEFEUVRE, Appareil schématique pour l'étude de la cause et des variations de la période latente du muscle. (Arch. de Physiol. et de Pathol. génér., 1903, 1017).
- LOCKE, A help in the measurement of the latent period on the curve of muscular contraction. (Proceed. of the physiol. Soc., 18 june 1904).
- LOEB, Ist die erregende und hemmende Wirkung der Ionen eine Function ihrer electrischen Ladung? (Pflüger's A., XCI).
- LOGIMOFF, Zur Frage ueber der Einfluss der Temperatur auf die latente Periode und die Zuckungcurve der quergestreiften Muskeln. (In. Diss. Kosan, 1903).
- LUCAS, On the influence of tension upon the contraction of skeletal muscle at high temperatures. (Journ. of Physiol., XXX, 5, 6).

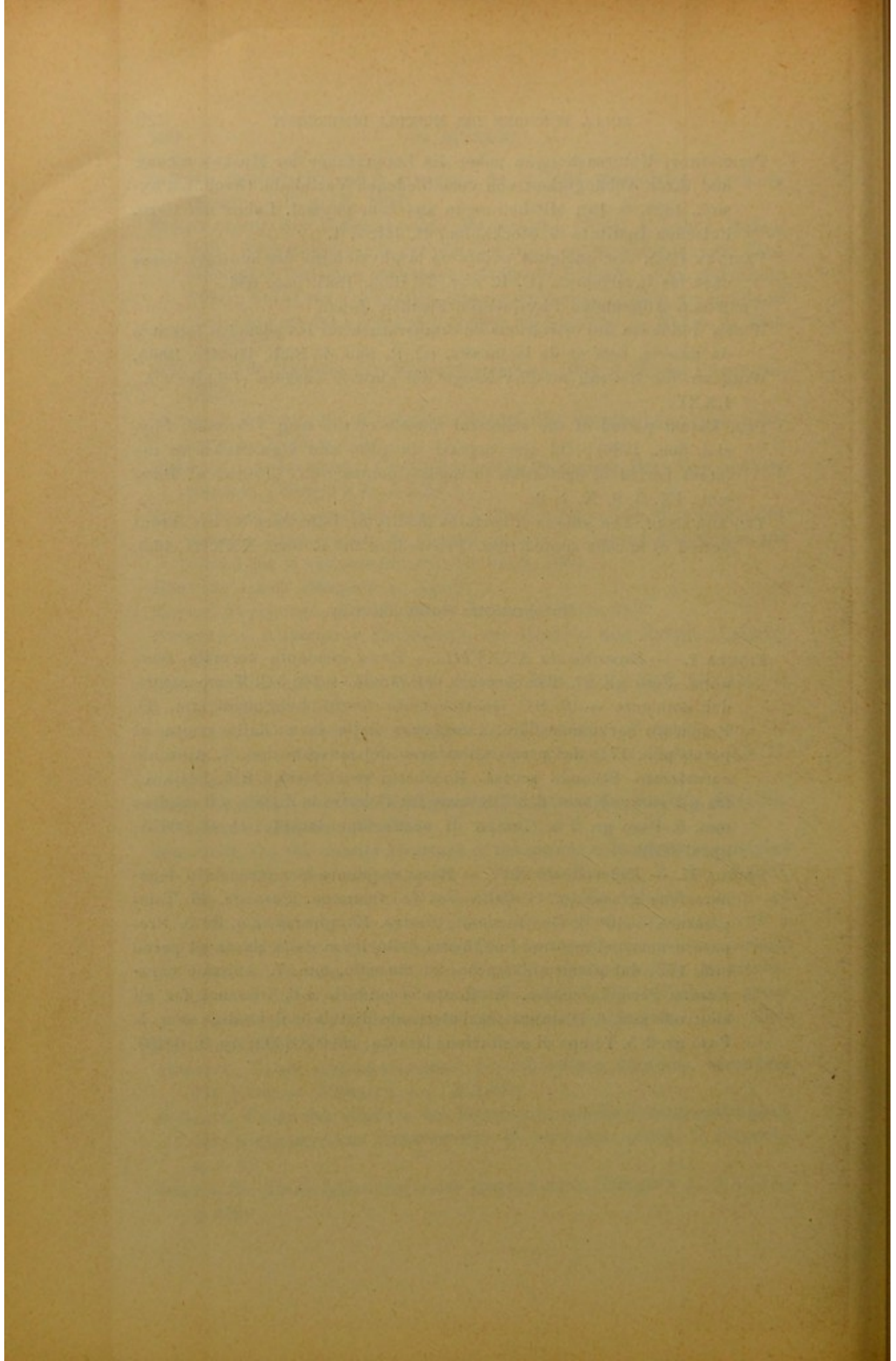
- MARTIN, Recherches sur la structure de la fibre musculaire. (Arch. de Physiol., s. II, t. IX, 1882).
- MENDELSSOHN, Sur le temps perdu des muscles. (Trav. d. Labor. Marey, 1878); Recherches sur la période d'excitation latente des muscles dans différentes maladies nerveuses. (Arch. de Physiol. norm. et Pathol., 1880); Étude sur l'excitation latente du muscle chez la grenouille et chez l'homme dans l'état sain et dans les maladies. (C. R. Soc. de Biol. LXXXIX).
- MÜLLER, Die Theorie der Muskelcontraction. (Ges. d. Wiss., Göttingen, 1889).
- OVERTON, Beiträge zur allgemeinen Muskel und Nervenphysiologie. (Pflüger's A., XCII, s. 115).
- QUINCKE und BERNSTEIN, Chemotrophische Bewegung eines Quecksilbers tropfens. (Pflüger's A., LXXX).
- RANVIER, De quelques faits relatifs à l'histologie et à la physiologie des muscles striés. (Arch. de Physiol., s. 2, t. I); Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire. Paris, 1880.
- REGÉCZY (VON), Pflüger's A., XLIII.
- RICHET, Physiologie des muscles et des nerfs. Paris, 1882.
- ROSENTHAL, Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven. Leipzig, 1899.
- ROLLETT, Sitzungsber. der Wien. Akad. d. Wiss., LXXXIX, III Abth. e XCVIII, III Abth.
- SANDERSON, The electrical response to stimulation of muscle and its relations to the mechanical response. (Journ. of Physiol., XVIII, pag. 117).
- SANTESSON, Studien ueber die allgemeine Mechanick des Muskels. (Skandin. Arch. of Physiol., V. 399).
- SCHAEFFER, On the minute structure of the muscle columns or sarcostyles which form the wing muscles of insects. (Proceed. R. Soc., XLIX, 91), On the structure of crosstriated muscle. (Monthl. Journ. of Anat., VIII, 91); On the structure of amoeboid protoplasm with a comparison between the nature of the contractile process in amoeboid cells and in muscular tissue and a suggestion regarding the mechanism of ciliary motion. (Proc. R. Soc., XLIX, 91); Weiteres ueber mikroskopische Erscheinungen am ermüdeten Muskel. (Wien. Med. Rundschau, XVII).
- SCHENCK, Ueber Aggregatzustand der lebendigen Substanz, besonders des Muskels. (Pflüger's A., LXXXII).
- SCHULTZ, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Leistungsfähigkeit der längsgestreiften Muskeln der Wirbelthiere. (Arch. f. Physiol., I, s. 1).
- STRAUB, Zur Muskelphysiologie des Regenwurms. (Pflüger's A., LXXIX, s. 379).

- TIGERSTEDT, Untersuchungen ueber die Latenzdauer der Muskelzuckung und ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Variabeln. (Arch. f. Physiol., 1885, S. 13); Mittheilungen aus dem physiol. Labor. der Carolinischen Instituts in Stockholm., H. III, s. 1.
- VARIGNY (DE), Sur quelques points de la physiologie des muscles lisses chez les invertébrés. (C. R. Soc. de Biol., 1885, pag. 656).
- WERWORN, Allgemeine Physiologie. Fischer, Jena.
- WEISS, Influence des variations de temperature sur les periodes latentes du muscle, nerf et de la moelle. (C. R. Soc. de Biol., janvier, 1900).
- WINKLER, Ein Beitrag zur Physiologie der glatten Muskeln. (Pflüger's A., LXXI).
- YEO, Latent period of the scheletal muscle of the frog. (Proceed. Physiol. Soc., 1886); On the normal duration and significance of the latent period of excitation in muscle contraction. (Journ. of Physiol., IX, 5, 6, X, 1, 2).
- YEO and CASH, The effects of certains modifying influences on the latent period of muscle contraction. (Proceed. of the R. Soc., XXXIII, 462).

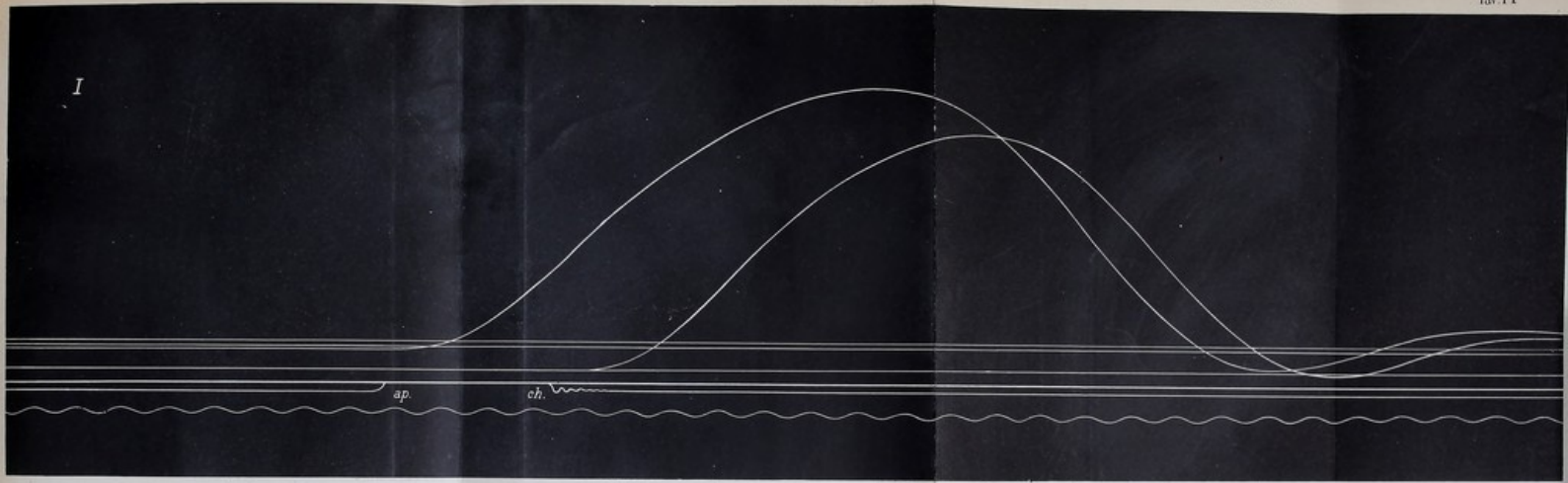
#### Spiegazione della Tavola.

FIGURA I. — *Esperimento XXXVIII.* — Rana esculenta normale, femmina. Peso gr. 27. Temperatura del ranaio + 14°. 5 C. Temperatura dell'ambiente + 16°. 8 C. Gastrocnemio destro. Lunghezza mm. 30. Preparato nervomuscolare. Lunghezza della leva: dalla punta al perno mm. 172; dal perno all'attacco del muscolo mm. 7. Animale curarizzato. Seconda scossa. Rocchetto secondario a 5. 5. Distanza fra gli elettrodi mm. 6 5. Distanza fra l'elettrode distale e il tendine mm. 5. Peso gr. 2 5. Tempo di eccitazione latente: *ch*, 0'. 00875; *ap*, 0'. 0062.

FIGURA II. — *Esperimento XVI.* — Rana esculenta con muscoli in degenerazione grassa (n. 11 della Tavola) femmina. Peso gr. 26. Temperatura + 16° C. Gastrocnemio destro. Lunghezza mm. 30 5. Preparato nervomuscolare. Lunghezza della leva: dalla punta al perno mm. 172; dal perno all'attacco del muscolo, mm. 7. Animale curarizzato. Seconda scossa. Rocchetto secondario a 6. Distanza fra gli elettrodi mm. 6. Distanza fra l'elettrode distale e il tendine mm. 5. Peso gr. 2 5. Tempo di eccitazione latente: *ch*, 0'. 04400; *ap*, 0'. 04200.



I



II

