

RE
A T T I
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXVII.
1920

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIX.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1920

RENDICONTI
DELLE SEDUTE
DELLA REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE
DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

pervenute all'Accademia durante le ferie del 1920.

(Ogni Memoria o Nota porta a piè' di pagina la data d'arrivo).

Fisiologia. — *Nuove ricerche sui muscoli striati e lisci di animali omeotermi. XIII: Contrattura da freddo nei muscoli striati* (1). Nota del Socio F. BOTTAZZI (2).

Ho sperimentato su strisce di diaframma di cane, sospese fra due uncini d'oro e immerse in liquido di Ringer o in paraffina liquida (circa 50 cm³), per i quali gorgogliava ossigeno, e che erano lentamente e progressivamente riscaldati o raffreddati, a partire dalla temperatura dell'ambiente, seguendo lo stesso metodo da me già descritto in una precedente pubblicazione (3).

Lasciando da parte per ora gli effetti del lento riscaldamento, che formeranno oggetto di una Nota successiva, riferirò soltanto quelli del lento e progressivo raffreddamento.

Quando la temperatura del liquido in cui è immerso il preparato, indicata da un termometro disposto in maniera che il bulbo si trovasse a livello della parte media della striscia diaframmatica, raggiunge circa 0° C, il preparato compie un lento accorciamento, che ho chiamato « contrattura da freddo »

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisiologia sperimentale della R. Università di Napoli.

(2) Pervenuta all'Accademia il 9 agosto 1920.

(3) F. Bottazzi, *Nuove ricerche sui muscoli striati e lisci di animali omeotermi. XII: Azione delle alte e basse temperature sui muscoli lisci*. Archivio di Scienze Biologiche, I, pag. 37, 1919. (Ved. la descrizione e la figura dell'apparecchio a pp. 42-45).

(*contractura a frigore*): Spesso, l'accorciamento più cospicuo è preceduto da un lieve aumento del tono che può iniziarsi anche a 10° C e che può aumentare un poco intorno ai 5° C.

Se, raggiunta la temperatura di — 2° o — 4° C, si sospende il raffreddamento e si torna un poco a riscaldare il liquido, riportandolo a circa 0° C, la contrattura subito si risolve, e il preparato presto ritorna presso a poco alla sua lunghezza primitiva. Ma se la temperatura bassa di circa — 2° o — 4° C è mantenuta approssimativamente costante, la contrattura permane, pur presentando lievi oscillazioni.

Il fenomeno è, dunque, completamente reversibile, e la durata della contrattura dipende dalla durata del raffreddamento, raggiunto che sia quel grado di temperatura al quale corrisponde il massimo dell'accorciamento.

Il massimo dell'accorciamento è sempre considerevole, come risulta dalle figure qui riprodotte, ma esso non eguaglia mai, nei preparati diaframmatici normali, quello che la stessa striscia di diaframma è capace di raggiungere nella « contrattura da caldo » (a circa 45°-46° C).

Entro i limiti di temperatura, nei quali si presenta la contrattura da freddo, il preparato si dimostra ineccezionale dagli ordinari stimoli di corrente indotta; ma dopo la contrattura, esso si presenta eccitabile (intorno ai 15°-18° C) come prima che fosse raffreddato.

Il liquido di Ringer, per il quale gorgoglia l'ossigeno, in generale non gela a qualche grado sotto lo zero, per il fenomeno del sottoraffreddamento. Ciò non ostante, ho fatto esperimenti anche con liquido di Ringer di concentrazione doppia, e nel maggior numero dei casi, per evitare sicuramente il congelamento del liquido nel quale il preparato era immerso, mi sono servito della paraffina liquida (comunemente detta olio di vaselina).

Le curve di contrattura da freddo dei preparati immersi in liquido di Ringer di concentrazione doppia (ved. fig. 2) o in paraffina sono state sempre identiche a quelle ottenute dai preparati immersi in liquido di Ringer ordinario.

Il preparato muscolare non gela prima che la temperatura del liquido in cui è immerso abbia raggiunto i — 7° o — 8° C. Per accertarmene, ho interrotto rapidamente l'esperimento a varie temperature sotto lo zero, e ho palpato la striscia diaframmatica dopo averla messa fuori dall'apparecchio. Solo a — 7° o — 8° C la si trova irrigidita, indurita; ma basta tenerla per qualche istante fra le dita, perchè ritorni floscia e pieghevole. Il congelamento del preparato si annunzia sul tracciato (ved. fig. 5) con un'improvvisa elevazione della curva, prima debole, ma che poi aumenta se il raffreddamento continua. Ammesso che la temperatura della striscia diaframmatica sia press'a poco eguale (e tale deve essere, se il raffreddamento è abbastanza

lento) a quella della paraffina liquida in cui è immerso, si può affermare che il succo interstiziale dei muscoli striati gela a circa -8°C .

I preparati diaframmatici di canini neonati presentano (ved. fig. 3) una cospicua contrattura da freddo (e anche una fortissima contrattura da caldo, ved. la stessa figura).

La contrattura da freddo sembra essere un fenomeno molto labile. Due o tre ore dopo la morte dell'animale, durante la stagione calda (giugno, luglio), ventiquattr'ore dopo, durante l'inverno, non si riesce più a provarla, per quanto si raffreddi il preparato diaframmatico (ved. fig. 4). Eppure il muscolo è sempre eccitabilissimo. (La contrattura da caldo, invece, è dimostrabile ancora 5-7 ore dopo la morte dell'animale, durante la stagione calda; poi anch'essa scompare, e il muscolo presenta soltanto l'« accorciamento termico terminale », che dipende dalle strutture commettivali, collagene del muscolo; ved. fig. 5, B).

La contrattura da freddo (e lo stesso posso dire della contrattura da caldo) è affatto indipendente dalla normale innervazione del diaframma. Ho operato quattro cani di taglio del n. frenico destro al collo. Cinque giorni, dodici giorni, trenta giorni e quarantatré giorni dopo l'operazione, i quattro cani, che erano perfettamente guariti *per primam*, sono stati sacrificati, e ho fatto esperimenti comparativi su strisce del diaframma destro (enervato) e del diaframma sinistro (normale). In tutti i casi, la recisione delle radici del frenico era stata completa, e rigenerazione di esse non era avvenuta, perchè la stimolazione del frenico destro nel torace fu sempre del tutto inefficace sul diaframma. Cinque giorni e dodici giorni dopo il taglio del nervo, il diaframma destro non presentava ancora segni visibili, a occhio nudo, di degenerazione. Negli ultimi due cani, invece, la degenerazione era visibilissima, per il color rosso-giallastro sporco che presentava il diaframma destro fino a una netta linea di demarcazione, in avanti e in dietro, dal diaframma sinistro.

In tutti e quattro i cani, il preparato di diaframma enervato presentò la contrattura da freddo (e la contrattura da caldo). Ma una differenza, che se fosse costante avrebbe grande significato, ho notato fra la contrattura da freddo del diaframma del quarto cane, che presentava segni più gravi di degenerazione, e quella degli altri preparati enervati, oltre che di quelli normali. Come si vede nella fig. 6, quella contrattura fu straordinariamente durevole. Cessato il raffreddamento, che era stato spinto fino a -4°C , e riscaldato lentamente il muscolo, questo, cosa insolita, non cominciò subito ad allungarsi, ma solo dopo che la temperatura ebbe raggiunto circa 12°C . In altre parole, il muscolo degenerato si distingue dal normale per una spiccata capacità di rimanere più lungamente contratturato sotto l'azione del freddo, e anche per un tempo considerevole (nel caso della fig. 6, nove mi-

nuti) dopo che la sua temperatura ha raggiunto quel grado al quale i muscoli normali si distendono spontaneamente dopo aver presentato la contrattura. Nei muscoli degenerati in seguito ad enervazione, si direbbe che la funzione tonica o posturale è più accentuata.

I muscoli (gastrocnemio, sartorio ed altri) degli animali pecilotermi (rana, rospo) non presentano traccia alcuna di contrattura da freddo (mentre presentano una tipica contrattura da caldo). Raffreddati fino a -8°C (in paraffina liquida), gelano accorciandosi debolissimamente (di una frazione di millimetro), senza aver presentato la contrattura. Giova rammentare, a questo proposito, che Kühne non riesci a provocare nei plasmi contrattili indifferenziati (amebe, pseudopodii di *Actinophris Eichhornii*, *Aethalium septicum*), raffreddandoli fino a 0°C , un « Kältetetanus » analogo al « Wärmetetanus » che in essi poteva provocare riscaldandoli fino a $35^{\circ}\text{--}45^{\circ}\text{C}$ (1).

I tendini, fortemente raffreddati, gelano anch'essi, come i muscoli, a circa -8°C , ma senza presentare traccia di accorciamento prima di quello, debolissimo, che coincide col congelamento.

Per quanto riguarda la spiegazione chimico-fisica della contrattura da freddo, che sembra essere dovuta al sarcoplasma, non ho nulla, per ora, da aggiungere all'ipotesi da me formulata nel lavoro dianzi citato (pp. 74-76). Vi tornerò su con maggiori ragguagli sperimentali e più sviluppata discussione teorica quando pubblicherò la Memoria completa concernente l'azione della temperatura sui muscoli.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

FIG. 1. — Preparato diaframmatico di cane, in liquido di Ringer ossigenato. Peso: g. 3. Tempo: 1'.

Due successive contratture da freddo, separate da un periodo durante il quale il muscolo fu gradatamente riscaldato fino a 38°C . (21 aprile 1920).

FIG. 2. — Preparato diaframmatico di cane, in liquido di Ringer di doppia concentrazione (eccetto il contenuto in NaHCO_3), ossigenato. Peso: g. 5. Tempo: 1'.

Contrattura da freddo tipica, che s'inizia a 5°C , ma diventa forte e rapida fra 0° e -1°C . Poco dopo che la temperatura è scesa a -2°C , si riscalda lentamente, e a 0°C la contrattura si risolve.

A 48°C , contrattura da caldo dello stesso muscolo (luglio 1920).

FIG. 3. — Preparato diaframmatico di canino neonato, lungo 15 mm, sottilissimo, in liquido di Ringer ossigenato. Peso: g. 1. Tempo: 1'.

Contrattura da freddo a 2°C . Contrattura da caldo a 46°C (7 luglio 1920).

(1) W. Kühne, *Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität*, pp. 42-43, 46-47, 88, 101-103. Leipzig, 1864.

FIG. 4. — Preparato diaframmatico di cane decapitato poco meno di quattro ore avanti, in liquido di Ringer ossigenato. Peso: g. 3. Tempo: 1'.

La contrattura da freddo è già scomparsa.

La contrattura da caldo, a 45° C, è cospicua.

In (b), continuazione di (a), si vede l'allungamento del preparato fra 55° e 63° C, e l'accorciamento terminale, d'origine tendineo-connettivale, a 63° C (14 giugno 1920).

FIG. 5. — (A) Preparato diaframmatico di cane, tolto subito dopo la morte dell'animale, immerso in paraffina liquida. Peso: g. 5. Tempo: 1'.

(B) Preparato diaframmatico tolto circa 7 ore dopo la morte dello stesso cane. Peso: g. 5.

Il tracciato (A) dimostra una normale contrattura da freddo fra 1° e -2° C, e il congelamento del muscolo che avviene fra -7° e -8° C.

Il tracciato (B) dimostra, in a) la scomparsa della contrattura da freddo, in b) la quasi scomparsa anche della contrattura da caldo e la presenza del solo accorciamento terminale a 63° C (10 giugno 1920. Temperatura dell'ambiente: 26° C).

FIG. 6. — Preparato diaframmatico (diaframma destro) di cane operato di frenotomia destra al collo, 43 giorni avanti (il 18 giugno 1920), in paraffina liquida. (Il diaframma destro era degenerato, di color giallastro sporco. La stimolazione elettrica del tronco del frenico nel torace fu, naturalmente, del tutto inefficace. La stimolazione elettrica diretta del muscolo (3 volta, DR = 160 mm.) provocava contrazioni deboli e lente, come quelle ben note dei muscoli degenerati). Peso: g. 5. Tempo: 1'.

Contrattura da freddo a 2° C, caratterizzata da un lungo altipiano, che non si risolve esercitando una trazione sul muscolo (in a e in b), nè prima che la temperatura abbia raggiunto in 12° C.

Contrattura da caldo a 45° C, ma non molto alta.

(A 29° C, un tentativo di contrattura precoce, che si risolve spontaneamente a circa 33° C). (30 luglio 1920).

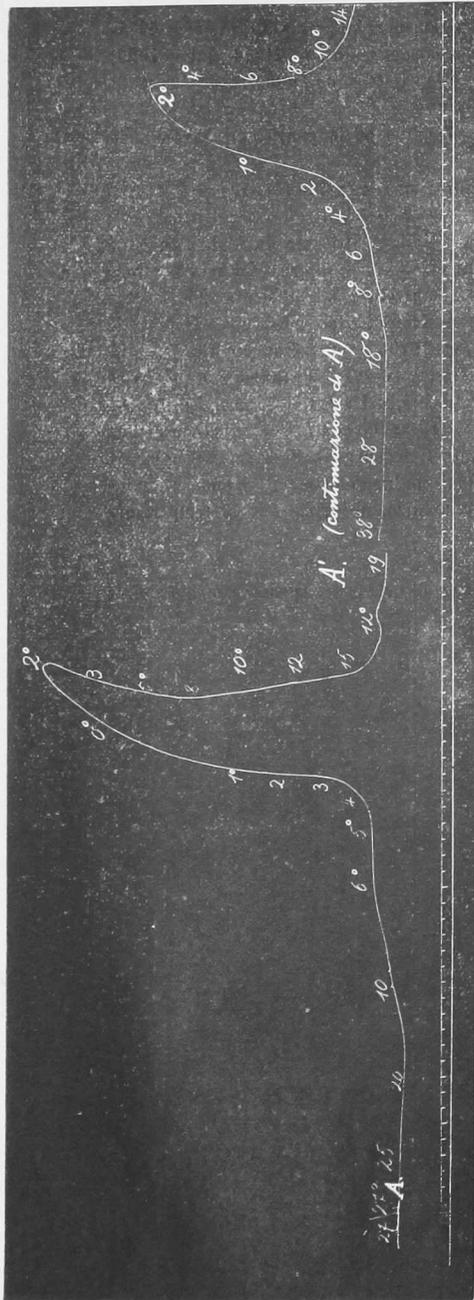


Fig. 1.

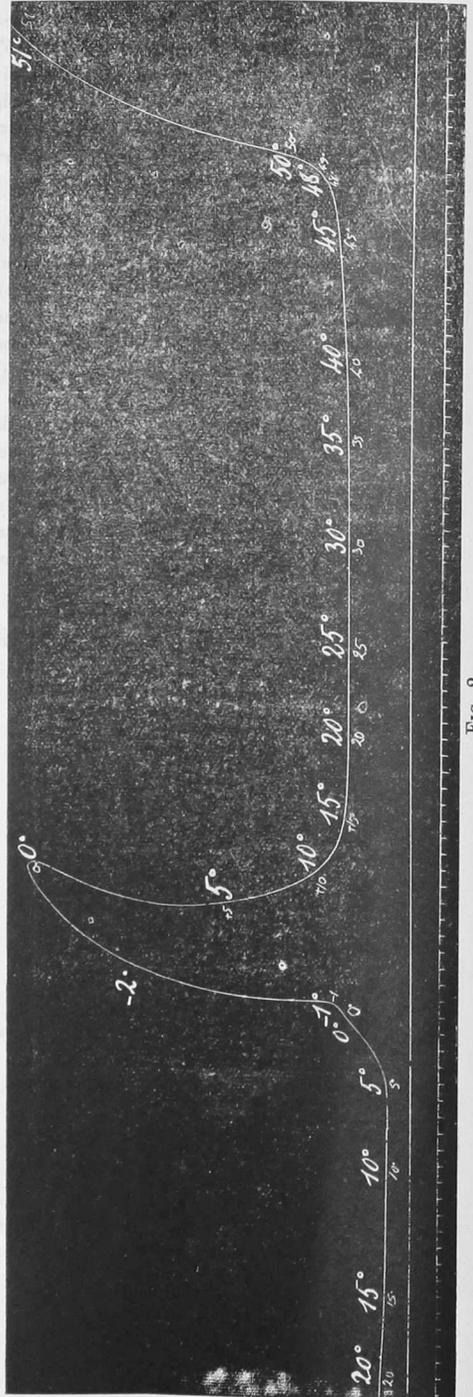


Fig. 2.

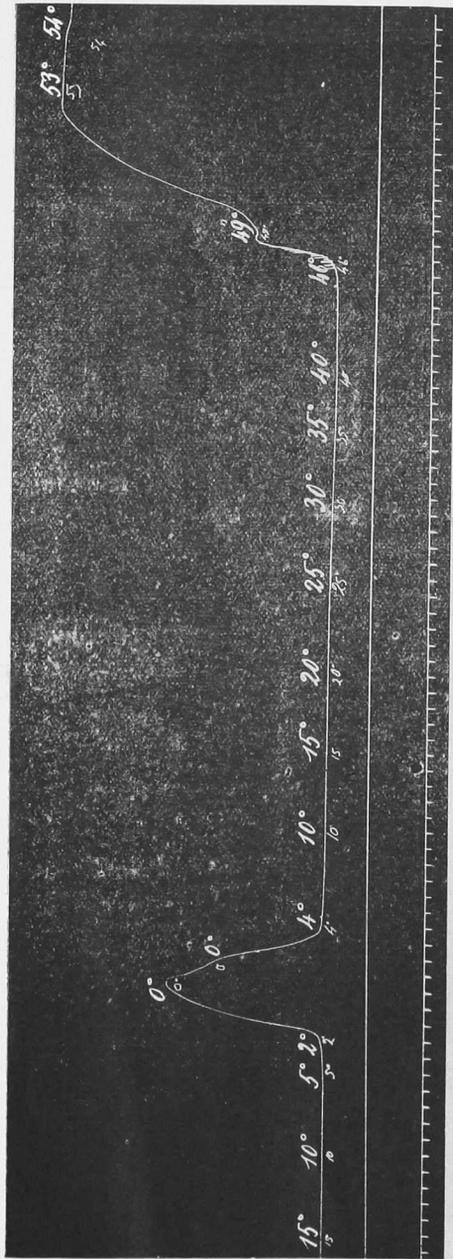


FIG. 3.

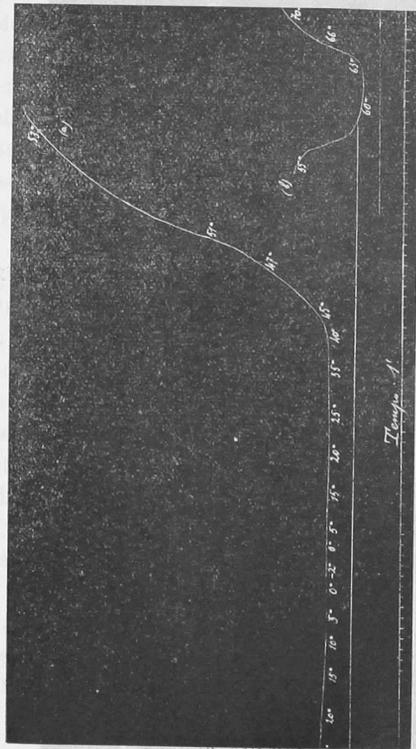


FIG. 4.

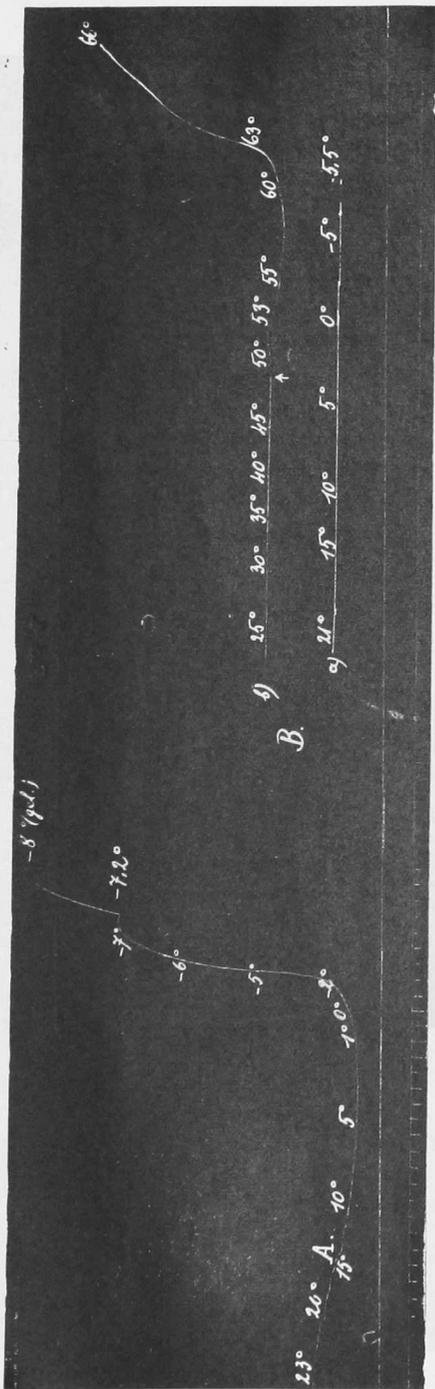


FIG. 5.

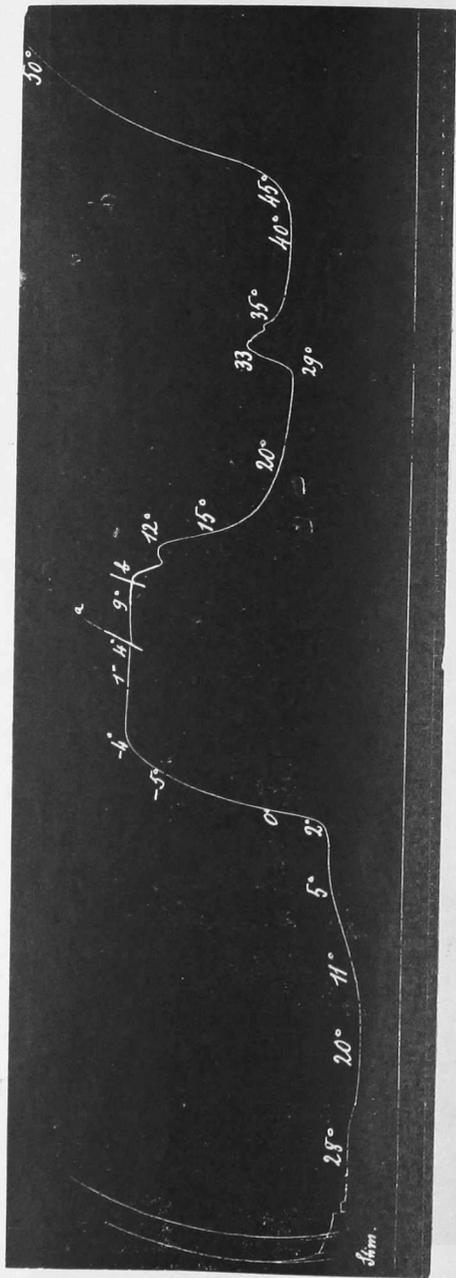


FIG. 6.