

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXIII.

1916

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXV.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTI. PIO BEFANI

1916

superiore. Intanto però il materiale paleontologico raccolto e radunato nel Museo geologico dell'Istituto di studi superiori di Firenze è preziosissimo e preziose sono le notizie raccolte sul nostro uomo preistorico. Ai cultori della scienza ho posto e pongo a disposizione, per lo studio, il materiale raccolto.

Fisiologia. — *Nuove ricerche sui muscoli striati e lisci di animali omeotermi. VIII: Azione dei gas della respirazione sul preparato diaframmatico* (parte 4^a). Nota del Corrispondente **FILIPPO BOTTAZZI** (1).

V.

Influenza dell'acido carbonico sul preparato diaframmatico stimolato ritmicamente.

I tracciati *A* e *B* della fig. 1 furono scritti da due preparati diaframmatici, tenuti nelle identiche condizioni entro la stessa camera-termostato: all'asciutto durante i periodi di stimolazione ritmica alterna, immersi in liquido di Ringer durante i periodi di riposo. Ma da 1 a 2, sul muscolo *B*, fu fatto agire l'acido carbonico, mentre *A* si trovava in atmosfera di ossigeno. Di conseguenza, le contrazioni ritmiche di *B* subito incominciarono a diminuire di altezza e poi cessarono del tutto; inoltre il preparato subì un accorciamento considerevole.

Degno di nota fu il fatto che il riposo produsse restaurazione della contrattilità, non ostante che il muscolo continuasse a rimanere in atmosfera di CO₂. Sostituito a CO₂ l'ossigeno, le contrazioni non aumentarono molto, e dopo un certo tempo diminuirono improvvisamente di altezza, mentre si produsse un ulteriore accorciamento del muscolo, che continuò ad accentuarsi col tempo.

Si confrontino i successivi periodi del tracciato *B* con quelli corrispondenti del tracciato *A*.

Quanto il muscolo possa essere danneggiato da un lavoro eseguito in atmosfera di solo acido carbonico, risulta anche evidentemente dall'esperimento, di cui riproduco i tracciati nella fig. 2.

Dei due preparati tenuti in atmosfera di CO₂ (da 1 a 2), uno (*A*) fu stimolato a lungo, l'altro (*B*) fu lasciato per lo stesso tempo a riposo.

Quindi fu sostituito all'acido carbonico l'ossigeno, che poi continuò a gorgogliare per tutta la durata dell'esperimento.

(1) Pervenuta all'Accademia il 26 giugno 1916.

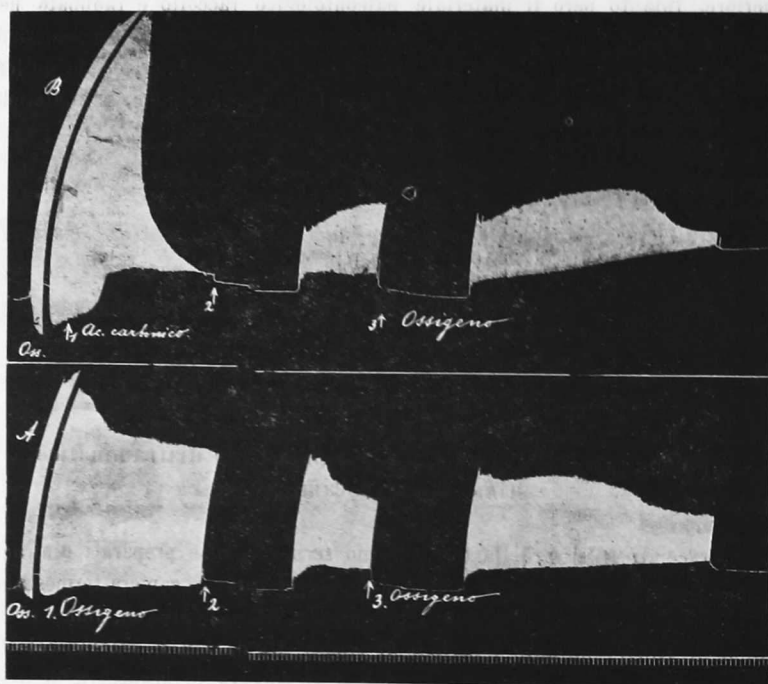


FIG. 1 ($\frac{1}{3}$). — A e B, due preparati della metà destra del diaframma di un cane molto giovane, immersi in liquido di Ringer durante i periodi di riposo, non immersi durante le stimolazioni.

Temper. 32° C. Peso: gr. 4; Tempo 1'. Stimolazioni: 2 acc. Edison. DR=prima 150, poi 160 mm. Frequenza: 30 stim. al 1' (29 giugno 1915).

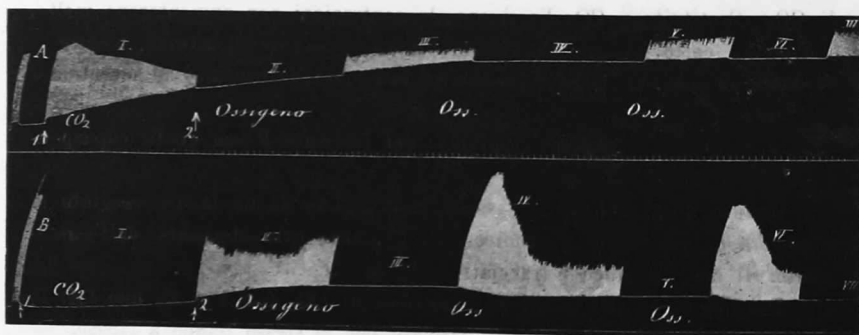


FIG. 2. — A e B, due preparati diaframmatici dello stesso cane, immersi in liquido di Ringer per $\frac{1}{3}$ della loro lunghezza, e stimolati in periodi alternantisi con periodi di riposo.

Temper.: 29° C. Peso: gr. 10. Tempo 1'. Stimolazioni: 2 acc. Edison. DR=180 mm. Frequenza: 34 stim. al 1' (19 gennaio 1915).

Stimolato il muscolo *B*, dopo il riposo in CO_2 , esso eseguì contrazioni di mediocre altezza (II), che andarono aumentando, sebbene assai lentamente, col tempo. E, dopo un altro lungo riposo in ossigeno (III), le contrazioni di *B* divennero (IV) così alte, come erano state quelle del muscolo fresco; e alte furono anche quelle del gruppo (VI), eseguite dopo un altro riposo (V), sempre in ossigeno.

Il preparato *A*, invece, dopo essere stato stimolato in presenza di CO_2 , si restaurò assai poco in ossigeno, come dimostra l'altezza delle contrazioni dei tre gruppi (III, V e VII), eseguite sempre con lunghi intervalli di riposo.

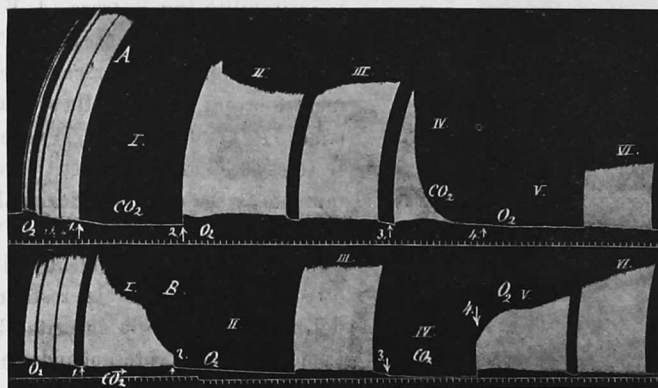


FIG. 3 ($\frac{1}{3}$). — *A* e *B*, due preparati rispettivamente della metà destra e sinistra del diaframma di un cane, non immersi in liquido di Ringer, nemmeno durante i periodi di riposo.

Temper.: 29°C . Peso: gr. 10. Tempo 1'. Stimol.: 2 acc. Edison. DR = 150 mm. Frequenza: 31 stim. al 1'. (L'ossigeno passa: fino a 1, da 2 a 3, da 4 in poi; e l'acido carbonico: da 1 a 2, da 3 a 4; per tutti e due i preparati) (20 gennaio 1915).

È vero che il muscolo *A* subì un forte accorciamento, onde esso s'immerse nel liquido di Ringer assai più del muscolo *B*, e quindi fu percorso da stimoli relativamente più deboli, per cui le contrazioni che eseguì furono meno alte di quanto sarebbero state se il livello del liquido non si fosse mutato. Ma ciò non toglie che la restaurazione fu in esso minore che nel muscolo *B*. A questa minore restaurazione delle contrazioni rapide riparò tuttavia, almeno in parte, il cospicuo accorciamento tonico del preparato, per cui si ottenne l'effetto, che le contrazioni del gruppo VII, sebbene assolutamente poco alte, raggiunsero coi loro apici un livello notevolmente superiore a quello delle prime contrazioni del muscolo freschissimo.

Un riposo prolungato iniziale del muscolo in atmosfera di sola CO_2 non ne altera sensibilmente la contrattilità (fig. 3, tracc. *A*, 1), come dimostra il fatto che, dopo il riposo, esso si contrae per molto tempo vigorosamente,

le contrazioni ritmiche essendo così alte, se non forse più alte, di quelle che sarebbero state, se il muscolo, per lo stesso tempo, fosse stato ritmicamente

stimolato in O_2 . Basta invece stimolare il muscolo per breve tempo in atmosfera di CO_2 , perchè le contrazioni rapidamente diminuiscano di altezza e quindi cessino del tutto (fig. 3, tracc. A, IV). E pure, un riposo di durata conveniente in O_2 è ancora capace di restituirgli, almeno in parte, la eccitabilità (fig. 3, tracc. A, V e VI).

L'azione deprimente della CO_2 sul muscolo stimolato ritmicamente, cioè mentre lavora, risulta dalla stessa fig. 3 (tracc. B, I), dove anche si vede come il riposo e l'ossigeno restituiscono al muscolo la sua capacità funzionale primitiva (fig. 3, tracc. B, II-III e V-VI).

In un altro esperimento giunsi a ottenere la quasi totale restaurazione del muscolo, reso già inecitabile dall'acido carbonico, prolungando di molto l'osservazione, somministrando al preparato molto ossigeno, e da ultimo alternando i periodi di stimolazione ritmica con opportuni intervalli di riposo. Il corrispondente tracciato è quello della fig. 4. L'acido carbonico agì da 1 a 2. Quando si ricominciò a far passare l'ossigeno, il muscolo era già da un pezzo divenuto inecitabile. Dopo un certo tempo, il preparato tornò a rispondere agli stimoli ritmici, e le contrazioni andarono via via aumentando di altezza, mentre anche il tono del preparato progressivamente si elevava (III).

Durante il IV periodo dell'esperimento, le stimolazioni furono applicate

a gruppi, con grandi intervalli (durante i quali il cilindro rimaneva fermo). Come si vede, col tempo, mentre il muscolo si andò man mano riallungando, le contrazioni crebbero di altezza, fino a raggiungere (per es. quelle dell'ultimo gruppo a destra) un'altezza superiore a quella delle contrazioni scritte nel tratto II del tracciato.



Fig. 4 (1/3). — Preparato diaframmatico di cane immerso in liquidi di Ringer per $1/4$ della sua lunghezza. Temper.: 31° - 32° C. Peso: gr. 10. Tempo 1'. Stim.: 2 acc. Edison. DR=150 mm. Frequenza: 30 stim. al 1' (5 febbraio 1915).

Che la restaurazione del tono e dell'altezza delle contrazioni in questo caso abbia avuto luogo, non c'è dubbio; e vi avranno contribuito la lunga durata dell'esperimento, l'aver tenuto il muscolo sempre immerso in liquido di Ringer per $\frac{1}{5}$ della sua lunghezza, e forse anche una eccezionale resistenza del preparato. Ma io debbo far osservare che la permanente parziale immersione del muscolo in liquido di Ringer produsse, anche questa volta, l'inconveniente di aumentare, man mano che il muscolo si veniva accorciando, il suo grado d'immersione, e quindi di diminuire l'intensità degli stimoli.

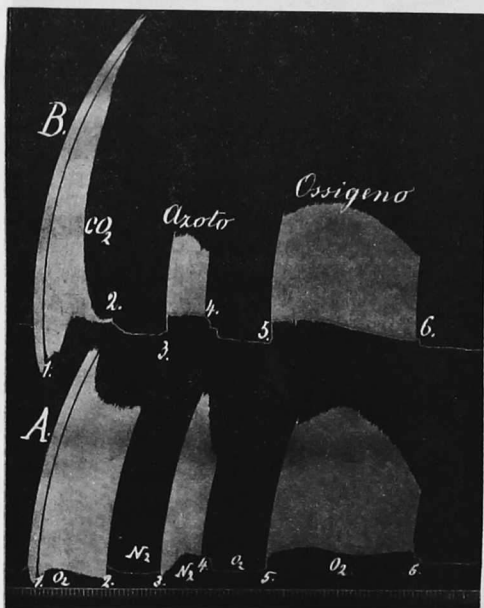


FIG. 5 ($\frac{1}{5}$). — *A* e *B*, due preparati della metà destra del diaframma di un cane giovane, immersi in liquido di Ringer durante i periodi di riposo, non immersi durante le stimolazioni.

Temper.: 32° C. Peso: gr. 4. Tempo 1'. Stimolazioni: 2 acc. Edison. DR = 160 mm. Frequenza: 32-34 stim. al 1'.

L'esperimento, di cui riproduco i tracciati nella fig. 5, dimostra che il semplice allontanamento dell'acido carbonico per mezzo di una corrente di azoto, basta, senza somministrazione di ossigeno, a restaurare in parte il muscolo già reso ineccitabile (tracciato *B*).

Dallo stesso esperimento si rileva che, in presenza di solo azoto (da 2 a 4, nei tracciati *A* e *B*) il muscolo, come ho già detto, si affatica più presto che in presenza di ossigeno (fra 5 e 6, nei tracciati *A* e *B*), ma meno rapidamente che in atmosfera di sola CO_2 (fra 1 e 2, nel tracciato *B*).

Quando, a causa dell'azione dell'acido carbonico, il muscolo non risponde più alle stimolazioni del nervo, il muscolo invece risponde ancora alle stimolazioni dirette; e con contrazioni che, per un certo tempo, non sono meno

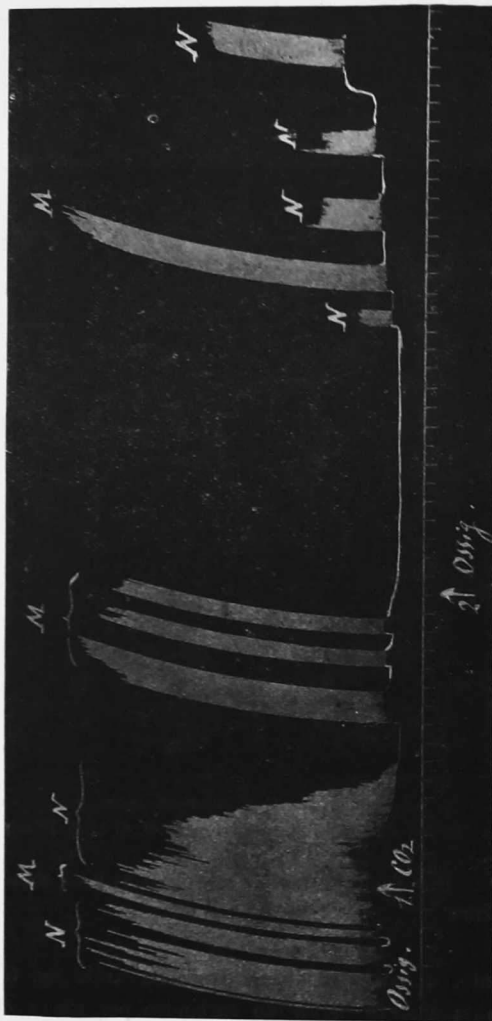


FIG. 6. — Preparato frenico-diaframmatico di cane non immerso in liquido di Ringer. Temper.: 32° C. Peso: gr. 10. Tempo 1'. Stimolazioni: 2 acc. Edison. DR = 120 mm. Frequenza: 30 stim. al 1' (5 gennaio 1915).
M = contrazioni provocate mediante stimolazione diretta.
N = " " " " del nervo.

alte di quelle che lo stesso muscolo aveva eseguito, prima dell'azione dell'acido carbonico, in risposta a stimoli diretti della stessa intensità (ved. fig. 6, dove *M* significa stimolazioni del muscolo, *N* del nervo).

Inoltre, la stessa fig. 6 dimostra che l'ossigeno ripristina col tempo anche l'eccitabilità indiretta del preparato.

Un altro esempio di restaurazione graduale dell'altezza delle contrazioni, che già erano diminuite ma non sopresse sotto l'influenza dell'acido carbonico, per opera dell'ossigeno, può vedersi nella fig. 7, nel qual caso la restaurazione fu certamente favorita dal fatto, che a un certo momento il muscolo fu stimolato, non continuamente come prima, ma a periodi separati da intervalli di riposo.

Finora, cioè facendo agire l'azoto o l'acido carbonico da soli, non mi è riuscito di osservare traccia di un aumento, sia pure transitorio, dell'altezza delle contrazioni muscolari, sperimentando nelle condizioni sopra dette, vale a dire sul muscolo immerso o tenuto all'asciutto, alla temperatura di 34°-37° C., e variando la frequenza degli stimoli da 30 a 40 per minuto.

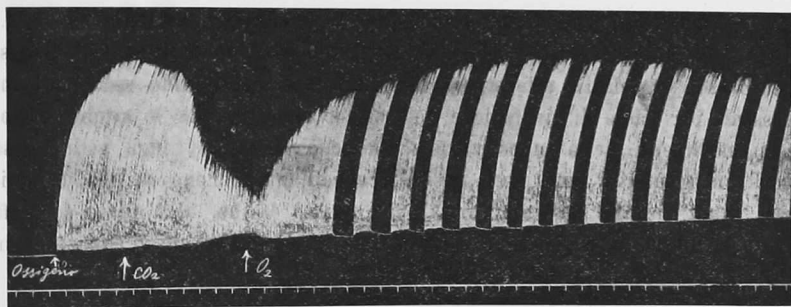


FIG. 7. — Preparato diaframmatico di cane non immerso in liquido di Ringer (il muscolo aveva già funzionato per parecchio tempo).

Temper.: 32° C. Peso: gr. 10. Tempo 1'. Stimolazioni: 2 acc. Edison. DR=120 mm. Frequenza: 34-36 stim. al 1' (4 gennaio 1915).

Ma ho fatto anche molti esperimenti mescolando i detti gas con ossigeno in proporzioni diverse, cioè una parte, per es., di anidride carbonica con una, due, tre o quattro parti di ossigeno. I risultati ottenuti, però, non sono stati soddisfacenti. Infatti, nel maggior numero dei casi ho osservato che quando all'ossigeno era mescolata anidride carbonica, secondo che questa veniva a trovarsi in proporzione più o meno grande nel miscuglio gassoso, le contrazioni muscolari diminuivano più o meno di altezza.

Solo in qualche caso mi è occorso di notare un lieve e transitorio aumento dell'altezza delle contrazioni. Ma la stessa rarità del fenomeno scema di molto l'importanza di esso.

In un caso, nel quale il muscolo non era immerso, l'aumento fu reale, ma probabilmente dovuto al fatto, che il muscolo freschissimo fu stimolato a intervalli considerevoli e per breve tempo ciascuna volta. Ci trovavamo, quindi, in condizioni analoghe a quelle nelle quali fu già da me osservata

la possibilità dell'aumento in altezza delle contrazioni muscolari sotto l'influenza dell'acido carbonico (ved. questa Nota VIII, parte 1^a). Ma negli altri casi, nei quali il muscolo era per $\frac{1}{3}$ della sua lunghezza immerso in liquido di Ringer, il transitorio aumento poteva esser dovuto a differenze della intensità degli stimoli che provocavano le contrazioni.

Fisica matematica. — *Sui moti di un liquido viscoso compatibili col moto traslatorio di un solido di rivoluzione immerso nel liquido stesso.* Nota di UMBERTO CRUDELI, presentata dal Corrispondente E. ALMANSI ⁽¹⁾.

In una Nota inserita nei Rendiconti di questa R. Accademia (1° sem., 1911, pag. 341) il dott. Zondadari, ispirandosi ai metodi ed alle ipotesi del Basset ⁽²⁾ relativi allo studio dei moti lenti del liquido secondo piani passanti per l'asse di rivoluzione del solido, dimostra che lo studio di costesti movimenti, nella supposizione che ciascuno di essi avvenga nello stesso modo in ognuno di quei piani, si traduce nell'integrazione di una complicata equazione alle derivate parziali del quarto ordine, alla quale soddisfa la funzione ψ di corrente. Precisamente egli dimostra che l'equazione in discorso risulta dalle due seguenti:

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{\partial \Omega}{\partial t} = \nu \left(\Delta^2 \Omega - \frac{\Omega}{r^2} \right) \\ \Omega = -\frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) \right\}, \end{cases}$$

mediante eliminazione di Ω .

Mi propongo qui di mostrare che, seguitando a denotare con r la distanza di un generico punto del liquido dall'asse di rivoluzione del solido, ed introducendo una nuova funzione $F(r, z, t)$ legata alla ψ mediante $\psi = r \frac{\partial F}{\partial r}$, la suddetta equazione può condursi alla seguente:

$$\frac{\partial \Delta^2 F}{\partial t} = \nu \Delta^2 F,$$

dove ν (rapporto fra viscosità e densità del liquido) è un'assegnata costante positiva.

⁽¹⁾ Pervenuta all'Accademia il 4 agosto 1916.

⁽²⁾ *Treatise on Hydrodynamics*, vol. II.