ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIII.

1906

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XV.

2° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1906

Fisiologia. — *Sulla Fisiologia della Respirazione.* II. *Della tonicità dei muscoli respiratorî.* Nota di V. Ducceschi, presentata dal Socio L. Luciani.

Dalle tre forme per le quali si manifesta a noi l'attività funzionale dei centri del respiro, e cioè il *ritmo* delle respirazioni, l'*ampiezza* loro e lo stato di *tonicità* della muscolatura toracica e del diaframma, quest'ultima è la meno nota; la scarsezza delle nostre cognizioni a suo riguardo risente in parte della oscurità che ancora domina sulle manifestazioni del tono nei muscoli scheletrici. Ho creduto perciò degno di essere registrato un fenomeno riguardante la tonicità dei muscoli del respiro, che mi avvenne di osservare recentemente. Come per altre ricerche sulla innervazione respiratoria, anche per questa ci apparisce forse maggiore l'interesse suo come contributo alle nostre conoscenze sulle attività funzionali dei centri nervosi, che non per ciò che si riferisce ai fenomeni del respiro. Le manifestazioni del ritmo e della intensità degli atti respiratorî ci si mostrano ricollegate più direttamente alla finalità della funzione di cui sono strumento, di quello che ciò appaia per lo stato di tonicità dei muscoli che partecipano a quella funzione. Questo è dovuto a che noi vediamo raramente entrare in azione, in condizioni normali, i fenomeni del tono dell'apparato respiratorio, forse anche perchè non sono sempre adeguati a raccoglierne le manifestazioni i mezzi in uso per registrare i moti respiratorî. Ma un'altra ragione della minore importanza per la funzione respiratoria che noi siamo inclinati ad attribuire allo stato di tonicità dei muscoli del respiro, sta forse anche nel non aver rivolto ancora la patologia la sua attenzione a questa manifestazione dell'attività funzionale dei centri respiratorî, la quale ha indubbiamente una parte tutt'altro che trascurabile in molti fatti morbosi che hanno sede nell'apparato del respiro ma che sfugge facilmente all'indagine clinica.

Premetto alla esposizione delle mie ricerche un breve cenno sullo stato attuale delle nostre conoscenze intorno alla tonicità dei muscoli del respiro.

Le oscillazioni nella tonicità dei muscoli respiratorî furono descritte per la prima volta del 1885 dal Mosso [1] che le osservò nel coniglio avvelenato con piridina e nell'uomo durante il sonno. Tali oscillazioni comparivano spontaneamente e si collegavano spesso col fenomeno della respirazione periodica; in questo caso la diminuzione nella tonicità dei muscoli coincideva con un abbassamento nella forza dei movimenti del respiro. Ma il Mosso vide che le oscillazioni del tono potevano presentarsi anche restando inal-

[1] Mosso A., *La respirazione periodica e la respirazione superflua o di lusso.* Memorie della R. Accad. dei Lincei. Classe di scienze fis. ecc, ser. 4ª, vol. I, 1884-85, pag. 457.

terato il ritmo del respiro ed erano indipendenti dalle oscillazioni nella attività del centro vasomotorio.

Pochi anni dopo (1890) l'Aducco [1] nelle sue ricerche sui centri respiratorî, osservò spesso sui cani col bulbo cocainizzato le oscillazioni toniche dei muscoli respiratori ed in ispecie di quelli del torace. Egli constatò un fatto importante per le sue conseguenze dottrinali, e cioè che durante la paralisi bulbare da cocaina, nella completa assenza dei movimenti respiratorî spontanei, vi possono essere dei cambiamenti nel tono dei muscoli del respiro. Tali oscillazioni del tono cessano completamente nell'asfissia avanzata.

Il Mosso [2] ritornò parecchi anni più tardi (1903) ad occuparsi dello stesso argomento e vide le oscillazioni nella tonicità del torace e del diaframma nel coniglio normale, sveglio e non fissato sull'apparecchio di contenzione; quelle variazioni non coincidevano con i cambiamenti nel volume dei vasi sanguigni dell'orecchio. Le oscillazioni della tonicità si ritrovano più forti del coniglio addormentato non troppo profondamente con cloralio; quando il sonno è molto profondo, scompaiono. Anche l'uomo normale, sveglio, presenta quel fenomeno tanto nei muscoli del torace quanto nel diaframma; in queste due parti le modificazioni del tono decorrono ordinariamente, ma non sempre, in modo parallelo.

Le stimolazioni cutanee (raffreddamento) cagionano nell'uomo delle variazioni considerevoli (e non parallele) nella tonicità della muscolatura toracica e del diaframma. Inalando un miscuglio gassoso ricco di anidride carbonica (20 %) comparisce nell'uomo un tetano inspiratorio, seguito talvolta da un abbassamento del tono. Anche se si trattiene o si ostacola il respiro, avviene un aumento di tonicità del torace e del diaframma.

La stanchezza produce nell'uomo una diminuzione di tonicità dei muscoli respiratorî. Anche il Mosso ha veduto che vi possono essere dei cambiamenti nel tono di quei muscoli nell'assenza dei movimenti respiratorî spontanei.

In ulteriori ricerche [3] il Mosso notò che la tonicità del torace, ma più ancora quella del diaframma, diminuiscono per breve tempo durante l'apnea.

Egli stabilì poi, con nuovi fatti, l'indipendenza dello stato di tonicità dei muscoli respiratorî dal ritmo e dalla intensità delle respirazioni.

Le oscillazioni nella tonicità della muscolatura dell'apparato respiratorio non rappresentano che periodi di maggiore o minore attività di una parte dei centri del respiro.

La prontezza con cui si modifica la tonicità per gli eccitamenti esterni, fa ritenere quella come la prima manifestazione (in ordine al tempo) della modificata influenza del centro respiratorio sui muscoli che ne dipendono. Per il Mosso l'origine dei fenomeni di tonicità dei muscoli del respiro risiede piuttosto nel midollo allungato.

Il fenomeno da me osservato, e che ora descriverò brevemente, consiste in ciò che dopo la doppia vagotomia più non si riesce a produrre nel cane le modificazioni riflesse nella tonicità dei muscoli respiratorî. Le oscillazioni della tonicità del torace e del diaframma possono dividersi: *a*) in automa-

[1] Aducco V., *Sur l'existence et la nature du centre respiratoire bulbaire.* Archives ital. de biol. XIII, 1891, pag. 116.

[2] Mosso A., *I movimenti respiratorii del torace e del diaframma.* Memorie della R. Accad. delle Scienze, Torino, Sez. II, tom. LIII, 1903, pag. 397.

[3] Mosso A., *La fisiologia dell'apnea studiata nell'uomo.* Memorie della R. Accad. delle Scienze, Torino, Sez. II, tom. LIII, 1903, pag. 367; *La respirazione periodica quale si produce nell'uomo sulle Alpi*, ibid. vol. LV, 1905, pag. 57.

tiche o spontanee, che si presentano senza una cagione esterna apprezzabile, e: *b*) in riflesse, dovute cioè ad eccitamenti esterni e che si possono provocare artificialmente tanto nell'uomo che negli animali. Nel cane, nelle comuni circostanze di osservazione e di esperimento, le oscillazioni automatiche della tonicità dei muscoli respiratorî sono rare ad osservarsi, od almeno non sono così evidenti come p. es. nel coniglio. Ma si ottengono però facilmente le modificazioni riflesse con gli eccitamenti periferici i più svariati, ed in special modo con la stimolazione meccanica od elettrica dei tronchi nervosi

Preparato in un cane, sotto la narcosi cloroformica, un ramo del plesso cervicale o brachiale, oppure il nervo crurale, si lascia risvegliare quasi completamente l'animale dalla narcosi e quindi si stimola con una corrente faradica di lieve intensità il tronco nervoso; se contemporaneamente si registra la curva dei movimenti respiratorî del torace con un comune pneumografo (io mi servivo di un doppio tamburo del Marey applicato sulla parte media del torace) allora si osserva di solito un sollevamento ben marcato nella ascissa dei moti respiratorî, ossia una dilatazione del torace, che è transitoria e che varia nella sua forma in special modo in relazione con il grado dello stimolo. Anche il ritmo e la intensità delle respirazioni si modificano nello stesso tempo nei modi ben noti, come vedremo meglio fra breve. Eccitamenti elettrici debolissimi cagionano un sollevamento lento e poco marcato dell'ascissa ed i caratteri delle singole respirazioni si modificano pochissimo. Le stimolazioni più forti, e così pure il pinzettamento, la legatura o lo stiramento del tronco nervoso, cagionano di solito una dilatazione improvvisa e considerevole del torace (fig. 1) l'animale trasalisce, sussulta e le respirazioni divengono assai più ampie mentre la loro frequenza od aumenta in un primo tempo per poi dar luogo ad una rarefazione più o meno marcata, o quest'ultima si presenta fin da principio. Cessato lo stimolo, ma anche prima, il torace ritorna lentamente allo stato iniziale di tonicità; però talvolta l'ampliamento del torace è seguito da un restringimento transitorio oltre il grado primitivo. In questa ricerca bisogna evitare i forti stimoli che determinano delle reazioni generali, ciò che disturba la registrazione dei fenomeni respiratorî.

Questo è il risultato più frequente ad ottenersi quando si stimolino i tronchi nervosi scoperti; ma per riguardo alla tonicità dei muscoli toracici si hanno talvolta delle eccezioni rappresentate o dalla mancanza di ampliamento del torace o dalla comparsa di un transitorio restringimento di esso. La mia ricerca si è limitata, per quello che riguarda gli effetti della doppia vagotomia dei quali fra breve mi occuperò, ai casi in cui si ottenne come reazione la dilatazione toracica. Si noti che le eccezioni rappresentano un modo tutto individuale di comportarsi del sistema nervoso; nei cani, in cui agli stimoli periferici segue il sollevamento del tono dei muscoli respiratorî toracici, si ottiene costantemente questa reazione, mentre nei pochi casi, in

cui il tono si comporta diversamente, manca di regola la dilatazione riflessa del torace.

Ancora una osservazione da fare. Accennando a questi risultati, io ho a bella posta parlato di dilatazione e restringimento del torace, di innalzamenti ed abbassamenti nella ascissa della curva respiratoria, senza usare i termini « aumento » e « diminuzione » del tono, perchè in molte circostanze è difficile il giudicare, dal semplice aspetto momentaneo del tracciato, se una dilatazione od un restringimento del torace sono cagionati rispettivamente

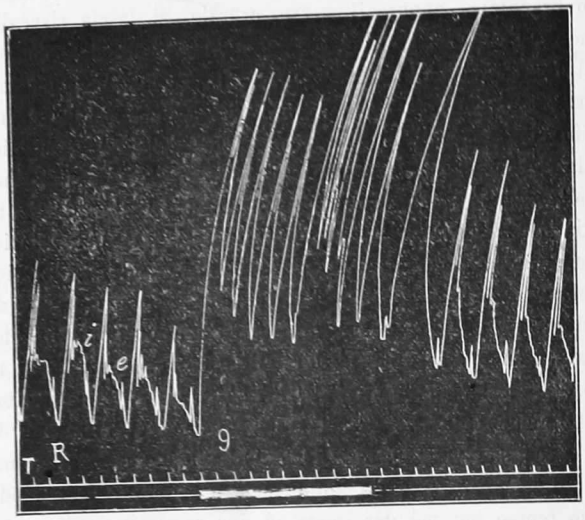

Fig. 1. — R, Curva dei movimenti toracici nel cane; *i*, inspirazione, *e* espirazione. In 9 si stimola il nervo crurale di sinistra con una corrente faradica; elevazione di tonicità dei muscoli del torace; T, tempo, di cui ogni divisione è uguale ad 1″.

da una accresciuta tonicità dei muscoli inspiratorî o da un rilasciamento dei muscoli espiratorî in precedenza ipertonici e viceversa. Solo caso per caso e quando si abbia una esatta conoscenza delle condizioni di tonicità del torace che precedettero una data reazione, si potrà giudicare di qual natura sia il cambiamento in corso nella tonicità del torace.

Una speciale menzione merita il comportamento del frenico. La legatura, ed in minor grado la sezione, di questo nervo cagiona una rapida, considerevole ed abbastanza duratura dilatazione del torace; serva come esempio la fig. 2. Nello stesso tempo le respirazioni si fanno di solito molto più ampie ed alquanto più rare. Io credetti dapprima che la diminuita tensione della porzione corrispondente del polmone, dovuta alla paralisi di una metà del diaframma, determinasse in via riflessa (per la via del vago) l'aumento di

volume del torace. Ma osservai ben presto che facendo una seconda ed una terza legatura sul tratto centrale del nervo, si riproduceva il fenomeno. Ciò mi convinse che si trattava di una modificazione riflessa della tonicità dei muscoli respiratorî toracici, dovuta alla stimolazione delle fibre afferenti del frenico. Effetti simili si hanno elettrizzando il moncone centrale di quel nervo, ma meno evidenti e costanti per la difficoltà di evitare diffusioni di stimolo ai tronchi nervosi vicini.

Fu per il frenico che io osservai per la prima volta come dopo la sezione dei due tronchi vago-simpatici, il taglio e la legatura di esso non cagionavano più la dilatazione del torace. Si ottenevano invece solo delle modificazioni nel ritmo e

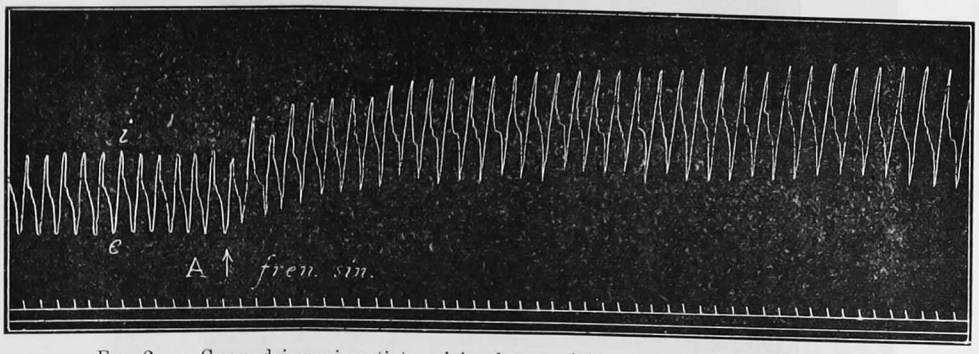

Fig. 2. — Curva dei movimenti toracici nel cane; *i*, inspirazione, *e*, espirazione. In A si lega il frenico sinistro; elevazione nella tonicità dei muscoli del torace. Le divisioni del tempo come nella fig. 1.

nella forza delle respirazioni molto simili a quelle prima osservate; talora si aveva anche un aumento nella frequenza. Mi avvidi dopo poco che lo stesso fatto si verificava anche per la stimolazione di altri nervi misti dopo la doppia vagotomia; si osservavano le modificazioni riflesse nel ritmo e nella intensità delle respirazioni (l'aumento di frequenza e di ampiezza sono la reazione predominante) ma le variazioni riflesse della tonicità nel torace più non si ottenevano. Sperimentai anche in questo caso sui tronchi misti del plesso cervicale e brachiale e sul nervo crurale, servendomi di stimolazioni meccaniche ed elettriche (faradizzazione) ma il risultato fu sempre identico.

Nell'eseguire queste indagini è consigliabile di far trascorrere un certo tempo dal momento della sezione dei vaghi, che fu sempre eseguita sotto la narcosi cloroformica; anche se si attende alcune ore gli effetti non variano, ma il respiro dell'animale è più tranquillo ed i risultati sono più evidenti. Ciò dimostra inoltre che non si tratta di un effetto transitorio, successivo al trauma dalla doppia vagotomia.

Le figure 3 e 4 forniscono un esempio degli effetti della stimolazione dei nervi frenico e del crurale dopo la sezione dei tronchi vago-simpatici. In questo caso manca la dilatazione riflessa del torace.

Come si comporti nelle condizioni ora ricordate la tonicità del diaframma le mie ricerche non permettono di deciderlo; l'applicazione di un frenografo due volte sullo stesso animale a distanza di qualche ora, avrebbe complicato l'esperimento in modo da render difficile qualsiasi deduzione teorica.

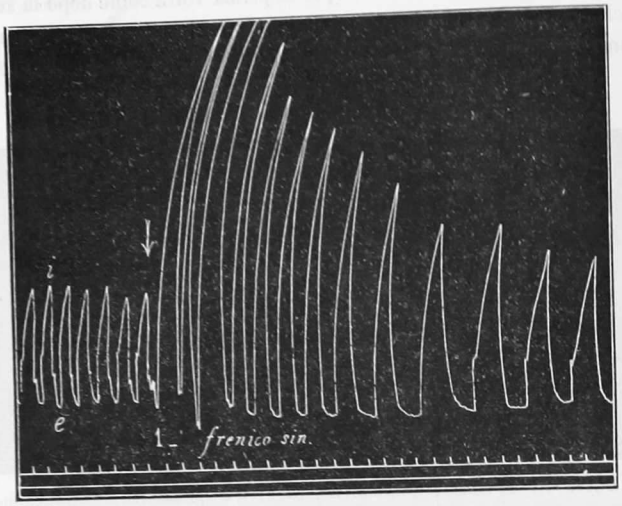

Fig. 3. — Curva dei moti toracici nel cane; *i*, *e*, come nella fig. precedente. In 1 si lega il frenico sinistro. Si erano precedentemente sezionati i due vaghi e manca l'elevazione del tono.

Se la sezione dei vaghi eserciti qualche influenza sulle oscillazioni automatiche, spontanee, della tonicità dei muscoli respiratorî, non è possibile il deciderlo nel cane, dove esse sono assai rare a sorprendere.

La doppia vagotomia determina adunque nei centri respiratorî del cane l'incapacità di reagire agli stimoli esterni con delle modificazioni nello stato di tonicità dei muscoli, la cui funzione è subordinata all'attività di quei centri. L'interpretazione di questo fenomeno non è facile. Nell'Istituto Fisiologico di Roma si è veduto recentemente che la sezione dei vaghi abolisce la dilatazione acuta del torace che segue alla penetrazione dell'acqua nelle vie respiratorie [1], ma ciò non avrebbe fatto certamente supporre che dopo quell'ope-

[1] Cenciarini A. M., *Sulla dilatazione acuta del torace negli annegati*. Archivio di farmacologia sperim. anno 1906, fasc. 8.

razione non si ottenessero più le modificazioni riflesse nella tonicità dei muscoli respiratorî che non si originano nel territorio d'innervazione del vago.

La spiegazione più semplice del fenomeno sarebbe che la doppia vagotomia determina tale uno stato di depressione dei centri respiratorî, da renderli incapaci di reagire agli stimoli esterni con le modificazioni toniche nei muscoli del respiro. In ogni caso un tale stato di depressione non si esplicherebbe certamente sul grado di tonicità della muscolatura respiratoria, perchè è noto

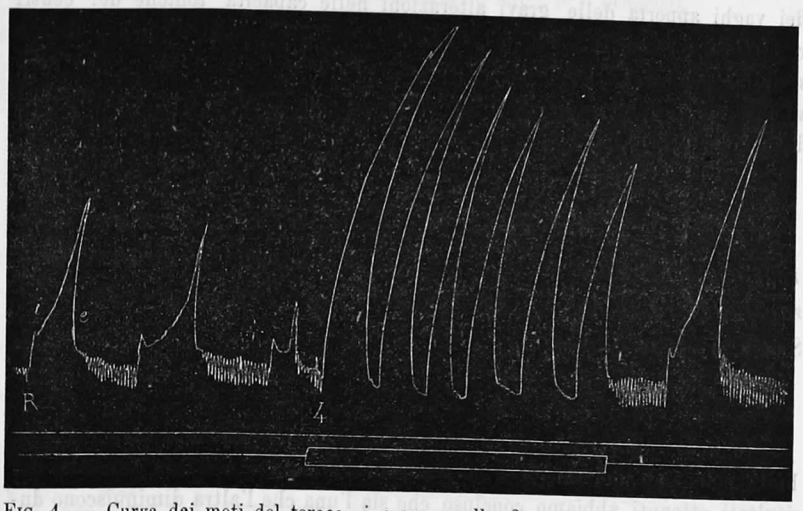

Fig. 4. — Curva dei moti del torace; *i*, *e* come nelle figure precedenti. Sezione bilaterale del vago. In 4 si stimola con una corrente faradica il nervo crurale di destra; manca l'elevazione della tonicità.

che esso non subisce delle alterazioni notevoli per la doppia vagotomia. Ma ciò che rende assai perplessi ad accettare una simile spiegazione si è che in seguito alla sezione dei due vaghi persistono le modificazioni riflesse del ritmo e della forza delle respirazioni, mentre mancano le oscillazioni riflesse del tono.

È legittimo quindi il ricercare in un altro ordine di fatti la spiegazione del fenomeno. Entriamo qui naturalmente più che mai nel campo delle ipotesi; ma esse sono necessarie nel caso nostro, rappresentando come la traccia da seguire in ulteriori ricerche che saranno estese anche ad altre specie animali e segnatamente al coniglio. Una seconda spiegazione potrebbe essere la seguente: ogni variazione nella tonicità dei muscoli respiratorî cagiona una modificazione nello stato della tensione media del polmone, modificazione della quale i centri respiratorî son avvertiti per mezzo dei vaghi; quando, per la

sezione di questi nervi, i polmoni sono divenuti anestetici ed i centri nervosi non hanno più la nozione dello stato di tensione media che domina in quegli organi, può essere che manchi allora una delle condizioni perchè si abbiano delle oscillazioni riflesse di quello stato, ossia perchè si producano le variazioni di tonicità dei muscoli respiratorî. Per la muscolatura degli arti sono le radici posteriori che regolano la tonicità; per la muscolatura dell'apparato respiratorio una parte non indifferente in tal regolazione deve spettare alle fibre sensitive del polmone. Non vi è da meravigliarsi quindi se la sezione dei vaghi apporta delle gravi alterazioni nelle capacità toniche dei centri respiratorî; se non si ha la perdita della tonicità (che dipende per la sua semplice persistenza dalle radici posteriori delle paia spinali che danno fibre all'apparato respiratorio), è abolita invece la capacità nei centri respiratorî di modificare le condizioni del tono in via riflessa.

Fisiologia. — *Esiste un rapporto fra la reazione vera e la reazione potenziale del sangue alla pressione normale e nell'aria rarefatta?* [1]. Nota del dott. ALBERTO AGGAZZOTTI, presentata dal Socio A. MOSSO.

II.

In una Nota [2] precedente abbiamo studiato l'alcalinità vera e l'alcalinità potenziale del sangue alla pressione normale e nell'aria rarefatta, dai risultati ottenuti abbiamo concluso che sia l'una che l'altra diminuiscono durante la rarefazione.

Nella presente Nota mi sono proposto di esaminare se le modificazioni che avvengono nell'alcalinità vera corrispondono a quelle che si osservano nell'alcalinità potenziale. I valori dell'alcalescenza vera che abbiamo trovati col metodo elettrometrico, sono espressi in C_H, mentre i valori dell'alcalescenza potenziale, determinati col metodo titolimetrico, sono espressi in mm.gr. di Na OH, per poterli confrontare ho dovuto calcolare per gli uni e per gli altri i corrispondenti valori in C_{OH}.

I valori in C_{OH} che corrispondono ai valori in C_H si trovano coll'equazione

$$C_H \cdot C_{OH} = (0,8)^2 \times 10^{-14}$$

I valori in C_{OH} che corrispondono ai valori espressi in mm.gr. di Na OH si ricavano dall'equazione

$$C_{OH} = \frac{a}{40}$$

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisiologia di Torino, diretto dal prof. A. Mosso.

(2) Questi Rendiconti, pag. 474.