

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCI.

1904

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIII.

1° SEMESTRE.



ROMA  
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1904

tata l'idea, che l'*urgoniano* sia un equivalente del *barremiano* superiore e dall'*aptiano* inferiore; opinione questa che trovo espressa anche nella recentissima monografia di V. Paquier sulle rudiste urgoniane (1). Da questo lavoro risulta inoltre, che la *Toucasia carinata* nel Delfinato e in Savoia abbonda nella massa superiore dei calcari urgoniani, la quale presumibilmente è d'età aptiana piuttosto che barremiana.

**Fisiologia.** — *La ventilazione rapida dei polmoni per mezzo di un apparecchio che funziona con aria compressa e rarefatta.*  
Nota del Socio A. Mosso (2).

Per approfondire lo studio dell'acapnia avevo bisogno di una ventilazione intensa dei polmoni la quale producesse una lunga apnea. Mi proposi a tale scopo di imitare il ritmo del respiro che hanno i cani per l'azione del caldo, quando mantengono il sangue in stato apnoico. Volendo dare al respiro una frequenza che superi le cento respirazioni al minuto, i soffietti ordinari non servono bene, perchè nella espirazione non esce abbastanza presto dai polmoni l'aria iniettata nella cassa toracica per distenderli. Pensai che servendomi dell'aria rarefatta potevo ottenere un'espirazione non solo più rapida, ma anche più completa.

Parecchi fisiologi avevano già costruito delle pompe per far la respirazione artificiale, le quali insieme alla pressione dell'aria per distendere i polmoni, davano anche una pressione negativa per aspirare l'aria dai polmoni. Ricordo l'apparecchio fatto dal prof. Hering fino dal 1870, che venne adoperato dal Head (3) per produrre la ventilazione del polmone che egli chiamò *negativa*. La « Cambridge Scientific Instrument Company » provvide molti laboratori di un apparecchio per la respirazione artificiale che serve a comprimere e ad aspirare l'aria dai polmoni. Recentemente il prof. F. Tangl (4) descrisse pure un apparecchio fatto da due pompe accoppiate, l'una aspirante, l'altra premente, che funzionano messe in moto da uno stesso asse, il quale asse chiude alternativamente il passaggio dell'aria nei polmoni.

Nessuno di questi apparecchi serviva al mio scopo, che era di produrre la respirazione con un ritmo rapidissimo in modo da ottenere una ventilazione molto attiva, senza mettere ostacolo alla circolazione del sangue colla

(1) V. Paquier, *Les rudistes urgoniens*, 1<sup>er</sup> part., Mém. Soc. Géol. d. France, Paléont., XI, 1903.

(2) Presentata nella seduta del 7 febbraio 1904.

(3) H. Head, *On the regulation of Respiration*. Journal of Physiology, vol. 10, pag. 28.

(4) F. Tangl, *Beschreibung eines Apparates zu quantitativen Respirationsversuchen mit künstlicher Athmung*. Arch. f. ges. Physiologie, vol. 98, pag. 588.

pressione interna sugli alveoli polmonari. L'apparecchio, che ora descrivo, consta di due grandi recipienti, dei quali uno è pieno di aria compressa a mezza atmosfera in più dell'ordinaria, e l'altro di aria rarefatta a mezza atmosfera. Adoperavo a tale scopo le due camere in ferro che mi servono per studiare l'azione dell'aria compressa e la depressione barometrica sull'uomo, le quali si trovano vicine nella stessa stanza del laboratorio. Un motore

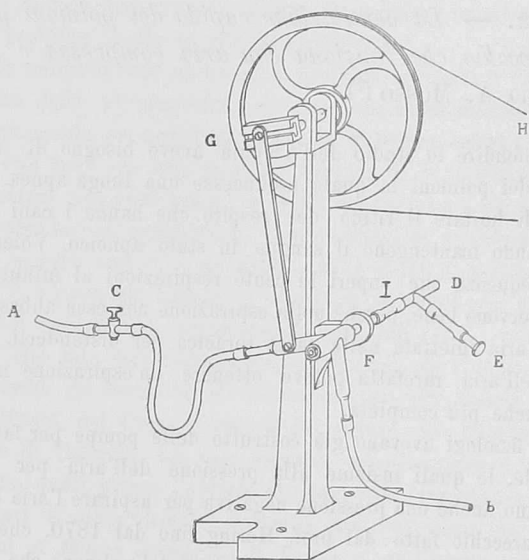


FIG. 1.

elettrico mette in azione le pompe che producono la rarefazione dell'aria e quelle che la comprimono. Durante l'esperienza, quando gli animali essendo grossi si consumava molt'aria, lascio che le pompe funzionassero di continuo, regolando per mezzo di robinetti l'eccesso della pressione negativa, o positiva, in modo che la pressione nelle due camere rimanesse presso a poco costante.

Questa prima parte dell'apparecchio non l'ho rappresentata con un disegno, perchè ognuno può facilmente immaginare due serbatoi pieni l'uno di aria compressa e l'altro di aria rarefatta.

La fig. 1 mostra come è fatta la parte dell'apparecchio che serve ad alternare la pressione positiva o negativa nei polmoni, che si trovano in comunicazione col tubo D per mezzo di una cannula tracheale. La camera ad aria compressa comunica coll'apparecchio per mezzo di un tubo di gomma A

del diametro esterno di 12 mm. e quello del lume interno di 6 mm. Una chiavetta C di metallo bene lavorata, serve a graduare l'accesso dell'aria compressa. L'aspirazione si fa per mezzo del tubo B. Il pezzo F è un robinetto a tre vie nel quale la parte disegnata in nero nella fig. 2 rappresenta la parte fissa e centrale che si continua colla cannula della trachea: la parte disegnata a tratti invece è mobile. Questa parte è costituita da due tubi ad angolo retto come si vede nelle figg. 1 e 3, e viene messa in moto da una biella. Un motore elettrico per mezzo della cordicella H, G fa girare

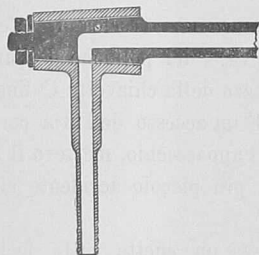


FIG. 2.

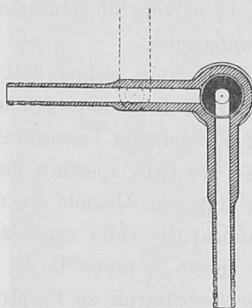


FIG. 3.

la ruota della biella, e questa spinge ora il tubo dell'aria compressa e ora quello dell'aria rarefatta in comunicazione coll'apertura centrale che sta in rapporto colla trachea. Il ritmo della respirazione artificiale si può modificare facilmente per mezzo di una serie di carrucole a diversi diametri che formano un cono presso il motore elettrico. La quantità d'aria che penetra nei polmoni si regola per mezzo del robinetto C, oppure collo spostamento dell'eccentrico della biella. Essendo grande la provvista dell'aria compressa, generalmente non chiudevo il tubo D colla cannula della trachea, ma introducevo semplicemente il tubo D nell'interno della cannula tracheale che essendo più grossa lasciava sfuggire l'aria eccedente. Per i grossi cani che mi servono generalmente per queste esperienze, il diametro interno della cannula tracheale è di 14 mm. Il diametro esterno del tubo D essendo solo di 10 mm., vi restano 2 mm. intorno liberi, che servono come valvola di sicurezza, perchè la pressione tanto positiva quanto negativa non agiscano troppo intensamente sui polmoni. Per gli animali più piccoli adoperavo corrispondentemente dei tubi di un diametro minore.

La cosa più importante di questo apparecchio, è che la respirazione artificiale si può ottenere, come vedremo nei seguenti tracciati, molto più intensa che coi soffietti ordinari, pur essendo piccola la dilatazione del torace.



Per fare economia di aria, qualche volta mettevo la cannula tracheale direttamente in comunicazione col tubo D. In questo caso si lascia aperto il tubo E che funziona come valvola di sicurezza, e lo si chiude, col tappo di vetro che vedesi nel disegno, quando si è provato che la chiavetta C lascia passare solo la quantità necessaria, perchè non si dilati troppo il polmone. Per essere più sicuri che la pressione negativa non sia troppo forte e possa danneggiare la circolazione del sangue nei polmoni, tanto il tubo I quanto quello che fa comunicare il tubo D colla cannula tracheale, sono fatti con un tubo di gomma a pareti sottili, cosichè se l'aspirazione è troppo forte funzionano da valvola di sicurezza chiudendo il passaggio, perchè le pareti del tubo combaciano.

Qualche volta prima dell'esperienza mettevo una vescica di vitello bagnata e molle in comunicazione col tubo D invece del polmone dell'animale, e provavo regolando l'accesso dell'aria per mezzo della chiavetta C fino a che si avesse per ogni apertura della chiavetta F un accesso dell'aria corrispondente al bisogno. Quando era così rettificato l'apparecchio, mettevo il tubo D in comunicazione colla cannula tracheale. Al più piccolo accidente che succedesse aprivo il tappo E.

Per assicurarmi se l'aspirazione produceva un effetto utile, feci delle esperienze di raffronto che riferisco. Le seguenti figure furono ridotte di un terzo. Un cane del peso di 18 chilogrammi viene addormentato profondamente coll'iniezione di 4 grammi di cloralio nella cavità addominale: fatta la tracheotomia ed essendo messa una grossa cannula di vetro nella trachea avviciniamo l'animale all'apparecchio. Il tubo della cannula come fu detto ha un diametro tale che il tubo D (fig. 1) penetrandovi dentro lascia intorno uno spazio libero di 4 mm. Nella fig. 4 la linea superiore A rappresenta il tracciato della respirazione toracica quando l'apparecchio funziona con aspirazione. La seconda linea B il tracciato del respiro quando non vi è l'aspirazione espiratoria. La terza linea segna il tempo in secondi. Per fare questa esperienza dopo scritto un pezzo di tracciato normale, in A mettiamo in moto l'apparecchio, e guardando i secondi, lasciamo che funzioni l'afflusso dell'aria compressa e l'aspirazione dell'aria rarefatta per 10 secondi; si ottiene un arresto del respiro il quale dura 27". Chiudiamo il tubo dell'aspirazione e dopo tre minuti facciamo un'altra esperienza eguale in B, succedono 20 respirazioni nello stesso tempo di 10", ma la durata dell'apnea è solo di 19". Ripetiamo parecchie volte questo raffronto e otteniamo sempre il medesimo risultato. Per mostrare con quale regolarità funzioni l'apparecchio, riproduco nella fig. 5 uno dei tracciati scritti dopo i precedenti. Nella prima linea B' vi è la respirazione artificiale fatta senza aspirazione, e nella linea sottostante A' la respirazione artificiale con aspirazione fatta entrambe le volte per 10 secondi, e vediamo che i risultati sono perfettamente identici a quelli del tracciato 4, onde posso concludere che servendosi di questo appa-

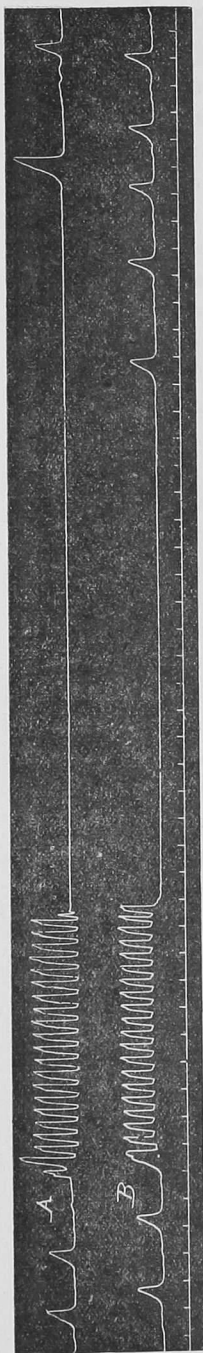


FIG. 4.

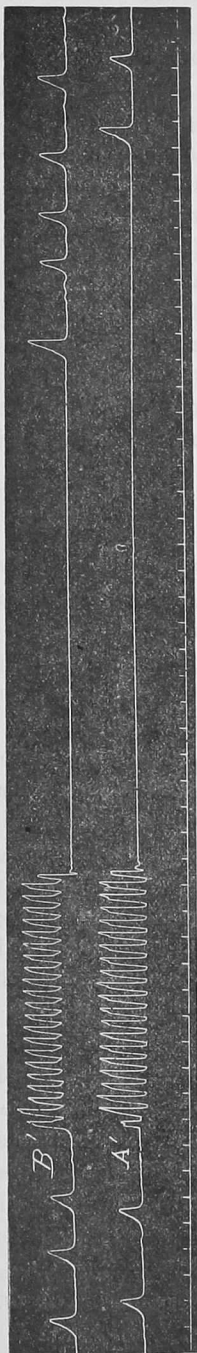
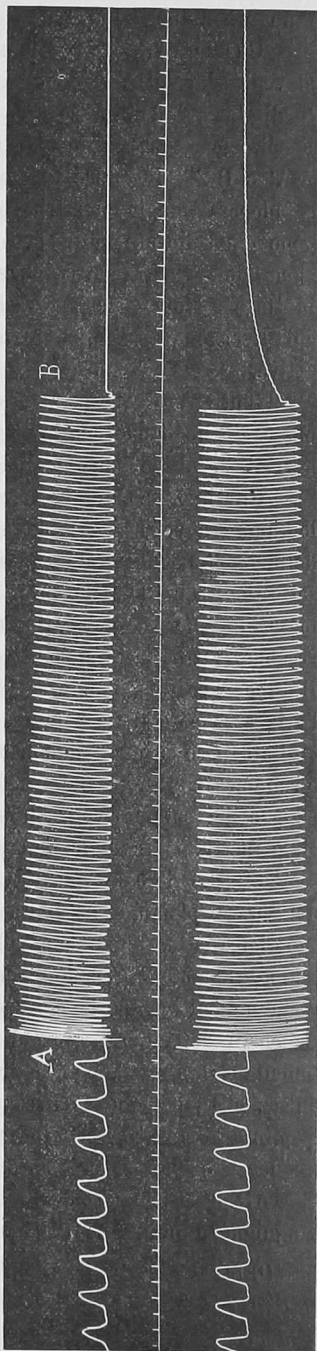


FIG. 5.



*Tor.*

FIG. 6.

*Ad.*

recchio con l'aspirazione si ottiene una ventilazione più completa, cosichè dura più a lungo l'apnea.

Che la ventilazione sia migliore quando si adopera l'aspirazione non lo si vede solo dall'effetto dell'apnea, ma paragonando i tracciati troviamo che le dilatazioni del torace sono più piccole in B e B', quando non facciamo l'aspirazione, sebbene sia identica la pressione positiva che agisce nelle curve A A' e B B'. Il torace non torna alla posizione di riposo espiratorio quando si adopera solo la pressione positiva e tutte le basi delle espirazioni rimangono più sollevate nelle curve B B'; mentre che nei tracciati A A' l'aspirazione dell'aria rarefatta rende più completa l'espirazione e questa scende in tutte sotto la linea normale del riposo espiratorio. Questa è la causa per cui divergono più ampie le respirazioni e la ventilazione dei polmoni è più attiva.

L'utilità di questo apparecchio nel produrre l'apnea apparisce evidente nei cani che hanno subito il taglio dei vaghi e nei quali coi soffietti ordinari si stabilisce meno facilmente l'apnea.

Riferisco uno di questi esempi colla fig. 6. È un cane del peso di 9 chilogrammi avvelenato col cloralio. La linea superiore rappresenta il tracciato della respirazione toracica scritta per mezzo di un pneumografo e la linea sottostante quella del respiro addominale presa con un pneumografo eguale messo intorno al torace. Nel mezzo fra le due curve fu scritto il tempo ogni secondo, i tracciati furono ridotti di un terzo. In questa esperienza si mise il tubo elastico a parete sottili come valvola di sicurezza, e non sfuggiva l'aria eccedente dalla cannula tracheale. Il respiro è lento perchè avevamo tagliato poco prima i due nervi vaghi al collo. Dopo scritto il primo pezzo fermiamo il cilindro in A e facciamo funzionare l'apparecchio per la ventilazione dei polmoni con aspirazione. Dopo 15 secondi di respirazione artificiale mettiamo in moto il cilindro registratore: esso impiega un po' di tempo a prendere la velocità regolare, guardando la parte inferiore dei moti del torace vediamo che il cane fa ancora quattro inspirazioni. Nella parte superiore delle respirazioni dell'addome le ondulazioni sono visibili per un tempo alquanto più lungo, poi malgrado il taglio dei vaghi l'apnea è completa nell'ultima parte del tracciato. In B si ferma e l'apnea è completa. La curva dell'addome sale oltre il livello del riposo primitivo, come se la tonicità del diaframma fosse cresciuta: nella curva addominale si vedono le pulsazioni del cuore. L'apnea durò oltre un minuto e quando ricominciò il respiro esso presentava dei periodi di attività maggiore o minore, tanto nella frequenza quanto nella forza e profondità dei moti respiratori.

Alcuni fisiologi come Sigmund Mayer<sup>(1)</sup> hanno creduto che la pressione sanguigna diminuisca nell'apnea, solo perchè la distensione polmonare pro-

(1) Sig. Mayer, *Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefäße. Sitzungsberichte der Ak d. Wissenschaften Wien B.* LXXIV. 1876, pag. 281.

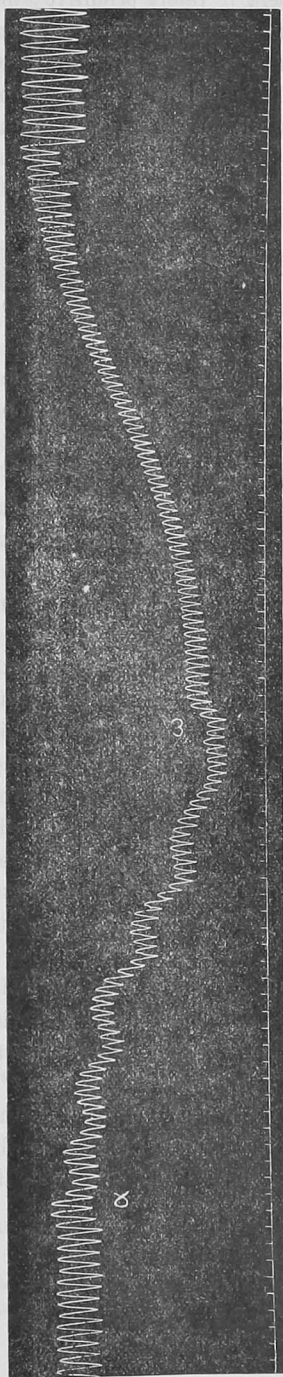


FIG. 7.

dotta dalla respirazione artificiale disturba la circolazione del sangue. In queste esperienze colla ventilazione rapida del polmone e l'aspirazione espiratoria per mezzo dell'aria rarefatta, può considerarsi come nullo il disturbo che recasi alla circolazione polmonare. Il modo graduato col quale discende nella fig. 7 la pressione del sangue e torna a crescere in  $\omega$  durante l'apnea, dimostrano che si tratta realmente di un'azione deprimente che l'apnea esercita sul centro vasomotorio e sul cuore.

Mi assicurai per mezzo di esperienze di raffronto che l'apparecchio con aspirazione disturba meno la piccola circolazione che non quella fatta col soffietto, o colla semplice pressione positiva senza aspirazione. Per brevità non riproduco i tracciati di raffronto e mi limito a riferire colla fig. 7 un tracciato della pressione scritta col manometro a mercurio messo in comunicazione coll'arteria carotide. Basta la semplice ispezione di questo tracciato per convincersi che la pressione e l'aspirazione nei polmoni fatta con un ritmo di 120 movimenti al minuto non mettono alcun ostacolo alla circolazione del sangue e la diminuzione della pressione sanguigna è prodotta da altre ragioni che non siano le meccaniche della respirazione.

Il tracciato 7 fu preso sopra un cane del peso di 8 chilogrammi al quale eransi iniettati gr. 2,5 di cloralio nella cavità addominale. La pressione sanguigna in  $\alpha$  era 150 mm. di mercurio. Il tempo è scritto ogni 2 secondi. In  $\alpha$  comincia la respirazione artificiale e cessa in  $\omega$ . Vediamo comparire 5 ondulazioni successivamente più lunghe. La forza del polso diviene alquanto più piccola, mentre che diminuisce la pressione da 150 a 100 mm.

Il ritmo della frequenza si accelera alquanto, ma non cambia durante ogni ondulazione. In  $\omega$  cessa la respirazione



artificiale e la pressione cresce lentamente e supera il valore primitivo: ma alla fine del tracciato non è ancora comparsa la respirazione. Il primo movimento inspiratorio succede venti minuti più tardi.

In una prossima Nota studierò queste oscillazioni della pressione sanguigna, mostrando come esse dipendano dalle interferenze dei moti respiratori con quelli del cuore.

Fisiologia. — *Teoria della tonicità muscolare fondata sulla doppia innervazione dei muscoli striati.* Nota del Socio A. Mosso.

Grützner (1) per spiegare le differenze che si osservano nella contrazione dei muscoli secondo la natura e l'intensità degli eccitamenti, ammise che entrassero in azione due parti diverse del medesimo muscolo. Fino da quando studiai la contrattura nei muscoli dell'uomo per mezzo dell'ergografo (2) avevo sperato che colla teoria del Grützner si potesse spiegare la tonicità dei muscoli e la contrattura, ed ebbi uno scambio di lettere con lui e feci delle esperienze in proposito.

È noto come Grützner abbia ammesso che i muscoli rossi adempiano l'ufficio di un supporto interno (*innere Unterstützung*).

« Questi mantengono il muscolo fermo in una determinata lunghezza media, che naturalmente sarà tanto più piccola quanto più sono abbondanti le fibre rosse. Quando si eccita questo muscolo così raccorciato con un eccitamento non troppo forte, si contraggono le sue parti più eccitabili che sono quelle bianche e questa contrazione succede più rapida. Quanto più forte sarà l'eccitamento, tanto maggiore sarà l'attività che prendono al processo di contrazione le parti più lente, ed a questo modo sollevasi la curva del tetano ». Così Grützner spiegava perchè sulla contrazione delle parti rosse di un muscolo potessero sovrapporsi le contrazioni più rapide delle parti bianche.

Dopo che Grützner aveva dimostrato che un muscolo non può considerarsi come una unità fisiologica, si cercò quale funzione avessero le varie sostanze che formano il muscolo. Biedermann (3) accettando l'idea emessa dal Retzius nel 1881 nel suo lavoro fondamentale intorno al sarcoplasma (4) che questa sostanza serva solo alla nutrizione, ammise che i muscoli ricchi di sarcoplasma resistessero di più alla fatica che non i muscoli chiari i quali contengono meno sarcoplasma. È probabile come ammise Grützner che nella

(1) P. Grützner, Arch. f. d. g. Physiologie, Band. 41, 1887, pag. 280.

(2) A. Mosso, Archives ital. de Biologie, tome XIII, pag. 165.

(3) W. Biedermann, Elettrophysiologie I Abth., pag. 109, 1895.

(4) Retzius, *Muskelfibrille und Sarkoplasma*. Biol. Untersuch. 1881.