

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCII.

1905

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIV.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1905

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 19 marzo 1905.

F. D' OVIDIO, Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Fisiologia. — Depressione barometrica e pressione parziale del CO₂ nell'aria respirata. Osservazioni fatte sulle scimmie. Nota del Socio ANGELO MOSSO.

§ 1.

Nelle ricerche fatte sulla vetta del Monte Rosa intorno a questo argomento incontrai tali difficoltà, che la prima Nota ⁽¹⁾ deve considerarsi come la pubblicazione di un abbozzo. Si vide però con evidenza che la sensibilità per l'anidride carbonica inspirata diminuisce sulle montagne: e la stessa cosa venne confermata nelle esperienze fatte nel laboratorio sugli animali; ⁽²⁾ ricorderò come esempio la figura 3, dove avendo amministrato ad un coniglio una mescolanza di CO₂ = 13,3 % nell'aria comune colla pressione barometrica di 731 mm., si vide che producendo una rapida depressione, mentre respirava tale mescolanza di CO₂ la profondità del respiro diveniva meno forte che non respirando l'aria normale. Questo non avrebbe dovuto succedere se non vi fosse stata una diminuzione dell'eccitabilità nei centri respiratori, perchè malgrado che la pressione barometrica fosse diminuita a mezza atmosfera, vi era sempre una pressione parziale considerevole del CO₂. Prima era 99,75 mmHg. dopo era ancora 55,86 mmHg, e quindi sufficiente per produrre una

⁽¹⁾ A. Mosso, Archives italiennes de Biologie. Tome XLI, pag. 426.

⁽²⁾ A. Mosso, Archives ital. de Biologie. Tome XLI, pag. 441.

eccitazione dei centri respiratori, se non fosse diminuita la sensibilità per l'anidride carbonica.

Ho voluto ripetere queste esperienze con altro metodo: preparo in un grande gasometro della capacità di 500 litri una mescolanza di anidride carbonica con aria: messa una scimmia sotto una grande campana di vetro che chiude ermeticamente sopra una tavola di marmo, faccio passare dentro la campana la mescolanza contenuta nel gasometro, e noto bene gli effetti che essa produce sull'animale. In una seconda esperienza preparo un'altra mescolanza di CO_2 ed aria che contenga la dose doppia di CO_2 e messo lo stesso animale a mezza atmosfera di pressione barometrica gli si fa respirare l'aria del gasometro. Perchè non scemi troppo la proporzione dell'ossigeno adoperando forti quantità di CO_2 , aggiungevo nel gasometro una quantità corrispondente di ossigeno perchè l'aria respirata mantenesse la proporzione normale di questo gas. Ho fatto queste esperienze sopra le scimmie perchè sentono meglio l'azione dell'aria rarefatta che non la sentano i cani; e adoperai un Papio anubis venuto dall'Eritrea che pesa 5300 gr. il quale trovai da oltre un anno nel laboratorio. È un animale molto buono ed affezionato sul quale ho già fatto una serie di ricerche sulla pressione parziale dell'ossigeno (1).

ESPERIENZA 1^a.

Ore 2,15'. Si mette la scimmia sotto la campana e per mantenere l'aria pura si fa una corrente col soffietto.

Ore 2,32'. Scrivo il tracciato del respiro linea 1, fig. 1. Il metodo adoperato in questa registrazione è semplice, esso consiste nell'applicare un timpano registratore di Marey ad uno dei tre tubi che stanno nel collo della campana. Il cambiamento di volume del torace, nel quale l'aria si dilata pel riscaldamento e il tempo perduto fra la dilatazione polmonare per effetto della diminuita pressione negli alveoli e la penetrazione dell'aria ambiente nell'albero respiratorio, bastano per dare una differenza che si trasmette al timpano registratore, sebbene la campana abbia la capacità di 50 litri. Il tempo è scritto in secondi, e come si vede dal tracciato, la frequenza del respiro è 42 al minuto.

Ore 2,34'. Comincia a passare la mescolanza dal grande gasometro di 600 litri. L'analisi fatta prima diede $\text{CO}_2 = 9,45\%$ — $\text{O}_2 = 21\%$. La pressione barometrica = 746 mm. Temp. della stanza = $14^{\circ}.5$. A misura che l'aria sotto la campana diviene più ricca di CO_2 cresce la profondità del respiro.

Ore 2,47'. Sono già passati 145 litri della mescolanza CO_2 sotto la campana. Il respiro è divenuto profondo ed affannoso. La scimmia ha la faccia sofferente, i movimenti sono divenuti incerti con oscillazioni del capo. Respiro 80 al minuto. Si contraggono anche i muscoli dell'addome nella espirazione attiva. La linea 2, fig. 1, fu scritta col timpano di Marey innestato sopra un tubo della campana, mentre da un altro arriva la corrente del gas dal contatore, e dall'altro tubo può uscire l'aria dalla campana.

Ore 3,10'. La scimmia sta male, si appoggia colle braccia sul fondo della camera pneumatica tanto è forte la dispnea; oppure si mette sulle quattro zampe con atteggia-

(1) A. Mosso, Archives ital. de Biologie. Tome XLII, pag. 23.

mento di sofferenza, mentre respira profondamente; perde l'orina e le feci. Poi torna a sedersi, ma poggia il dorso delle mani sulla tavola di marmo con un atteggiamento insolito. Chiude gli occhi e vacilla. Sono passati 260 litri della miscelanza di CO_2 sotto la campana. Frequenza del respiro 74.

Ore 3,13'. Si scrive la linea 3 della fig. 1. Frequenza del respiro 78 al minuto con dispnea profonda. La scimmia è profondamente apatica, con espressione di sofferenza nella faccia. Chiamata non risponde e tiene la testa rovesciata fortemente indietro. La respirazione dispnoica è profondissima, ad ogni dilatazione del torace si affonda un poco l'addome

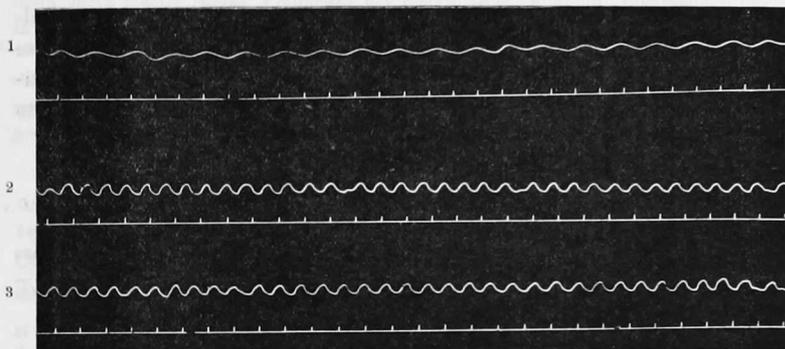


FIG. 1.

e vedesi l'inspirazione attiva. La motilità attesta una forte depressione, la scimmia si appoggia alle pareti della campana per non cadere.

Ore 3,15'. Si solleva la campana quando erano passati 310 litri. L'animale scende spontaneamente; sembra un po' meno agile, subito dopo si rimette e mangia una noce. Frattanto si era preparata una nuova miscela di aria, la quale contenesse il doppio di CO_2 e di O_2 della precedente. L'analisi fatta dava 18,83% CO_2 e 41,09% O_2 .

Ore 4,12'. Si mette la scimmia sotto la campana e comincia la depressione barometrica.

Ore 4,26'. La pressione è ridotta a metà atmosfera, cioè 373 mm.; si fa passare l'aria del gasometro sotto la campana alle ore 4,27'.

Ore 4,34'. Sono passati 100 litri della miscela. Le respirazioni divenute profonde ed affannose, sono 84 al minuto. L'animale sta discretamente bene e le sue funzioni psichiche sembrano normali.

Ore 4,40'. Passarono 185 litri della miscelanza di aria con CO_2 ed ossigeno nella campana. Mi sembra che il respiro sia meno profondo, ma è più frequente, contiamo 84 respirazioni al minuto. Le forze dell'animale sono meno depresse, la posizione delle estremità normale. La scimmia sta accoccolata e non prese mai degli atteggiamenti di una dispnea intensa. Pupilla normale.

Ore 4,43'. Sono passati 215 litri. Si muove bene. L'animale soffre meno che nella esperienza precedente; gira e si volta sotto la campana senza appoggiarsi come faceva l'altra volta alle pareti della campana.

Ore 4,45'. Sono passati 290 litri. Il respiro è meno profondo, sono migliori le condizioni generali. Respira 80 volte al minuto. Si dà nuovamente aria mentre si fermano le pompe, e l'animale torna lentamente alla pressione di 746 mm.

Dalle due precedenti esperienze risulta che questa scimmia, quando si mantiene eguale la pressione parziale dell'anidride carbonica nell'aria rarefatta, presenta dei sintomi di avvelenamento meno gravi che non nella pressione barometrica normale.

§ 2.

Dopo aver confermato quanto avevo già veduto sull'uomo, sperimentando nella Capanna Regina Margherita (1) cercai come avevo già fatto allora aumentando la pressione parziale del CO₂ di stabilire quanto fosse grande la resistenza per questo gas nell'aria rarefatta; queste indagini richiedono una serie molto maggiore di esperienze di quanto siamo rimasto tempo da consacrarvi e per ciò mi limito ad accennarle.

ESPERIENZA 2^a.

Lo stesso Papio anubis viene messo sotto la campana di 50 litri. La mescolanza di CO₂ fatta nel grande gazometro con l'aggiunta di ossigeno analizzata dà CO₂ = 10,55 % — O₂ = 22,10 %.

La frequenza del respiro dopo 20 minuti che la scimmia stava tranquilla sotto la campana nella quale per mezzo delle pompe facevasi circolare l'aria è 32 al minuto. Pressione barom. 756 mm. Temp. = 14°.

Ore 2,10'. Comincia a passare la mescolanza sotto la campana.

Ore 2,18'. Passarono circa 100 litri di aria con CO₂. I movimenti del respiro divennero profondi, sono 60 al minuto.

Ore 2,27'. Passarono 168 litri. L'animale è sofferente. Barcolla, tiene la bocca aperta. Espirazione attiva. Le orecchie sono rosse come al solito, la muccosa delle labbra e della bocca non è cianotica.

Ore 2,30'. Sta male, cade, si rialza a stento, rovescia indietro la testa; sono passati 200 litri. Respiro 84 al minuto. Torna a cadere accasciato cogli occhi chiusi.

Ore 2,34'. Temendo che muoia, alziamo la campana quando erano passati 220 litri.

Appena respira l'aria normale l'animale sta meglio, salta giù dalla tavola, sembra per un istante meno svelto e subito dopo si rimette.

Frattanto avevamo preparato un'altra mescolanza che contiene un poco più del doppio di CO₂.

L'analisi diede CO₂ = 23,79 % — O₂ = 39,01 %.

Messa la scimmia sotto la campana il respiro è tanto debole e superficiale che può contarsi solo con stento: sono 45 inspirazioni al minuto.

Ore 3,2'. Si chiude un poco l'accesso dell'aria e le pompe che già funzionavano fanno scemare la pressione barometrica nella campana. Si giunge lentamente a mezza atmosfera.

(1) A. Mosso, Archives ital. de Biologie. Tome XLI, pag. 426.

Ore 3,27'. Dopo 10 minuti che abbiamo raggiunto la pressione di 380 mm. comincia a passare l'aria del gasometro con 23,79 % di CO₂.

Ore 3,30'. Sono passati 140 litri della mescolanza mentre la pressione si mantiene a 380 mm. Frequenza del respiro 78.

Ore 3,38'. Passarono 220 litri. Respirazione affannosa, inspirazioni profonde. Di quando in quando l'animale cambia di posizione, si regge però bene sulle gambe. Sta attento e grida quando vede qualcuno entrare nella camera.

Ore 3,50'. Passarono 300 litri. La dispnea sempre meno grave che nell'esperienza precedente alla pressione barometrica normale. Non sono cambiate di colore le mucose della bocca e delle labbra. Frequenza del respiro 78 in un minuto. Mostrandogli una noce la scimmia stende la mano per prenderla.

Ore 3,51'. Respiro 81 al minuto. L'animale sta indubbiamente meglio che nella esperienza precedente, non è mai caduto, non si appoggia alle pareti della campana, l'atteggiamento delle estremità è poco diverso dal normale; eccetto la dispnea, il suo aspetto poco diverso dal normale.

Facendo il calcolo della pressione parziale del CO₂ nelle due esperienze, vediamo che alla pressione normale di 756 mm. la pressione parziale del CO₂ = 10,5 % era 79,38 mmHg., mentre alla pressione di 380mm. essendovi 23,7 % di CO₂ la pressione parziale di questo gas era 90,06 mmHg.

Dobbiamo quindi concludere che anche quando la pressione parziale del CO₂ è maggiore sono minori gli effetti, se agisce la depressione barometrica.

Questo risultato viene a confermare quanto avevo già osservato sulle Alpi nell'uomo. Ricordo le esperienze fatte sopra di me a Torino (come si vede nel tracciato 5 e 6, pag. 431 Archives ital. de Biologie, tome XLI); respirando dell'aria che conteneva 2,3 % di CO₂ ottenevasi un aumento nell'altezza delle respirazioni toraciche. Arrivato alla Capanna Regina Margherita devo respirare una mescolanza del 13,1 % di CO₂ nell'ossigeno per produrre un effetto un poco più marcato sul respiro (come risulta dalla fig. 12 pag. 437). Le pressioni parziali del CO₂ stanno fra di loro come 17,2 mmHg. a 56,3 mm. (cioè circa 1:3:) malgrado questa prevalenza della pressione parziale del CO₂ nell'aria rarefatta a 430 mm. si vede che nella Capanna Regina Margherita è meno intensa l'azione del CO₂.

Sperimentando con pressioni maggiori di CO₂ prendono tale sviluppo i fenomeni dovuti all'azione velenosa di questo gas, che diviene meno evidente la differenza nell'aria rarefatta.

Un'altra esperienza ricorderò ancora che venne fatta su L. Magnani. A Torino colla pressione di 750 mm. con 1,85 di CO₂ si produce un aumento del respiro e la pressione parziale del CO₂ è 13,87 mmHg. Sul Monte Rosa colla pressione di 430 mm. e 4 % CO₂ nell'ossigeno la pressione parziale del CO₂ è 17,20 mmHg. e si produce un rallentamento del respiro e una diminuzione nell'ampiezza delle inspirazioni.

Sono il primo ad ammettere che tali raffronti presentano delle gravi

difficoltà, ma è però certo che esiste una differenza e che la stessa pressione parziale di CO_2 produce effetti meno intensi nell'uomo e negli animali quando l'aria è rarefatta.

Altre esperienze vennero fatte dal dott. Aggazzotti sull'*orang-utang*, che è una scimmia più sensibile alle depressioni barometriche, e queste osservazioni verranno pubblicate in una prossima Nota.

Due sono le cause per cui gli animali respirando forti dosi di CO_2 stanno meglio nell'aria rarefatta che non alla pressione normale, sebbene sia uguale la pressione parziale del CO_2 .

La prima sta nella minore eccitabilità dei centri respiratori, dimostrata con molteplici esperienze nelle mie precedenti Note: la seconda trova il suo fondamento nelle ricerche recenti di Bohr intorno all'influenza che la tensione del CO_2 esercita sull'assorbimento dell'ossigeno.

Bohr ⁽¹⁾ ha dimostrato che il contenuto di anidride carbonica del sangue esercita una influenza notevole sulla combinazione dell'ossigeno coll'emoglobina; e che quando la pressione parziale dell'ossigeno è diminuita, l'anidride carbonica agisce mettendo in libertà dell'ossigeno dal sangue. Bohr spiega a questo modo l'effetto benefico che produce l'anidride carbonica quando si respirano delle mescolanze gassose nelle quali è piccola la pressione parziale dell'ossigeno. I risultati delle esperienze da me fatte sulle Alpi e nella campana pneumatica respirando l'anidride carbonica, vanno pienamente d'accordo con questa importante scoperta del Bohr.

Fisiologia. — *La pressione del sangue nell'aria rarefatta.*

Nota del Socio ANGELO MOSSO.

§ 1.

La pressione sanguigna nell'aria rarefatta non fu ancora studiata, per quanto io sappia, col metodo grafico. In questa Nota mostrerò come si possano superare le difficoltà che presenta tale registrazione manometrica. P. Bert che primo tentava lo studio della pressione sanguigna nella decompressione, malgrado i mezzi dei quali disponeva, si limitò a far poche esperienze nel suo grande cilindro di ferro, ma in causa dei coaguli che si formavano, le osservazioni di P. Bert rimasero molto incomplete; onde egli disse: « Les rares constatations que j'ai pu faire ne m'ont montré que de faibles diminutions » ⁽²⁾. Nell'esperienza CCXIX nella quale raggiunse una depressione barometrica

⁽¹⁾ Centralblatt für Physiologie Bd. XVII, 1903, pag. 662.

⁽²⁾ P. Bert, *La pression barométrique*. Paris, 1878, pagg. 719 e 707.