

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

tracciato 9 il rallentamento diviene evidentissimo, i movimenti del respiro stanno nel rapporto di 5 a 3 paragonando il tracciato della fig. 7 colla linea superiore ed inferiore della fig. 8 che rappresentano il respiro normale. Nel cane gli effetti per la respirazione dell'ossigeno sarebbero dunque sul Monte Rosa evidenti come nell'uomo. In  $\omega$  della fig. 9 cessa il passaggio dell'ossigeno nella maschera, e la terza linea del tracciato 8 mostra come rapidamente il respiro torni al normale quale era nella linea superiore.

L'effetto che ebbe l'ossigeno sulla frequenza del polso in questa cagnetta è anche maggiore che nell'uomo; perchè il polso da 120 scese una volta fino a 80. Anche guardando il tracciato si vede questa differenza; e confrontando la frequenza dei battiti cardiaci nel primo tratto della linea prima nella fig. 9 vediamo che i battiti del cuore stanno nel rapporto di circa 3 a 2.

Per la respirazione coll'anidride carbonica abbiamo visto negli animali i medesimi effetti che furono descritti sopra sull'uomo e per brevità tralascio di riprodurre i tracciati.

**Fisiologia.** — *La diminuita tensione dell'ossigeno non basta per ispiegare il sonno ed altri fenomeni che produconsi nelle forti depressioni barometriche.* Nota del Socio A. Mosso (1).

La diminuzione della pressione barometrica agisce sull'organismo solo in quanto fa scemare la pressione parziale dell'ossigeno nell'aria respirata. Questa è la legge di P. Bert (2) ammessa oggi come vera da tutti i fisiologi che studiarono l'azione dell'aria rarefatta. Per provare il valore di questa legge, basta aggiungere dell'ossigeno all'aria respirata mentre si fa diminuire la pressione barometrica. Gli animali tenuti dentro un ambiente nel quale diminuisce la pressione barometrica, ma resta costante la tensione parziale dell'ossigeno, dovrebbero mantenersi in condizioni normali. Dirò subito che avendo sottoposta a tale prova la legge di P. Bert, essa non venne confermata dai fatti quando si riduce la pressione a un terzo di atmosfera.

Le esperienze che ora espongo vennero fatte sopra tre scimmie; due erano della specie *Macacus sinicus*, maschio e femmina, un'altra era un *Papio anubis* maschio, che ho già descritto in una Nota precedente (3) *Esperienze fatte sulle scimmie colla depressione barometrica.* Il metodo che adoperai era semplice; esso consisteva nell'aumentare successivamente la proporzione dell'ossigeno nell'aria dentro l'ambiente nel quale respirava l'animale a misura che diminuiva la pressione barometrica; così che moltiplicando il numero

(1) Presentata nella seduta del 15 maggio 1904.

(2) P. Bert, *Pression barométrique*, Paris, 1878, pag. 1153.

(3) Rendiconti R. Accad. dei Lincei, 6 marzo 1904.

che indica la proporzione di ossigeno per la pressione barometrica si avesse sempre la stessa tensione parziale dell'ossigeno.

Supponiamo che si facciano due esperienze al livello del mare; una a mezza atmosfera e l'altra ad un terzo di atmosfera: noi avremo coi seguenti valori della pressione barometrica e dell'ossigeno una tensione parziale costante:

$$\begin{array}{rcl} \text{Ossigeno} & 0,21 \times 760^{\text{mm}} & = 159,60^{\text{mm}} \\ " & 0,42 \times 380 & = 159,60 \\ " & 0,63 \times 253 & = 159,39 \end{array}$$

Colla legge sopra enunciata, l'animale ad  $\frac{1}{3}$  di atmosfera non dovrebbe presentare alcun disturbo se gli amministriamo 0,63 % di ossigeno: invece trovai che cambia la frequenza del respiro, che l'animale è sonnolento e dà segni evidenti di malessere.

Le esperienze a mezza atmosfera non hanno interesse, perchè messe sotto la campana, le scimmie a tali depressioni non presentano fenomeni notevoli.

Riferisco perciò solo le esperienze fatte con depressioni più forti, come quelle che si ottengono per altezze corrispondenti ai 7000 metri circa, nei quali limiti, tanto le scimmie quanto l'uomo presentano disturbi per la depressione barometrica. In alcune esperienze feci aumentare la proporzione dell'ossigeno nell'aria respirata prendendolo direttamente da un recipiente pieno di ossigeno compresso.

Facevo passare il gas a traverso di un contatore in modo da introdurre nella campana di vetro sotto la quale trovavansi le scimmie, una corrente di ossigeno che compensasse la rarefazione dell'aria prodotta dalla pompa aspirante. In altre esperienze, stabilita prima la depressione barometrica che volevo raggiungere, facevo in un grande gasometro la mescolanza di aria ed ossigeno che occorreva perchè a tale depressione si mantenesse costante la pressione parziale dell'ossigeno.

Per fare queste mescolanze avevo un grande gasometro della capacità di 500 litri che funzionava bene: sull'acqua avevamo messo dell'olio di vaselina e il gasometro aveva nell'interno un'anima grande che lasciava intorno uno spazio anulare nel quale scorreva la campana così che era minore la quantità di liquido adoperata.

Siccome il gasometro conteneva solo 500 litri e con tale volume non era possibile far uscire completamente tutta l'aria contenuta nella campana di vetro che aveva la capacità di 55 litri, così ero obbligato a fare delle mescolanze che contenessero un poco più di ossigeno. Le analisi dell'aria si facevano prima che cominciasse l'esperienza per conoscere quanto ossigeno vi fosse nella mescolanza contenuta nel gasometro, e si facevano dopo alla fine di ciascuna esperienza, per conoscere esattamente il contenuto di ossigeno che vi era nell'aria respirata dall'animale sotto la campana colla pressione dimi-

nuita. Mi servii per tali analisi dell'apparecchio del prof. Grandis<sup>(1)</sup> e sono grato al dott. Alberto Aggazzotti per l'aiuto che volle prestarmi in queste ricerche.

Conoscendo la pressione parziale dell'ossigeno a un terzo di atmosfera, se le cifre non corrispondevano esattamente, era facile fare un raffronto e risalire al valore della tensione per una pressione barometrica più bassa per mezzo di una semplice proporzione come vedremo in seguito.

ESPERIENZA 1<sup>a</sup>.

*Macacus sinicus* femmina; pesa 2370 gr. Pressione barometrica 745 mm. Temp. 17°,5. Tensione parziale ossigeno  $0,21 \times 745 = 156,45$  mm.

Tanto in questa quanto nelle seguenti esperienze si tenne sempre un'ora la scimmia sotto la campana perchè il respiro fosse tranquillo. La campana era leggermente sollevata mettendovi sotto un tappo di gomma, così che producevasi una corrente di aria che usciva dai tre tubi messi nel collo della campana. Il bordo di questa veniva spalmato prima con grasso, in modo che levando il tappo che la teneva sollevata, questa poggiando sulla tavola di marmo chiudeva ermeticamente. Era necessario aspettare un'ora prima di cominciare l'esperienza, perchè le scimmie messe sotto la campana di vetro hanno sempre per la emozione il respiro più frequente che non abbiano in generale nella gabbia dove vivono.

Questa scimmia ad esempio faceva prima nella sua gabbia 10 respirazioni ogni 30 secondi, ma per l'emozione di essere presa e portata su nel laboratorio e vedersi chiusa sotto la campana di vetro, anche dopo un'ora che era lasciata tranquilla, il respiro non era ancora tornato normale e la scimmia faceva 15 respirazioni ogni 30 secondi.

Nel grande gasometro avevamo preparato prima una mescolanza di aria ed ossigeno: e fatta l'analisi di questa miscela trovammo che essa conteneva 61,88 % di ossigeno. Di tale mescolanza ne avevamo circa 400 litri.

Ore 10,52. Facciamo funzionare la pompa aspirante, mentre si fa comunicare il gasometro colla campana. Avevamo fatto prima una prova e sapevamo che con una determinata posizione del robinetto che regola l'accesso dell'aria nella campana dovevano passare circa 200 litri prima che la pressione interna diventasse solo un terzo di quella atmosferica.

Alle ore 11,5 erasi già raggiunta la depressione di 285 mm. ed erano passati 200 litri della mescolanza di aria ed ossigeno; la frequenza del respiro è cresciuta di poco e la scimmia fa 16 respirazioni: la differenza maggiore è nello stato psichico perchè la scimmia è prima meno vispa ed allegra, poi sembra stanca e diviene sonnolenta.

Ore 11,7. Pressione sempre 285 mm.

Ore 11,8. La scimmia chiude di quando in quando gli occhi. La testa dondola, le cade sul petto e subito dopo la rialza come succede anche nell'uomo quando lotta col sonno stando seduto.

(<sup>1</sup>) Archiv. italiennes de Biologie, tome XXIX, pag. 325.

Ore 11,9. Vedendo che dorme effettivamente a 285 mm. mentre questo non succede mai alla pressione ordinaria, prendiamo un campione d'aria per mezzo di due pipette della capacità di 130 cc. una delle quali è piena di mercurio e sono comunicati per mezzo di un tubo lungo di gomma. Fatta l'analisi di quest'aria troviamo che essa contiene 57,55 % di ossigeno; la tensione parziale è  $0,5755 \times 285 = 164,02$ .

Qui la pressione parziale dell'ossigeno è maggiore del normale e ciò non di meno osservarsi nella depressione barometrica il fenomeno del sonno, che non può attribuirsi quindi alla tensione dell'ossigeno diminuita. Lasciamo scendere lentamente la pressione; dopo aver fermato la pompa aspirante, l'aria penetra poco per volta fino che sia ristabilita la pressione normale alle ore 11,24. Dopo 5 minuti che la scimmia è tornata alla pressione ordinaria e che per mezzo di un soffiato si fa la ventilazione, troviamo che la frequenza del respiro è scesa a 13. Escludo che tale mutamento in questa e nelle seguenti esperienze sia dovuto ad un'emozione psichica. La scimmia anche alla pressione ordinaria sentiva ancora la corrente dell'aria; fu appunto per evitare tale dubbio che tornati alla pressione normale lasciai altre volte che funzionasse la pompa, in modo che producendosi una forte corrente si manteneva nella campana lo stesso rumore di prima e solo la pressione era cambiata.

#### ESPERIENZA 2ª.

*Macacus sinicus* maschio; pesa 2929 gr.

Pressione barometrica 745 mm., temp. 17°; tensione parziale, ossigeno  $0,21 \times 745 = 156,45$ .

Quando è nella sua stalla la scimmia fa solo 8 respirazioni ogni 30 secondi. Condotta nel laboratorio e messa sotto la campana di vetro dopo un'ora che è sola in riposo, la frequenza del respiro è sempre quasi doppia del normale, cioè 22 in 30 secondi; la scimmia è attenta e vispa, non è impaurita e quando la guardiamo fa delle smorfie. Segue con attenzione tutti i movimenti che facciamo.

Ore 11. Dopo un'ora che sta sotto la campana facciamo agire la pompa aspirante e comincia a passare la mescolanza contenuta nel gasometro che coll'analisi aveva dato 59,6 % di ossigeno.

Ore 11,7. Sono passati circa 200 litri della mescolanza, la pressione è scesa a 265 mm. La scimmia non è più allegra, respira 32 volte al minuto, appare sonnolenta. Chiude gli occhi.

Ore 11,16. Continua a passare rapidamente la miscela, il contatore messo fra il gasometro e la campana pneumatica segna un giro ogni 10 secondi che sono 2 litri e 52 cc. ogni 10". La scimmia cade colla testa innanzi: frequenza del respiro 32 al minuto. È assopita, quando si sveglia sembra stanca.

Prendiamo un campione con le due pipette a mercurio riunite da un lungo tubo. Ossigeno = 50,9 %. Pressione parziale  $0 = 0,509 \times 265 = 134,885$ .

Ore 11,25. Tornati alla pressione normale, il respiro scende nuovamente a 22 per minuto e la scimmia prende il suo aspetto normale. Facendo il calcolo vediamo che la scimmia ad una tensione parziale dell'ossigeno di 134,88, presentava dei fenomeni anormali; essa aveva una frequenza del respiro maggiore, era sonnolenta e meno vispa che non sia a tale tensione parziale dell'ossigeno nell'aria ordinaria alla pressione barometrica.

Anche qui osserviamo quanto erasi notato nell'esperienza precedente, che tornando alla pressione normale succede un rallentamento nella frequenza del respiro che da 32 che esso era nell'aria rarefatta scende a 22.

Per conoscere a quale pressione barometrica corrisponde la tensione dell'ossigeno di 134,885 qualora la proporzione dell'ossigeno fosse 21 % basta fare il seguente calcolo:

$$134,885 : 21 : : x : 100 = \frac{134,88}{21} = 641,62 \text{ mm.}$$

Ad una simile pressione barometrica, la quale con una proporzione di 21 % di ossigeno corrisponde all'altezza di 1368 metri, non sarebbesi certo osservato nè il sonno, nè un aumento nella frequenza del respiro.

#### ESPERIENZA 3ª.

In queste ed altre simili esperienze invece di dare una mescolanza di ossigeno ed aria, ho preferito aggiungere ossigeno puro all'aria respirata mentre per effetto della pompa andava scemando la pressione.

Da uno dei grandi cilindri di acciaio pieni di ossigeno compresso quali vengono messi in commercio dalla ditta Garuti e Pompili di Tivoli, travasavo l'ossigeno in un cilindro più piccolo, e ne prendevo ad esempio 500 litri compressi a 10 atmosfere. Quest'ossigeno lo si faceva passare direttamente sotto la campana. Prima di cominciare l'esperienza ne facevo una di prova per regolare la chiavetta messa sul tubo di accesso dell'aria nella campana, in modo che lasciando la pompa aspirante colla velocità ordinaria datale dal motore elettrico passassero circa 200 litri prima che la pressione nell'interno della campana fosse solo di  $\frac{1}{3}$  di atmosfera.

Barometro 744 mm. Temp. = 18°5.

Una grande scimmia *Papio anubis*; pesa 4750 gr. Quando è nella sua gabbia tranquilla questa scimmia fa 9 respirazioni in 30 secondi. Si mette alle ore 8,15 sotto la campana di vetro della capacità di 55 litri, lasciandola un poco sollevata perchè possa circolare l'aria dalle tre aperture che stanno nel collo della campana. Il respiro diviene sempre meno frequente a misura che la scimmia rimane tranquilla ed immobile.

Ore 9,10 in 30' fa regolarmente 15 respirazioni. La scimmia è vispa ed allegra e si muove spesso tanto che è difficile contare il respiro oltre mezzo minuto.

Ore 9,23. Comincia la depressione barometrica nell'interno della campana mentre penetra l'ossigeno.

Ore 9,31 la pressione è 264 mm., sono penetrati circa 200 litri di ossigeno. L'animale è sonnolento. Muove la bocca e le labbra come se avesse nausea.

Ore 9,35 pressione 234 mm. La scimmia è assopita, tiene la testa pendente sul petto, si appoggia aggomitolata e chiude gli occhi. Respiro 16 al minuto.

Prendiamo un campione d'aria. L'analisi fatta dà

ossigeno 69,806 %  $\text{CO}_2 = 0,91 \%$ .  $234 \times 0,698 = 163,332$ .

La tensione normale dell'ossigeno essendo  $0,21 \times 744 = 156,24$  vediamo anche questa volta, come nella esperienza prima, essere maggiore la tensione parziale dell'ossigeno e prodursi ciò nulla meno dei mutamenti notevoli nelle funzioni del cervello.

Questa esperienza come altre tre che feci sul medesimo animale prova che la tensione dell'ossigeno non basta da sola per spiegare l'abbattimento e il sonno che sono i fenomeni caratteristici della depressione barometrica.

Ritornata lentamente la pressione a quella atmosferica comune, osservai una diminuzione nella frequenza del respiro che da 16 che era nell'ossigeno, scendeva a 12, 13, 13, 12, 12 ogni 30 secondi. Questa scimmia nel riposo della stalla faceva solo 8 respirazioni in 30''.

La diminuzione della frequenza del respiro quando dalla depressione barometrica le scimmie passano alla pressione normale, è dunque un fatto sicuro che si è ripetuto in tutte tre queste esperienze ed in altre che per brevità non riferisco. Escluso il dubbio che tale mutamento del respiro sia dovuto al cessare di un eccitamento psichico (che anzi sarebbe l'inverso perchè le scimmie dormivano), dobbiamo ritenere che quando la respirazione si compie nell'aria rarefatta sebbene sia costante la tensione parziale dell'ossigeno, questa non basti per mantenere normale il ricambio chimico dell'organismo, cosicchè il respiro si accelera e quando le scimmie tornano alla pressione barometrica normale, il respiro si rallenta, sebbene sia uguale la tensione dell'ossigeno e maggiore l'eccitamento psichico.

Eguualmente concordanti e dimostrativi furono i fatti che osservammo riguardo alla comparsa del sonno. Le scimmie per quanto siano tranquille, non le vedemmo mai dormire mentre stavano sotto la campana alla pressione barometrica ordinaria. Neppure mai presero quell'atteggiamento di stanchezza così caratteristico nella depressione barometrica quando le scimmie stanno sedute colla testa inclinata sul petto in modo che non si può più vedere la faccia. Le scimmie si appoggiano colla spalla o col dorso alle pareti della

campana e tengono gli avambracci sulle ginocchia colle mani cascanti fra le coscie quando la pressione barometrica è ridotta ad  $\frac{1}{3}$ , sebbene la tensione dell'ossigeno resti normale.

Alcune volte oltre il sonno e la stanchezza si produsse un moto della bocca simile a quello che precede il vomito, ma non si osservò mai il vomito se la depressione progrediva lentamente. Non riferisco queste esperienze perchè sono più complesse; ma tenendo conto dell'ossigeno che era già penetrato nella campana e facendo il calcolo colla pressione barometrica raggiunta, anche questi casi confermano la regola che il vomito in un'atmosfera ricca di ossigeno comparisce egualmente, sebbene la tensione parziale dell'ossigeno sia poco minore del normale.

Quando le esperienze erano fatte bene (nelle quali cioè facevo crescere più rapidamente la proporzione dell'ossigeno che non la corrispondente depressione barometrica) il vomito non comparve per le pressioni inferiori ad  $\frac{1}{3}$  di atmosfera, ma il sonno fu costante in tutte e tre le scimmie; la faccia diventava meno espressiva, cessava la vivacità dei movimenti e le scimmie sembravano abbattute, estenuate e dopo chiudevano gli occhi per dormire.

I risultati che diedero queste esperienze dimostrano come non sia vera la legge formulata da P. Bert. Onde io considero le osservazioni qui riportate come una prova che esiste l'acapnia e ritengo che la sonnolenza e lo stato di depressione dei centri nervosi che osservammo in queste scimmie quando era costante la tensione dell'ossigeno, dipendano in gran parte dalla diminuzione che ha subito l'acido carbonico del sangue come fu dimostrato dalle analisi del sangue fatte sul Monte Rosa insieme al dott. G. Marro (1).

Le conoscenze che abbiamo oggi sulla diffusione dei gas non bastano per spiegare i rapporti della tensione dell'ossigeno colle combinazioni della emoglobina. Le mie esperienze precedenti hanno mostrato con quale rapidità si elimini il  $\text{CO}_2$  e si assorba l'ossigeno dai polmoni (2). Studi analoghi fatti da A. Löwy e N. Zuntz provarono che le condizioni presentate dai polmoni per la diffusione dei gas e l'entrata dell'ossigeno nel sangue dagli alveoli polmonari sono talmente favorevoli, che anche nelle maggiori rarefazioni dell'aria, sopportabili senza nocimento per la vita, il passaggio nel sangue dell'ossigeno non trova ostacolo. È probabile non si mantenga costante la costituzione dell'emoglobina per depressioni relativamente poco considerevoli, sebbene resti costante la tensione dell'ossigeno. In tal caso i fenomeni osservati in questa Nota oltre che dall'acapnia dipenderebbero dall'anossiemia che si produce malgrado la pressione costante dell'ossigeno. Se l'organismo quando rimane costante la tensione parziale dell'ossigeno può mantenere ad un terzo della pressione barometrica il contenuto dell'ossigeno nel sangue, non si può spiegare la depressione della tensione dell'ossigeno nel sangue quando la scimmia rimane in sonno.

(1) Rendiconti R. Accad. d. Lincei, 21 giugno 1903.

(2) Archiv. f. Anat. u. Phys. 1904, pag. 166.

metrica uno scambio gassoso tra l'aria respirata ed il sangue capace di supplire ai bisogni dell'organismo, le esperienze di questa Nota provano che vi sono altri fattori che modificano le condizioni dell'organismo quando rimane costante la tensione dell'ossigeno e di queste cause la sola fino ad oggi dimostrata è l'acapnia, cioè la diminuzione dell'anidride carbonica nel sangue arterioso.

La conclusione di queste esperienze trovasi riportata nel titolo della Nota: abbiamo veduto infatti che mantenendo costante la pressione parziale dell'ossigeno mentre diminuisce la pressione barometrica, fino circa ad un terzo di atmosfera, compariscono dei disturbi fisiologici che dipendono probabilmente dall'acapnia, perchè non possono attribuirsi alla diminuzione della tensione parziale dell'ossigeno come credeva P. Bert.

**Patologia.** — *Ricerche preliminari dirette a precisare le cause del gozzo e cretinismo endemici.* Nota del Socio B. GRASSI e dott. L. MUNARON.

Comunichiamo brevemente le ulteriori esperienze da noi fatte.

I. A Rovellasca si è continuato e si continua rigorosamente il tentativo di produrre il gozzo per mezzo dell'acqua fornita per bevanda agli animali proveniente da località dove il gozzo nei cani è diffusissimo. L'acqua viene attinta alternativamente nei vari punti che si ritengono più opportuni. Finora nessun risultato positivo si è ottenuto. Con ciò noi non vogliamo escludere — come non abbiamo mai escluso nelle Note precedenti — che l'acqua possa diventare il veicolo dell'infezione strumosa; conviene soltanto far notare che *malgrado la somministrazione continuata, omai da circa un anno, di acqua che con la maggiore probabilità si poteva presumere gozzigena, il risultato finora è stato negativo.*

È inutile soggiungere che, ammesso il concetto da noi accennato nelle precedenti Note, ne viene di conseguenza che l'acqua potabile, in determinati momenti, può diventar veicolo della infezione strumosa, come abbiamo detto esplicitamente.

II. Nella Nota precedente abbiamo riferito un caso unico di sviluppo del gozzo, in un cane proveniente da località immune e tenuto in località del pari immune, in un ambiente nel quale si erano accumulati materiali provenienti da Cogne (fango: spazzature e letame raccolti in stanze, cucine e stalle).

L'esperimento fu continuato aggiungendo svariati materiali organici che potevano ritenersi sospetti.