

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCC.

1903

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1903

# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

**Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.**

*Seduta del 21 giugno 1903.*

P. BLASERNA, Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

**Fisiologia.** — *L'acapnia prodotta nell'uomo dalla diminuita pressione barometrica.* Nota del Socio ANGELO MOSSO e del dottore GIACOMO MARRO.

Prima di accingerci alla seconda spedizione sul Monte Rosa, fatta nel luglio ed agosto dell'anno scorso, abbiamo tentato se, per effetto di una rapida diminuzione della pressione barometrica, aumenta in modo misurabile la quantità di anidride carbonica emessa dal nostro corpo. Facemmo delle esperienze con delle variazioni barometriche eguali a quelle che passano a fra Torino ed un'altitudine di circa 2500-2600 m. e i risultati furono soddisfacenti come lo dimostrano i dati contenuti in questa Nota.

Adoperammo a tale scopo la camera pneumatica rappresentata nella fig. 1. Essa è fatta da una campana A in lamiera di ferro che può alzarsi ed abbassarsi per mezzo di un contrappeso e di carrucole fisse nella volta della camera: ha un diametro interno di 75 cent. ed è alta m. 1,81, colla capacità di 853 litri. Il bordo inferiore è munito di un largo anello di gomma, così che quando la campana poggia col suo peso sopra una lastra di marmo bene levigata, che le serve di base, rimane chiusa ermeticamente.

Un motore elettrico della forza di 4 cavalli mette in movimento due pompe accoppiate, le quali alternandosi nell'aspirazione fanno una corrente continua: e ad ogni colpo di stantuffo possono aspirare 3 litri d'aria ciascuna. La prima idea fu di raccogliere la corrente di aria che usciva dalle pompe accoppiate facendola passare in un gasometro.

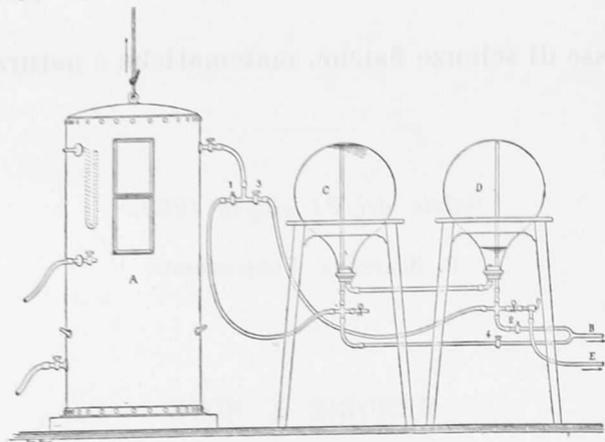


FIG. 1. — Apparecchio per studiare sull'uomo l'emissione del  $\text{CO}_2$  nell'aria rarefatta.

Confrontando la quantità di anidride carbonica che si otteneva per un tempo determinato (mentre si faceva la depressione) con quella che ottenevasi per un tempo eguale alla pressione barometrica ordinaria, si sarebbe potuto conoscere quanta anidride carbonica si eliminava in più dal corpo dell'uomo quando questo trovavasi nell'aria rarefatta.

Facendo tali esperienze abbiamo trovato che gli stantuffi delle pompe, anche tenuti coperti da uno strato d'olio, lasciavano penetrare dell'aria nelle forti depressioni. Si dovette abbandonare questo metodo e fare le esperienze senza che l'aria da analizzarsi passasse attraverso le pompe. A tale scopo adoperammo due grandi bocconi CD della capacità di 90 litri ciascuno, capovolti su un supporto di legno. Un tubo di vetro, come si vede nella figura, li attraversa in tutta la loro lunghezza e termina in un tubo a quattro vie, una delle quali comunica colla campana A, una colle pompe, per mezzo del tubo a forchetta B, e l'altra serve per la presa dei campioni d'aria da analizzare.

Nei due bocconi è stata introdotta una quantità di acqua tale che se viene tutta aspirata in uno di essi fino a livello del tubo di vetro, nell'altro boccone rimane uno spazio libero di 88 litri. Per impedire che l'acqua

assorba l'anidride carbonica, essa viene ricoperta nei due recipienti da uno strato di olio di vasellina, il cui coefficiente di assorbimento per l'acido carbonico è, secondo prove da noi fatte, la metà di quello dell'acqua.

Prima di incominciare l'esperienza, si riempie il recipiente D con acqua; quando l'uomo è entrato nella campana, si aprono i robinetti 3 e 4; facendo

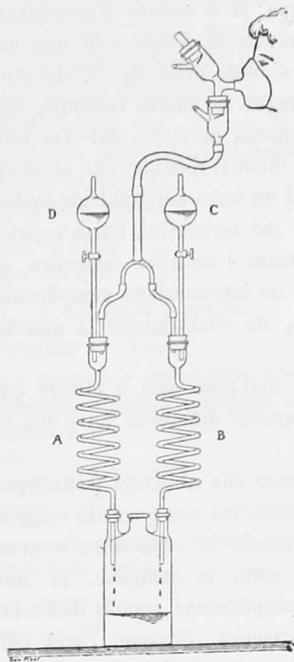


FIG. 2. — Apparecchio a potassa per trattenere il  $\text{CO}_2$ .

agire le pompe, l'acqua viene aspirata da D in C, mentre D si riempie col'aria della campana.

Il tubo E, il quale comunica col recipiente D, si unisce dall'altra parte ad una boccia tarata di un litro e mezzo, ripiena di mercurio (non rappresentata nella figura), la quale comunica inferiormente con un'altra boccia aperta. Quando C è ripieno di liquido, si chiudono le chiavette 3 e 4 e aprendo la comunicazione con E, si preleva un campione d'aria da D. Quindi si inverte il sistema, cioè si aprono le chiavette 1 e 2 e colla pompa si aspira l'acqua in D ed alla quarta via comunicante con C si unisce il tubo E. Prima di fare quest'ultima operazione, naturalmente si travasa il campione preso da D in un altro recipiente, nel quale si riuniscono tutti quelli che

si raccolgono in seguito. In una mezz'ora (durata media delle esperienze) quest'operazione viene fatta quattro volte, quindi, riunendo i quattro campioni, si viene ad avere un volume d'aria più che sufficiente per la determinazione del  $\text{CO}_2$  col metodo di Pettenkofer.

Siccome in una mezz'ora la quantità d'anidride carbonica, che si accumula nella campana, potrebbe alterare il processo d'eliminazione dell'anidride carbonica stessa dal corpo, si è cercato d'assorbirne una parte. L'aria espirata, per mezzo delle valvole di Zuntz e di una maschera di guttaperca applicata sul volto, come si vede nella fig. 2, doveva passare per due serpentine di vetro A e B, lunghi tre metri ciascuno, nei quali si faceva gocciolare una soluzione di potassa al 50% dai due serbatoi C e D.

Questo metodo non diede il risultato che se ne sperava, poichè veniva solo arrestato da un quarto ad un terzo dell'anidride carbonica eliminata dall'uomo; nonostante la lunghezza dei serpentine, l'aria espirata passava troppo rapidamente per liberarsi di tutta l'anidride carbonica che conteneva; difatti si ebbe lo stesso risultato sia introducendo semplicemente in bocca al paziente il tubo dell'apparecchio, sia adattandogli la maschera per far passare tutta l'aria nei serpentine.

Quanto all'umidità dell'aria, essa è minore quando diminuisce la pressione barometrica, ma questa differenza forse non è tale da modificare notevolmente i risultati.

Di tutte le esperienze che abbiamo fatte, riportiamo solo le tre ultime. Avendo trovato che eliminavasi una quantità maggiore di anidride carbonica nell'aria rarefatta, ripetendo le esperienze a pressione ordinaria, si tenne meno tempo la persona sotto la campana, in modo da ottenere alla fine della esperienza una composizione eguale dell'aria dentro la campana, per riguardo all'anidride carbonica. Siccome l'aria nelle stanze del laboratorio non è perfettamente pura, si ebbe la precauzione ad ogni esperienza di fare il vuoto nella camera pneumatica e di riempirla dopo con aria presa dal giardino per mezzo di un lungo tubo, ripetendo parecchie volte questa operazione. Le analisi dell'aria normale diedero sempre una quantità di  $\text{CO}_2$  uguale al 0,4‰.

Per mantenere durante l'esperienza invariata la quantità d'ossigeno, si introduceva un po' per volta nella campana un volume di ossigeno corrispondente all'incirca a quello che veniva consumato dalla persona che respirava nella campana.

Le tre esperienze delle quali comuniciamo i risultati in questa Nota, furono eseguite sopra Giorgio Mondo che è persona robusta nell'età di 44 anni, del peso di 64 chilog. e della statura di 1<sup>m</sup>, 69.

ESPERIENZA 1<sup>a</sup>.

A PRESSIONE DIMINUITA (1).

21 giugno 1902. Ore 9,13'45'':  $t = 16^{\circ}$   $H = 740^{\text{mm}},3$   
 ore 9,23'  $H = 676^{\text{mm}}$   
 " 9,30' " "  $636^{\text{mm}}$   
 " 9,36' " "  $590^{\text{mm}}$   
 " 9,42' " "  $546^{\text{mm}}$   
 " 9,42'15''  $t = 19^{\circ}$

Ossigeno introdotto nella campana = litri 11.  
 Durata dell'esperienza 28'30''.

Anidride carbonica contenuta nella campana (dedotta quella preesistente)	gr. 9,417
" " estratta coi bocconi . . . . .	" 3,910
" " trattenuta dalla potassa . . . . .	" 5,470
Anidride carbonica eliminata in 28'30'' . . . . .	gr. 18,797
" " calcolata per 30' . . . . .	" 19,786

A PRESSIONE ORDINARIA.

Lo stesso mattino ore 11,26'30'':  $t = 18^{\circ},7$   
 Siccome la temperatura è superiore a quella della prima esperienza, per impedire che s'innalzi troppo, si inumidisce esternamente la campana in principio e dopo 20 minuti: Introdotto litri 11 d'ossigeno.  
 Ore 11,50'30'':  $t = 20^{\circ},2$ .  
 Pressione positiva  $11^{\text{cm}},5$  d'acqua.  
 Durata dell'esperienza 23'45''.

Anidride carbonica contenuta nella campana (dedotta quella dell'aria)	gr. 10,298
" " trattenuta dalla potassa . . . . .	" 4,142
Anidride carbonica eliminata in 23'45'' . . . . .	gr. 14,440
" " calcolata per 30' . . . . .	" 18,238

A pressione diminuita si sarebbero eliminati in più gr.  $19,786 - 18,238 = \text{gr. } 1,548$ .

ESPERIENZA 2<sup>a</sup>.

A PRESSIONE DIMINUITA (2).

24 giugno 1902. Ore 9,42'30'':  $H = 741^{\text{mm}}$   $t = 19^{\circ},7$   
 ore 9,50'  $H = 674^{\text{mm}}$   
 " 9,55' " "  $632^{\text{mm}}$   
 " 10,4' " "  $592^{\text{mm}}$   
 " 10,9' " "  $545^{\text{mm}}$   
 " 10,10'45'':  $t = 21^{\circ},9$

(1) In questa prova, e nella seguente a pressione ordinaria, non si fece uso della maschera. L'aria venne raccolta mettendo in bocca semplicemente il tubo di gomma, senza chiudere le narici.

(2) L'aria aspirata che passava nei tubi colla potassa fu raccolta applicando sulla faccia di Giorgio Mondo la maschera di guttaperca, com'è indicato nella fig. 2: essa chiudeva ermeticamente per mezzo di uno strato di mastice da vetrai rammollito con vasellina.

Ossigeno introdotto nella campana litri 12.  
Durata dell'esperienza 28'15".

Anidride carbonica nella campana (netto) . . . . .	gr. 7,663
" " nei bocconi . . . . .	" 2,807
" " trattenuta dalla potassa . . . . .	" 3,613
<hr/>	
Anidride carbonica eliminata in 28'15" . . . . .	gr. 14,083
" " calcolata per 30' . . . . .	" 14,957

A PRESSIONE ORDINARIA.

Ore 11,37':  $t = 20^{\circ},5$ .  
Come nella prova precedente si inumidisce la campana esternamente per raffreddarla alquanto.

Ossigeno introdotto nella campana litri 12.  
Ore 12,6'30":  $t = 22^{\circ},2$ .  
Durata 29'30".

Anidride carbonica emessa nella campana (netto) . . . . .	gr. 9,196
" " trattenuta dalla potassa . . . . .	" 3,526
<hr/>	
Anidride carbonica emessa in 29'30" . . . . .	gr. 12,722
" " calcolata per 30" . . . . .	" 12,957

A pressione diminuita si sarebbero eliminati in più durante mezz'ora gr. 14,987  
— 12,987 = gr. 1,970.

ESPERIENZA 3<sup>a</sup>.

27 giugno 1902.

Mentre che nelle esperienze precedenti si era fatta prima la prova colla pressione diminuita, in questa cominciamo coll'analisi dell'aria a pressione ordinaria (1).

A PRESSIONE ORDINARIA.

Ore 9,54'45":  $H = 742^{\text{mm}}$   $t = 20^{\circ},4$   
Ore 10,17':  $t = 23^{\circ}$ .  
Ossigeno introdotto litri 10.  
Durata dell'esperienza 22'15".

Si è fatta durare meno del solito per non accumulare troppa anidride carbonica nella campana, poichè a metà dell'esperienza si è interrotto il funzionamento dell'apparecchio a potassa.

Anidride carbonica nella campana (netto) . . . . .	gr. 10,408
" " trattenuta dalla potassa . . . . .	" 1,845
<hr/>	
Anidride carbonica eliminata in 22'15" . . . . .	gr. 12,253
" " calcolata per 30' . . . . .	" 16,522

(1) In questa esperienza l'aria si fa passare nei serpentini colla soluzione di potassa adoperando, invece della solita maschera, le valvole di Zuntz adattate alla bocca, mentre le narici sono chiuse con una pinzetta.

A PRESSIONE DIMINUITA.

Ore 11,44' : t = 21°,2.

Si inumidisce la campana esternamente.

ore 11,52'	H = 676 <sup>mm</sup>
" 11,58'	" " 626 <sup>mm</sup>
" 12,5'	" " 598 <sup>mm</sup>
" 12,13'	" " 552 <sup>mm</sup>

Ossigeno litri 13.

Ore 12,13'45" : t = 22°,6.

Durata dell'esperienza 29'45" .

Anidride carbonica nella campana (netto) . . . . .	gr. 9,877
" " estratta coi bocconi . . . . .	" 2,974
" " trattenuta dalla potassa . . . . .	" 5,473
Anidride carbonica eliminata in 29'45" . . . . .	gr. 18,324
" " calcolata per 30' . . . . .	" 18,478

Trovata in più a 552<sup>mm</sup> gr. 18,478 — 16,522 = gr. 1,956.

Le esperienze fatte dal prof. Ugolino Mosso in una precedente spedizione al Monte Rosa (1), che furono comunicate a questa Accademia, avendo mostrato che non compariscono a grandi altezze modificazioni importanti nella eliminazione di anidride carbonica, possiamo concludere che la forte quantità di anidride carbonica, che noi ottenemmo per la depressione di meno di 1/3 di atmosfera, si trovasse già formata nel sangue e nei tessuti.

Le esperienze, esposte nella memoria seguente, dimostrano appunto una diminuzione notevole dell'anidride carbonica nel sangue coll'abbassarsi della pressione barometrica. A questa diminuzione uno di noi, studiandone gli effetti, ha già dato il nome di *Acapnia* (2). Certo non può spiegarsi la differenza di 1,5 gr. a 2 gr. di anidride carbonica, ottenuta in così breve tempo, fra la respirazione nella pressione ordinaria e nell'aria rarefatta, come un semplice fatto fisico. Deve essere succeduta una decomposizione chimica nei componenti del sangue e dei tessuti.

Ci riserbiamo di continuare queste ricerche per vedere se è diminuita in modo corrispondente l'alcalinità del sangue.

(1) Ugolino Mosso, Rendiconti R. Accademia dei Lincei, 15 marzo 1896; ibid. 12 aprile 1896.

(2) A. Mosso, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, 2ª edizione, 1898, pag. 382.