

Angelo Mosso e lo studio della respirazione in alta quota

ANNALISA COGO* - GIUSEPPE FIORENZANO**

Lo studio della ventilazione in alta quota e delle modificazioni a carico dall'apparato respiratorio sono uno dei temi di ricerca di Angelo Mosso, considerato uno dei padri della moderna fisiologia d'alta quota.

Il clima di montagna presenta delle caratteristiche sempre più evidenti man mano che si sale di quota (tabella 1 e tabella 2): la principale modificazione è la riduzione della pressione barometrica cui consegue una progressiva riduzione dell'ossigeno che crea una condizione definita *ipossia*; la ridotta ossigenazione obbliga l'organismo a mettere in atto una serie di risposte di compenso con l'obiettivo di cercare di mantenere adeguata l'ossigenazione delle cellule.

TABELLA 1 Modificazioni del clima in altitudine

Pressione Barometrica	↓
PiO ₂ (pressione parziale dell'ossigeno inspirato)	↓
Densità dell'aria	↓
Umidità	↓
Temperatura	↓
Allergeni	↓
Inquinamento	↓
Vento	↑

TABELLA 2 Classificazioni della quota

Livello del mare	0-550m
Bassa Quota	500-2000m
Media Quota	2000-3000m
Alta Quota	3000-5500m
Quota Estrema	> 5500m

Il polmone è insieme al cuore il primo organo che risponde all'ipossia, e lo fa con un incremento della ventilazione: gli atti respiratori diventano più profondi e frequenti e il contributo del torace e dell'addome alla ventilazione può modificarsi. D'altro lato il polmone subisce gli effetti dell'ipossia e può diventare sede di una delle più gravi patologie d'alta quota: l'edema polmonare.

Leggere i libri di Angelo Mosso è un avvincente viaggio a ritroso nella storia della medicina. Ma ciò che più stupisce e affascina è la constatazione che le sue ricerche, svolte con apparecchi messi a punto da lui stesso, innovativi per l'epoca, ma rudimentali se paragonati a quelli odierni, hanno portato a risultati confermati poi decine di anni dopo con tecniche molto più sofisticate.

Ad Angelo Mosso si deve l'idea della costruzione del Laboratorio Rifugio più alto d'Europa: la Capanna Regina Margherita a 4.559 m sulla Punta Gnifetti del Monte Rosa, inaugurata il 4 settembre 1893 alla presenza della stessa Regina Margherita. Ristrutturata e ampliata negli anni '80, è tuttora sede ideale per studi di fisiologia in alta quota.¹

* Università di Ferrara, annalisa.cogo@unife.it

** Azienda Ospedaliera Santa Maria di Terni, gxfiore@tiscali.it

Successivamente, nei primi anni del secolo scorso, Mosso avvertì la necessità di un laboratorio ad una quota inferiore, accessibile durante tutto l'anno e nel quale si potessero svolgere ricerche, non solo di medicina ma anche di biologia, botanica, geologia, meteorologia, glaciologia e manifestò questa sua idea al Congresso di Fisiologia tenutosi a Torino nel 1901.

Il luogo fu identificato in un'ampia conca riparata dai venti e dalla caduta di valanghe posta tra lo Stohleberg e il Corno del Camoscio.

Il 9 luglio 1905 fu posata la prima pietra,² il 27 agosto 1907 l'edificio venne inaugurato alla presenza della Regina Madre Margherita di Savoia. Nacque così l'Istituto al Col d'Olen.

Al VII Congresso di Fisiologia a Heidelberg venne proposto di intitolare l'Istituto ad Angelo Mosso.³ L'edificio ospitava al piano terra laboratori, all'epoca considerati molto ampi, che contenevano attrezzature scientifiche permanenti ed una biblioteca. Al primo piano si trovavano locali idonei a ospitare i ricercatori anche per soggiorni prolungati. All'epoca si scrisse che l'Istituto al Col d'Olen "superava per grandiosità, numero e disposizione degli ambienti, ricchezza di arredamento scientifico"⁴ tutti gli altri Istituti già esistenti sulle Alpi e su altre catene montuose.

Il 10 giugno 2000, durante un violento temporale, un fulmine cadde sull'edificio che venne quasi completamente distrutto dall'incendio, nonostante l'immediata richiesta di soccorsi da parte del custode: le proibitive condizioni atmosferiche resero infatti impossibile l'intervento dell'elicottero. L'Università di Torino decise di ricostruire l'edificio, che venne inaugurato il 15 dicembre 2007.⁵

Le ricerche di Angelo Mosso sui temi di Medicina e Fisiologia in Alta quota sono mirabilmente descritte nel testo *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, edito per la prima volta nel 1897, poi ampliato e arricchito in successive edizioni.⁶ Non è possibile presentare in queste pagine tutte le ricerche di Angelo Mosso sulla respirazione in alta quota e dovremo quindi focalizzare l'attenzione su alcuni argomenti, a nostro parere i più significativi.

Il primo è la misura del respiro. Mosso osservò una netta riduzione della misura della capacità vitale, cioè della massima quantità di aria che un soggetto può mobilitare con la respirazione profonda, tra Torino e la Capanna Regina Margherita (Tabella 3).⁷

¹ ANNALISA COGO, ANDREA PONCHIA, ORIANA PECCHIO et al., *Italian high altitude laboratories: past and present*, «High Altitude Medicine & Biology», 1, 2, 2000, pp. 137-147.

² LUIGI PAGLIANI, ALBERTO AGAZZOTTI, *Laboratori scientifici 'Angelo Mosso' sul Monte Rosa*, in *Istituto Scientifico 'A. Mosso' Col d'Olen*, Università di Torino, Regione Piemonte, Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2007, p. 70.

³ *Ivi*, p. 71.

⁴ CARLO TOESCA DI CASTELLAZZO, *Inaugurazione dell'Istituto del Col d'Olen*, «Rivista mensile del CAI», XXVI, 1907, p. 385.

⁵ ORIANA PECCHIO, *La ricerca scientifica all'Istituto 'Angelo Mosso' al Col d'Olen*, in *Istituto Scientifico 'A. Mosso' Col d'Olen*, Università di Torino, Regione Piemonte, Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2007, pp. 39-40.

⁶ ANGELO MOSSO, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, Milano, Fratelli Treves, 1897.

⁷ *Ivi*, pp. 183-185.

TABELLA 3

Capacità vitale misurata a Torino (276 m.) e sul Monte Rosa (4560 m.).
I valori segnati in c. c. sono la media di 3 osservazioni successive.

	Torino	Capanna Regina Margherita	Differenza
A. Mosso.	3888	3108	780
Solferino.	4556	4434	122
Marta.	5206	4651	555
Sarteur.	5205	4723	482
Jachini	4795	4508	287
B. Bizzozero	4200	3653	547
Chamois	3678	3276	402
Oberhoffer	3179	2734	445

Le ipotesi fatte da Mosso per spiegare tale fenomeno erano più di una e tra di esse anche una ‘congestione’ del polmone. Effettivamente in anni recenti, il dato è stato ripetutamente rilevato in numerose ricerche svolte, sia sul campo sia in ipossia simulata, con l’utilizzo di apparecchiature più sofisticate e con diverse metodiche.⁸ In sintesi, il polmone appare più rigido e meno distensibile, probabilmente per un iniziale accumulo di liquidi nell’interstizio (la parte del tessuto polmonare che sorregge e circonda i bronchi), che diventa più rigido e meno espansibile. Questo è un fenomeno tuttora oggetto di dibattito nel mondo scientifico internazionale.

Un’altra acuta osservazione, la presenza di periodismo respiratorio e di apnee notturne registrate sui compagni di spedizione, portò Mosso all’analisi e al monitoraggio del respiro durante il sonno. Attraverso due fasce poste una sul torace e l’altra sull’addome e connesse a un sistema in grado di trascrivere i movimenti dei due compartimenti e segnalare quindi le variazioni di ampiezza del respiro (Fig. 1)⁹ e le apnee, cioè la mancanza del movimento respiratorio (Fig. 2)¹⁰ Angelo Mosso descrisse per primo quei fenomeni che poi sarebbero stati definitivamente dimostrati con le tecniche di monitoraggio non invasivo della respirazione, cioè la pletismografia induttiva:¹¹

Anche in altra maniera può vedersi che funzionano in modo diverso il centro dei movimenti del torace e quello del diaframma. La mancanza di sincronismo nel sonno che ho già descritto sin dal 1878, appare spesso evidentissima in condizioni normali e sempre quando si mette un ostacolo alla inspirazione.¹²

⁸ GEORGE CREMONA, ROBERTO ASNAGHI, PAOLO BADERNA et al., *Pulmonary extravascular fluid accumulation in recreational climber. A prospective study*, «The Lancet», 359, 2002, pp. 303-309.

⁹ ANGELO MOSSO, *I movimenti respiratori del torace e del diaframma*, «Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino», s. 2, LVI, 1903, pp. 397-435.

¹⁰ ANGELO MOSSO, *Fisiologia dell’uomo sulle Alpi*, Milano, Fratelli Treves, 1897, p. 54.

¹¹ GIUSEPPE INSALACO, SALVATORE ROMANO, ADRIANA SALVAGGIO et al., *Blood pressure and heart rate during periodic breathing while asleep at high altitude*, «Journal of Applied Physiology», 89, 2000, pp. 947-955.

¹² ANGELO MOSSO, *I movimenti respiratori del torace e del diaframma*, «Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino», s. 2, LVI, 1903, p. 428.

Il tracciato della figura 1 rappresenta un'esperienza fatta su Giorgio Mondo mentre sta in posizione a 45 gradi e ha il pneumografo doppio intorno al torace e un altro intorno all'addome.

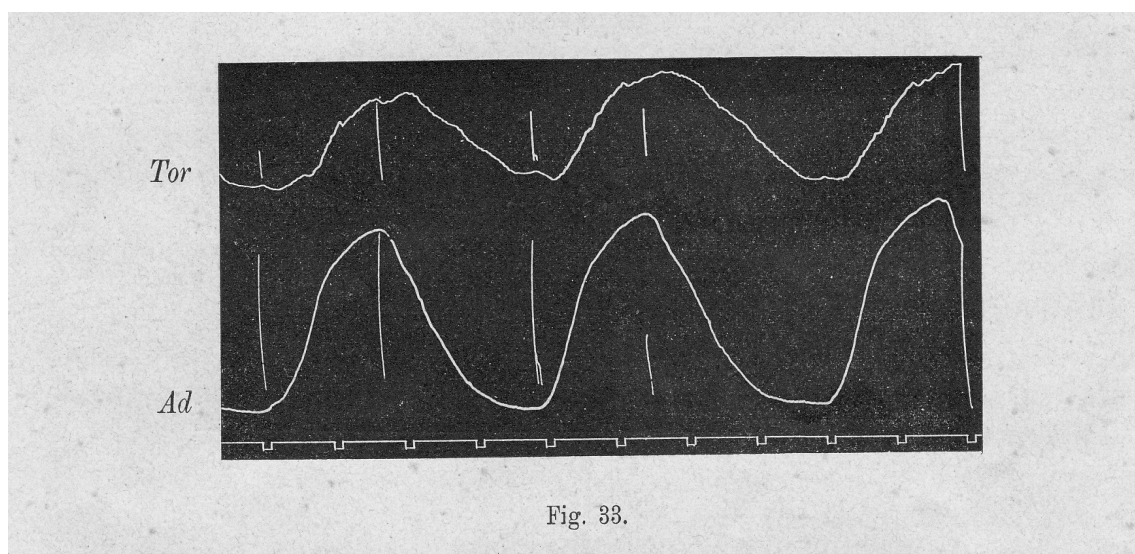


Fig. 1

La figura 2, estratta da *La fisiologia dell'uomo sulle Alpi* è una registrazione del respiro periodico durante il sonno alla Capanna Regina Margherita sul fratello Ugolino.

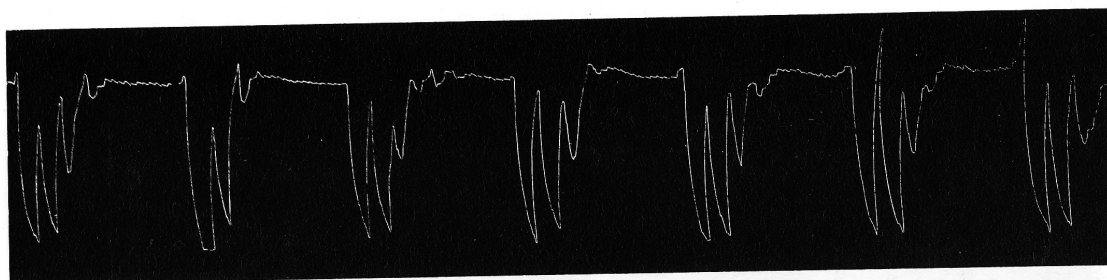


Fig. 20. — UGOLINO MOSSO.

Respirazione periodica nel sonno alla Capanna Regina Margherita. I periodi di arresto del respiro durano 12 secondi.

Fig. 2

Inoltre, Angelo Mosso è stato uno dei primi a studiare il controllo del respiro in alta quota da parte del sistema nervoso,¹³ argomento che solo in anni molto più recenti è stato studiato in modo approfondito, grazie ai progressi della tecnologia.¹⁴

Infine, Mosso è stato il primo a descrivere la più grave delle patologie da altitudine: l'edema polmonare da alta quota, pur senza comprenderne appieno i meccanismi, che sono stati delucidati, almeno in parte, solo di recente. Infatti è stato il primo a riportare nel suo testo più famoso l'autopsia di un soggetto deceduto per edema polmonare da alta quota. Si trattava di un medico, il dott. Jacottet, morto nel corso di una scalata al Monte Bianco.¹⁵ Nel libro di

¹³ ANGELO MOSSO, *Esperienze fatte sul Monte Rosa respirando ossigeno puro e mescolanze di ossigeno ed anidride carbonica*, «Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei», Roma, 1904.

¹⁴ SUKHAMAY LAHIRI, SANTHOSH BABY, CAMILLO DI GIULIO, *High altitude physiology and clinical disorders*. in ALFRED FISHMAN, JACK ELIAS (a cura di), *Fishman's pulmonary diseases and disorders*, York, McGraw-Hill, 2008.

¹⁵ ANGELO MOSSO, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, Milano, Fratelli Treves, 1897, pp. 209-210.

Mosso sono descritte chiaramente le caratteristiche anatomico-patologiche di questa patologia, che solo decenni dopo sono state riportate dalla letteratura internazionale.¹⁶ Infatti nei soggetti che muoiono per una insufficiente acclimatazione all'altitudine i reperti prevalenti sono di un accumulo di liquido a livello del polmone (edema polmonare) o del cervello (edema cerebrale), oppure entrambi. Nello stesso volume Mosso descrisse anche con dovizia di particolari un caso di edema polmonare da alta quota del quale era stato testimone, verificatosi in un soldato che lo accompagnava nel corso della spedizione e risoltosi poi spontaneamente.¹⁷ Non c'è da stupirsi se all'epoca il caso venne etichettato come polmonite, diagnosi che si continuò a porre in casi analoghi anche negli anni successivi, finché la patologia fu inquadrata clinicamente a cavallo degli anni '50 e '60 del secolo scorso.¹⁸

In conclusione, Angelo Mosso è stato un geniale studioso, che nell'ambito della fisiologia dell'alta quota ha precorso i tempi indicando con strumenti rudimentali settori di ricerca che soltanto molti anni dopo e con dovizia di mezzi sarebbero stati studiati in modo approfondito, spesso confermando i suoi dati e le sue intuizioni.

¹⁶ NARAYAN NAYAK, SUBHOJIT ROY, TANJORE NARAYANAN, *Pathologic features of altitude sickness*, «American Journal of Pathology», 45, 1964, pp. 381-391.

¹⁷ ANGELO MOSSO, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, Milano, Fratelli Treves, 1897, pp. 337-344.

¹⁸ CHARLES SNEAD HOUSTON, *Acute pulmonary edema of high altitude*, «New England Journal of Medicine», 263, 1960, pp. 468-480.