

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

Fisiologia. — *Contributo allo studio della genesi della fatica* <sup>(1)</sup>. Nota di GAETANO VIALE, presentata dal Socio P. FOÀ.

Le conclusioni alle quali arrivammo nella Nota precedente sono le seguenti:

La quantità di sudore che si secerne dalla fronte nell'unità di tempo non è costante nelle varie fasi della marcia, ma segue una curva che ha tendenza parabolica.

La quantità di sudore oltre, che dal lavoro, dipende dalla temperatura esterna: cresce, col crescere della temperatura.

La quantità di sudore è forse anche influenzata dall'altitudine, nel senso che, ad una altezza superiore ai 3000 m. si suda meno.

La concentrazione del cloruro sodico nel sudore varia in una direzione costante: segue una curva ad ordinate sempre crescenti.

La concentrazione del cloruro sodico — elevata nelle ultime fasi della marcia — si abbassa rapidamente se si beve dell'acqua, per risalire subito.

L'interpretazione di questi risultamenti si può dedurre dallo studio del comportamento del sangue nella fatica.

Rogozinski <sup>(2)</sup> ha dimostrato come le proprietà fisiche e chimiche del sangue non cambino per il lavoro, e come i muscoli perdano acqua, lavorando.

Buglia <sup>(3)</sup> ha trovato che mentre la concentrazione molecolare del sangue subisce un lieve aumento, non muta invece la conduttività elettrica, e che nei muscoli stanchi va continuamente diminuendo sia la concentrazione osmotica, sia la conduttività.

Gerhartz <sup>(4)</sup> trovò una diminuzione dell'acqua del sangue in seguito ad un prolungato lavoro: un aumento del peso specifico, delle emazie, della emoglobina, della sostanza secca e dell'azoto. I muscoli contengono meno acqua, meno sostanze minerali.

La perdita dell'acqua dell'organismo avviene specialmente a carico dei liquidi circolanti e della muscolatura periferica.

<sup>(1)</sup> Esperimenti fatti nei Laboratori scientifici « Angelo Mosso », sul Monte Rosa.

<sup>(2)</sup> Rogozinski, *Ueber den Einfluss der Muskelarbeit auf Gewicht: Zusammensetzung und Wassergehalt der Organe des Tierkörpers*. Biochem. Zeitschr. 1, 207, an. 1906.

<sup>(3)</sup> Buglia, *Ueber der physikalisch-chemischen Aenderungen der Muskeln während der Ermüdung*. Biochem. Zeitschr., 6, 158, an. 1907.

<sup>(4)</sup> Gerhartz, *Untersuchungen über den Einfluss der Muskelarbeit auf die Organe des tierischen Organismus, insbesondere ihren Wassergehalt*. Pflüger's Archiv, 133, 397, anno 1910.

Questi dati ci rendono ragione della grande eliminazione di cloruro sodico nella fatica e del perchè si vada concentrando nel sudore nelle ultime fasi della marcia, quando il lavoro è protratto.

Per la regolarizzazione del calore che viene sviluppato durante il lavoro muscolare nella combustione degli idrati di carbonio, una grande quantità di acqua viene perduta dall'organismo. Oltre a ciò, è necessario, per la normale funzione dei muscoli e del sistema nervoso, che le sostanze tossiche, nate dal lavoro, vengano eliminate: come veicolo nella loro eliminazione serve l'acqua. La « perspiratio insensibilis », che si fa oltre l'attività delle ghiandole sudoripare, è un fattore che non giova dimenticare specialmente in alta montagna, dove è molto favorita dalle condizioni barometriche.

Ne segue che durante il lavoro, in alta montagna specialmente, una grande quantità di acqua viene perduta dall'organismo, quantità che, come vedemmo, può superare i cinque litri. L'acqua che si perde deriva dal sangue; se non intervenisse qualche meccanismo regolatore, la pressione osmotica del sangue si eleverebbe in modo grandissimo e danneggerebbe la vitalità degli elementi dei tessuti.

Perchè la concentrazione molecolare del sangue resti costante, dapprima a compensare la uscita di acqua, viene richiamata acqua dai tessuti, e sono appunto i muscoli quelli che più ne versano; ma quando non ne possono più cedere, è necessario che cloruro sodico (o, in genere, sale) si elimini: e se ne eliminerà tanto più, quanto più forte sarà la perdita di acqua.

Il rene, che nelle condizioni normali è il grande regolatore della concentrazione del sangue, funziona poco: intervengono allora vicarianti le ghiandole sudoripare.

Però si spiega come aumenti la concentrazione del cloruro sodico nel sudore a mano a mano che si procede nella fatica: perchè vanno esaurendosi a poco a poco le riserve d'acqua dell'organismo. È però che Tarugi e Tomasinelli (<sup>1</sup>), con una sudorazione profusissima, ottennero un aumento della conduttività elettrica, probabilmente determinato da un aumento del contenuto in cloruro sodico. Quando poi le riserve d'acqua saranno terminate e ancora acqua verrà perduta dal sangue per la termoregolazione così dalla cute come dai polmoni, ancora maggiore sarà nel sudore il contenuto in NaCl, che viene a trovarsi in vero eccesso nel sangue.

Dall'andamento del fenomeno veniamo a dedurne che certamente la massa totale del sangue, in seguito ad una prolungata fatica, è diminuita: come tendono a dimostrare le ricerche di Gerhartz.

Ma arriverà un momento in cui, per la necessità della circolazione e della nutrizione, non si potrà più perdere acqua; sudore più non si eliminerà:

(<sup>1</sup>) Tarugi e Tomasinelli, *Costanti fisico-chimiche del sudore*, in Archivio di fisiologia 5, 581, an. 1908.

allora le tossine, poichè, come ha dimostrato Arloing (1), molto tossico è il sudore emesso nel lavoro, si accumuleranno nel sangue, e potranno esercitare azione dannosa sul sistema nervoso, sul cuore, sui muscoli, sui reni.

Anche la termoregolazione sarà turbata: e infatti, mentre avverrà bene nelle prime fasi della marcia, meno bene avverrà in seguito: abbiamo infatti dimostrato come la curva della quantità del sudore sia appunto parabolica, e come, all'ultimo, poco sudore si possa eliminare, in relazione alla scarsità relativa di acqua che può perdere il sangue.

Così che, per noi, la genesi della fatica sta nel prosciugamento delle riserve di acqua nell'organismo, per cui le tossine si accumulano nel sangue e la termoregolazione viene turbata.

È per questo che la fatica insorgerà tanto più presto, quanto più abbondante sarà la sudorazione: infatti è noto che, quando fa freddo, si resiste di più alla fatica; e noi vedemmo come a bassa temperatura-ambiente l'eliminazione del sudore fosse relativamente minore. E questo adattamento alla temperatura esterna pare essere anche nei polmoni, come risulta da osservazioni di Galeotti (2).

È forse anche per la maggior eliminazione di acqua che la fatica insorge prima in alta montagna. Sul ghiacciaio, oltre i m. 3000, la quantità di sudore è poca: ma a documentare che c'è stata una grande perdita di acqua per i polmoni, sta l'elevata concentrazione del cloruro sodico nel sudore.

Una prova indiretta dell'impovertimento di sale dell'organismo dopo una abbondante sudorazione, si induce dal fatto che in queste condizioni l'acqua pura introdotta nell'organismo vi è trattenuta per poco tempo perchè turba le condizioni fisico-chimiche del sangue, e non può osmoticamente essere equilibrata, essendo i tessuti poveri di sali.

\* \* \*

Zuntz e Schumburg (3), in seguito a prolungata fatica trovano aumento dei globuli rossi nel sangue; Gerhartz anche trova un aumento dei globuli rossi e dell'emoglobina: logicamente, avvalorati da altre ricerche sul peso specifico, la sostanza secca, l'azoto, si conclude per un addensamento del sangue. Ma Cohnheim e Kreglinger prima (4), Cohnheim, Kreglinger, Tobler e Weber dopo (5), sperimentando sul monte Rosa, oltre i 3000 metri, e

(1) Arloing, *Étude sur la toxicité de la sueur*. Journal de physiol. et de pathol. génér., I, 249, an. 1899.

(2) Galeotti, *Ueber die Ausscheidung des Wassers bei der Atmung*. Biochem. Zeitschr. 46, 173, 1912.

(3) Zuntz u. Schumburg, *Studien zu einer Physiologie des Marsches*. Berlin, 1901.

(4) Cohnheim u. Kreglinger, *Atti dei Laboratorii scientifici « Ang. Mosso » sul monte Rosa*, vol. III, 1912.

(5) Cohnheim, Kreglinger, Tobler u. Weber., *ibid.*, vol. IV.

misurando il contenuto del sangue in globuli rossi ed emoglobina, trovano una diminuzione nella fatica, cosa che invece non osservano in pianura.

Seguendo la tecnica di Cohnheim, cioè numerando i globuli rossi nella cella di Bürker, e dosando l'emoglobina con l'apparecchio di Autenrieth e Königsberg, in due ricerche ho trovato confermato il fatto:

		globuli rossi	emoglobina	
Esp. I	Ore 8	5,530,000	100	} Marcia di 2 <sup>h</sup> 30'
	" 11	5,430,000	93	
Esp. II	Ore 7,30	5,700,000	101	} Marcia faticosa di 3 <sup>h</sup> 30'
	" 11,30	5,230,000	97	

Ma diverse sono le conclusioni che traggio, da quelle che trae Cohnheim. Egli crede ad una diluizione del sangue, dovuta all'acqua che si produce nel lavoro muscolare.

Ma se i globuli rossi diminuiscono, e anche l'emoglobina, non potrebbe invece ciò dipendere da un accumulo di essi negli organi interni? nel fegato? nella milza? <sup>(1)</sup> nei polmoni? Si sa, dopo i lavori di Mosso <sup>(2)</sup>, e di Spehl et Desguin <sup>(3)</sup>, che nei polmoni, al disopra dei 3000 metri, è aumentata la quantità di sangue. Secondo Kronecker, poi, è diminuita la capacità vitale in seguito ad una ascensione, il che potrebbe spiegarsi come conseguenza d'una iperemia polmonare. L'intensa dispnea, poi, che si ha nell'aria rarefatta, è certamente dovuta ad una congestione polmonare, perchè la depressione barometrica è specialmente sentita, per le particolari condizioni anatomiche, più sui capillari polmonari che non in altri distretti vasali.

Ora, un accumulo di globuli rossi negli organi interni, può portare una diluizione dell'emoglobina nel sangue che circola alla periferia, ma non è già quella l'indice della diluizione del sangue. E poi, se giusta fosse la genesi invocata da Cohnheim, non si comprenderebbe perchè solo in alta montagna si dovrebbe verificare questo fenomeno.

<sup>(1)</sup> Mosso, *L'uomo sulle Alpi*, pag. 468.

<sup>(2)</sup> La patogenesi del dolore epatico o splenico che spesso interviene in fatiche, non potrebbe attribuirsi ad una congestione viscerale?

<sup>(3)</sup> Spehl et Desguin, *Influenza della depressione barometrica sulla quantità di sangue contenuta nei polmoni*. Atti dei Laboratorii scientifici « A. Mosso », sul monte Rosa, vol. III, 91, an. 1912.