I MUSCOLI PERDONO DI VOLUME NELL' ATTO CHE SI CONTRAGGONO;
SPERIMENTI DEL PROF. LUIGI FASCE.

(Estratto del Giornale di Scienze Naturali ed Economiche, Vol. III. 1867)

Cenni storici .

È così facile, e così semplice lo sperimento che dimostra la diminuzione del volume dei muscoli nell'atto che si contraggono, che non avrei osato farne soggetto di una pubblicazione, se la maggior parte dei fisiologi non avessero asserito il contrario.

Glisson nel 1676 (1) tentava provare sperimentalmente che i muscoli diminuiscono del loro volume quando si contraggono. Scrive Dumas (2) parlando dell'esperimento di Glisson. Il plongeait un de ses membres dans un vase plein d'eau, et il remarqua que le niveau du fluide baissait lorsque le membre par la contraction de certains muscles, était fléchi. Cette expérience, qui ne serait concluante que si on l'eût faite sur un muscle isolé, pêche et trompe d'ailleurs; en ce que le membre fléchi ne peut l'être, si les muscles extenseurs ne sont distendus; car la diminution de volume annoncée par l'abaissement de l'eau pourrait être attribuée au relâchement des muscles extenseurs, comme à la contraction des fléchisseurs ».

(1) *Tractatus de ventriculo et intestinis* cap. VIII, Londres 1676.

(2) *Principes de physiologie* par Charles-Louis Dumas 1800, tomo 5, pag. 107.

Riportai le parole testuali di Dumas perchè questo esperimento parmi non sia egualmente riferito da Longet che scrive (1) « Glisson... se servit d'un tube de verre propre a contenir le bras d'un homme; à ce tube fut annexée une petite branche; l'appareil une fois luté avec le bras et rempli d'eau, on fit exécuter des fortes contractions au membre, et l'on observa au même moment un abaissement dans le niveau de l'eau contenue dans la petite branche ».

Longet nella sua descrizione fa supporre che il membro si contraesse senza flettersi, e in tal caso sarebbe del tutto vana la critica di Dumas; ma in ogni modo questo esperimento non può portare ad alcuna conclusione, perchè come osserva anche Magendie, non possiamo tenere esatto conto dei cambiamenti che debbono sopraggiungere sia nella pelle che (nel tessuto congiuntivale. Infatti questo medesimo esperimento ripetuto da Carlisle (2) ha dato un risultato affatto opposto.

Borelli nel 1681 (3) scriveva che il volume dei muscoli aumenta durante la contrazione.

Blanc nel 1791 (4) immergeva la metà posteriore di un'anguilla in una boccia piena d'acqua: a questa boccia era adattato un tubo laterale: la boccia aveva un collo stretto chiuso da un turacciolo attraversato da un filo di ferro. Per mezzo di questo filo mobile si può pungere l'anguilla in modo da ottenere delle contrazioni. Blanc non avendo visto alcun cangiamento nel livello del liquido, asserisce che durante la contrazione, il volume del muscolo è invariabile.

Prochaska (5) sosteneva nel 1800 che per l'afflusso del sangue ai muscoli nell'atto che si contraggono, questi aumentano di volume.

Barzellotti (6) nel 1806 ripeteva l'esperimento di Pro-

(1) *Traité de physiologie* 1861, t. I, deuxième partie, pag. 17.

(2) *Transact. philos.* 1804.

(3) *De motu animalium*, Romae 1681.

(4) *Lecture on muscular motion, dans Philos. transact.*, 1791.

(5) *De carne musculari*, in Op. min. pars. I, Viennae, 1800.

(6) *Sur la cause prochaine de la contraction musculaire dans Bioblioth. Britannique*, 1806, t. XXXII, pag. 221.

chaska determinando leggerissime contrazioni per mezzo del galvanismo nella metà posteriore delle rane, e asserisce che i muscoli non cangiano affatto di volume nella loro contrazione, e nega uno speciale afflusso di sangue ai muscoli nell'atto che si contraggono.

Magendie nel suo *Compendio elementare di fisiologia* dice, che i muscoli non cambiano di volume nell'atto della contrazione.

Riferisce J. Muller nel suo *Trattato di fisiologia*, che Gruithuisen e Erman osservarono un aumento di volume nei muscoli in contrazione: Erman introduceva in un vaso la metà inferiore di un'anguilla sbarazzata dei visceri addominali, che portava un filo metallico nello speco vertebrale, ed altro nelle carni: versava acqua nel vaso fino a che uno stretto tubo che terminava la parte superiore dell'apparecchio ne fosse quasi pieno dall'apertura superiore di questo recipiente uscivano pure i due fili metallici in modo che potevano essere messi in rapporto con una pila galvanica: quando chiudeva la corrente della pila, che attraversava anche le carni dell'anguilla, i muscoli si contraevano, e costantemente l'acqua montava di quattro o cinque linee nel piccolo tubo, e nuovamente discendeva quando interrompeva la corrente.

Gerber con un apparecchio consimile, ma più complicato, sperimentava sopra rane decapitate, e non osservava alcun cangiamento di volume nell'atto della contrazione muscolare.

Longèt appoggiandosi alle osservazioni di Barzelotti, Prévost, Dumas scrive (1): « il semble rationnel de conclure que, quand un muscle se contracte, son volume absolu ne change pas, et que le muscle contracté gagne en épaisseur ce qu'il perd en longueur. »

Vierordt, nei suoi *Elementi della fisiologia dell'uomo*, dice che l'aumento di grossezza del muscolo in azione non compensa completamente l'accrescimento, e che da ciò ne

(1) *Traité de physiologie*, 1861, t. 1.

consegue nel muscolo medesimo, però solo in grado lievissimo, una diminuzione di volume.

Bernard nella sua ultima opera sulle proprietà dei tessuti (1), crede decidere la questione nel seguente modo « dans la contraction le muscle gagne en largeur exactement autant qu'il perd en longueur. On le prouve d'une manière bien simple en plaçant dans une éprouvette un muscle fraîchement préparé; on remplit cette éprouvette avec du sérum, parce que ce liquide organique conserve parfaitement le muscle qui se trouve ainsi complètement immergé; puis on excite ce muscle au moyen de l'électricité ou par tout autre irritant, et l'on constate qu'au moment de la contraction, le niveau du liquide reste rigoureusement le même: c'est donc que le volume total du muscle n'a ni augmenté ni diminué, et que l'élargissement a compensé exactement le raccourcissement ».

Sperimenti

Incominciai la serie dei miei esperimenti col ripetere con leggiera modificazioni la esperienza di Barzelotti e di Erman, e per maggiore chiarezza ecco il semplicissimo apparecchio che ho sempre adoperato. Prendo un matraccino della capacità di 520 grammi d'acqua il quale termina con un collo del diametro di 30 millimetri circa. Metto in questo vaso quella porzione di animale, o quel muscolo di cui voglio studiare il volume nell'atto che si contrae, riempio il matraccio d'acqua sino alla sua apertura. Con un turacciolo di *caoutchouc* attraversato nel suo centro da un tubo di vetro graduato del diametro di 4 millimetri, e da due fili di rame disposti lateralmente al tubo di vetro, chiudo il matraccio accostando colle dita le due estremità divergenti dei fili metallici, onde passino per il collo del vaso, e nell'atto di fissare il turacciolo, lo dispongo in modo, che i detti fili si mettano in contatto con due punti, per quanto è pos-

(1) *Leçons sur les propriétés des tissus vivants* par M. Claude Bernard, Paris 1866, p. 200.

sibile discosti, dell'animale, ossia del muscolo immerso (1). L'acqua del matraccio monta nel tubo graduato e si determina il suo livello: con due reofori di un rocchetto di induzione tocco le due estremità libere dei fili di rame, e nell'atto che l'eccitamento galvanico è trasmesso ai muscoli immersi, questi si contraggono, e la colonna liquida mostra nel momento della contrazione un lieve abbassamento, e tosto torna al livello di prima col cessare dello stimolo galvanico.

Adoperai il rocchetto d'induzione a preferenza della pila per ottenere contrazioni più forti, e poter mantenere i muscoli in contrazione per quanto tempo era necessario a bene determinare i gradi di abbassamento dell'acqua nel tubo.

Il rocchetto d'induzione merita inoltre la preferenza perchè non determina in modo apprezzabile la scomposizione dell'acqua, e quindi lo svolgimento dei gas nella medesima.

Nei primi esperimenti ho immersa nel matraccio la sola metà posteriore di una rana spogliata della pelle e di tutti i visceri addominali: i fili metallici dell'apparecchio erano messi in contatto l'uno colla parte lombare dell'animale e l'altro coi muscoli di una gamba; l'abbassamento da me osservato per l'eccitamento galvanico era di un mezzo millimetro nell'atto delle prime contrazioni, ma man mano ripetevo l'eccitamento, le contrazioni si facevano più leggere, ed era presto assai difficile, determinare un sensibile abbassamento nella colonna liquida.

Questi esperimenti fatti sopra una parte intera di un animale, come fece Blans, Barzelotti, Erman e Gerber, e che io ripetei soltanto per vedere che cosa si poteva ottenere col loro metodo, non possono a mio avviso condurre ad un'esatta conclusione.

Nella contrazione generale di un arto per stimolo galvanico, questo si mostra rigido ed in estensione: l'accorcia-

(1) Sono chiuse con cera lacca tutte le fessure e piccoli meati nei punti in cui il turacciolo è perforato dal tubo e dai fili metallici.

mento dei muscoli flessori è impedito dagli estensori e l'accorciamento di questi è limitato dalle loro aderenze dirette o indirette alle ossa; e non possiamo infine renderci conto della elasticità dei tessuti congiuntivali intersiziali e avvolgenti i muscoli.

Onde escludere tutte queste incognite, è necessario, a mio avviso, sperimentare sopra un solo muscolo isolato; e ciò è quanto ho fatto profittando dei muscoli delle grosse tartarughe marine (*Chelonia caouanna*) che facilmente ho potuto procurarmi presso il mercato di Palermo, nella scorsa primavera. E per non riportare tutti gli esperimenti fatti, i quali tutti mostrarono risultati conformi, riferirò soltanto i due seguenti:

1. Esportai un muscolo della regione scapolare della lunghezza approssimativa di centimetri 10 e del peso di gr. 45; messo nello apparecchio sopra descritto e colle cautele accennate, determinava nelle prime contrazioni un abbassamento della colonna liquida nel tubo di 0^m,0015. Ricordando che il tubo aveva il diametro di millimetri 4 avevamo una diminuzione di volume corrispondente a millimetri cubici 18,852.

2. Chiudevo nel mio apparecchio un muscolo lungo centim. 8 e del peso di gr. 30 estratto dal collo di un'altra tartaruga della medesima specie. L'abbassamento osservato fu di 0^m,001, corrispondente ad una perdita di volume di millimetri cubici 12,568.

Conclusioni.

1. Tanto l'estremità posteriore della rana, quanto i muscoli isolati delle tartarughe marine mostrano una evidente diminuzione di volume nell'atto che si contraggono.

2. Dal complesso degli esperimenti credo poter dedurre che la diminuzione di volume dei muscoli in contrazione, è proporzionale alla intensità dello stimolo, e alla contrattilità che conservano.

Non posso ancora pronunciarmi se, e quali rapporti vi siano tra la diminuzione del volume assoluto dei muscoli in contrazione, e la forma, il volume e la lunghezza delle varie masse muscolari: questo quesito sarà soggetto di un'altra monografia che spero poter pubblicare nel prossimo anno 1868.