

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCC.
1903

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XII.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1903

terra con antenna ora una diminuzione ed ora un aumento della magnetizzazione. Non ho ancora precisato le condizioni del fenomeno, il quale presenta però un grande interesse.

3. Finalmente osservo che effetti analoghi a quelli sopra descritti ho ottenuto sia operando sul nickel sia descrivendo un ciclo per trazione ed allentamento longitudinale del fascio, sia finalmente facendo passare l'onda invece che nella spirale avvolgente il fascio, longitudinalmente per il fascio stesso.

Fisiologia. — *I movimenti riflessi che produconsi per mezzo dei suoni nell'orecchio esterno delle cavie* (¹). Nota I del dott. ALBERTO AGGAZZOTTI, presentata dal Socio A. MOSSO.

Nell'organo dell'udito ad ogni percezione acustica succede una contrazione riflessa dei muscoli della cassa timpanica, con la quale viene regolata la tensione endo-timpanica e endo-labirintica. Nelle cavie osservai che ad ogni sensazione uditiva succede pure un movimento riflesso del padiglione dell'orecchio. Molti sono gli animali che hanno il padiglione mobile, in certi casi anche l'uomo lo muove: ma tali movimenti in questi animali si manifestano saltuariamente, sono spesso volontari e mimici; i movimenti che descriverò nelle cavie sono veri movimenti riflessi e costanti.

Tale riflesso consiste in un movimento di tutto il padiglione, ma specialmente della sua porzione antero-superiore. La direzione del movimento non si può attribuire a gruppi muscolari ben distinti, ma pare che i diversi settori del padiglione tendino a convergere verso l'orificio esterno del condotto uditivo. Alcune ricerche anatomiche sul modo di aggruppamento e funzionamento dei muscoli estrinseci dell'orecchio nell'uomo e negli animali, avevano già fatto supporre che alcuni di essi (*M. Antragicus* e il *M. Tragicus*) fossero il rudimento di antichi costrittori mentre altri (*M. Helicis maior et minor*) avrebbero avuto un'azione dilatatrice.

In questa Nota non mi occuperò dei muscoli che prendono parte al riflesso, nè della loro innervazione, nè della localizzazione anatomica dell'arco riflesso, su ciò intendo ritornare in seguito; ora desidero solo esporre le osservazioni fisiologiche che ho fatto intorno a questo riflesso, non ancora studiato da altri per quanto io sappia.

Il riflesso del padiglione è tanto più evidente quanto maggiore è l'intensità del suono; però fra l'uno e l'altro non v'è un rapporto ben definito e costante. Non occorrono dei suoni molto intensi per ottenere il massimo dell'escursione riflessa; una sfera di acciaio del peso di gr. 4 lasciata cadere

(¹) Lavoro eseguito nell'Istituto di fisiologia della R. Università di Torino.

sopra una grossa lastra di vetro dall'altezza di 50 cent., è già uno stimolo più che sufficiente per dare il massimo riflesso in una cavia tenuta a un metro di distanza. Se gli stimoli sono molto forti, l'animale reagisce con un sussulto di tutto il corpo.

L'altezza del suono ha anch'essa influenza sulla intensità del riflesso perchè i suoni bassi hanno un'azione minore dei suoni alti. Però i suoni comuni e noti all'animale, anche se acutissimi, producono un riflesso assai debole. Così per esempio il grido di un altro porcellino non provoca alcun riflesso. Anche Secchi (¹), studiando le variazioni nella pressione dell'orecchio medio dei cani, che sono prodotte dalla contrazione riflessa del muscolo tensore del timpano in seguito ad una sensazione acustica, vide che i suoni connessi all'animale avevano un effetto minore.

Per meglio studiare questo riflesso mi sono servito del metodo grafico; è facile fissare la cavia su una tavoletta di contenzione in modo tale da impedire i movimenti volontari, rimanendo liberi quelli dei muscoli motori del padiglione; mercè fettucce di cerotto adesivo, fissai ai margini anteriori delle due orecchie le estremità di due fili, e riunii l'altro estremo di questi a una leva scrivente, mantenuta da un apposito sostegno al di sopra dell'animale. La penna registrava i movimenti riflessi del padiglione su un comune cilindro affumicato rotante.

Così disposto l'animale, se si provoca in vicinanza uno stimolo sonoro, si ottiene una curva molto simile alla contrazione muscolare semplice o

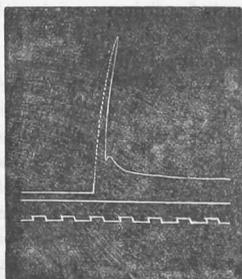


Fig. 1. — Contrazione muscolare riflessa del padiglione dell'orecchio nella cavia. Tempo = $\frac{1}{5}$ m".

scossa muscolare. In tale curva come risulta dalla fig. 1, nel periodo di ascensione non si nota nulla di importante, mentre nel periodo di discesa

(¹) C. Secchi, *La finestra rotonda è la sola via per i suoni*. Arch. di oto-rino-laringologia, Torino, 1902, vol. 12, pag. 35.

si vede che i muscoli si rilasciano molto rapidamente sul principio e più lentamente in fine.

L'elevazione secondaria che osservasi nella parte discendente della curva credo dipenda dall'elasticità dei muscoli che prendono parte al riflesso, e anche dalla inerzia dello strumento registratore.

Noi sappiamo che il periodo di rilasciamento di un muscolo qualsiasi, dopo una contrazione, è tanto maggiore quanto più piccolo è il carico. Nelle presenti esperienze i muscoli del padiglione dovevano ad ogni atto riflesso superare una resistenza di soli grammi 3,6. Più volte verificai che sono capaci di eseguire un lavoro molto più forte.

Fu per evitare il più possibile l'influenza che la fatica muscolare poteva avere sulla curva del riflesso che mantenni la resistenza a soli gr. 3,6.

L'intensità del riflesso è presentata da variazioni piuttosto forti nelle varie cavie che esaminai e talora anche nello stesso animale alla distanza di poche ore.

Il tempo che intercede fra la stimolazione acustica e il movimento riflesso è soltanto di 0,04 secondi.

La grande velocità di trasmissione di questo riflesso in parte dipende dalla brevità dell'arco diastaltico, in parte anche perchè il riflesso si compie senza passare per il midollo.

Vediamo ora come si comporti il riflesso quando gli stimoli acustici si susseguono numerosi; studiamo cioè quale sia la curva della fatica in tale riflesso. Per ottenere questa curva mi occorrevo degli stimoli acustici che fossero costantemente uguali fra di loro per intensità e per altezza, che fossero ritmici e che si potessero variare di frequenza secondo le esigenze dell'esperimento. L'apparecchio di cui mi servii fu un elettrocalamita, che ad ogni chiusura del circuito elettrico in cui era intercalata, lasciava cadere su di una piccola campana di vetro del diametro di cm. 20 e profonda cm. 5, un martellino di ferro. Questo urtava la campana sempre nello stesso punto e solo nell'atto della caduta, poi ne rimaneva discosto un millimetro circa; in modo che il corpo sonoro potesse vibrare. Rimanendo costante l'altezza da cui cadeva il martello, il suo peso e la superficie vibrante del corpo sonoro, potevo ritenere che gli stimoli acustici fossero tutti uguali.

La corrente elettrica era fornita da un piccolo accumulatore tipo Planté e perciò costante.

La sorgente sonora era tenuta sempre alla distanza di cm. 10-12 dalle orecchie dell'animale in esperimento.

In due modi varia la frequenza degli eccitamenti: quando il ritmo doveva esser lento, intercalai nel circuito un semplice metronomo come interruttore: quando la frequenza degli eccitamenti doveva essere maggiore, adoperai un interruttore a molla di Kronecker.

La fig. 2 rappresenta una serie di contrazioni riflesse del padiglione scritte sollevando il peso di gr. 3,6. Il suono che producono i movimenti riflessi si otteneva come fu detto per mezzo di un martellino che cadeva regolarmente sopra una campana di vetro tre volte al minuto secondo.

La frequenza degli stimoli ha una grande influenza sulla curva della fatica; quando questa è di 1" oppure meno, i riflessi corrispondenti sono ben

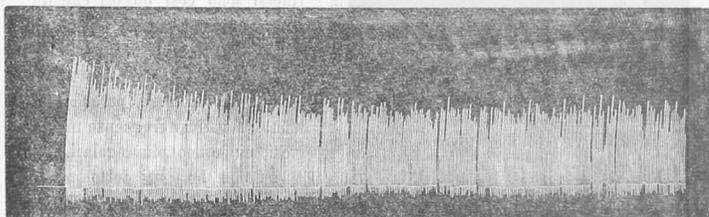


FIG. 2. — Riflesso dell'orecchio esterno nella cavia. Frequenza degli stimoli acustici 3 per secondo.

distinti e sempre uguali; i muscoli dopo ogni contrazione si rilasciano completamente. La curva che si ottiene continua invariata e manca ogni traccia di stanchezza.

Se la frequenza viene aumentata fra un secondo e $\frac{1}{5}$ di secondo come si vede nella fig. 3, le prime contrazioni riflesse diminuiscono in altezza, ma poi si continuano invariate per una sequela assai numerosa di contrazioni; la penna dopo ogni contrazione non ritorna alla linea di partenza: i muscoli cioè non si rilasciano completamente, perchè una scossa riflessa incomincia quando l'antecedente non è finita ed è ancora nella fase decrescente fig. 3. Nel momento che cessa il suono di produrre i riflessi, il padiglione non ritorna immediatamente alla posizione di partenza segnata in A, ma impiega un tempo relativamente lungo prima di riprendere la posizione di riposo.

Sarebbe come un aumento di tonicità che si produce nei muscoli del padiglione per effetto dei riflessi. Noi vedremo che tale fenomeno si modifica profondamente per azione dell'aria rarefatta; ma già nelle stesse condizioni normali si vede che questo aumento di tonicità è maggiore nel principio e va lentamente decrescendo, come si vede nella fig. 4.

Se la frequenza aumenta ancora, si osserva una diminuzione più rapida delle prime contrazioni, un minore rilasciamento nei muscoli e il tracciato dopo breve fase di lavoro costante si esaurisce.

Noi possiamo ritenere, che eccettuato il primo atto riflesso che è pro-

porzionale all'intensità dello stimolo sonoro, tutti gli altri sono tanto minori quanto maggiore è la frequenza degli eccitamenti.

Ad una frequenza di 20-25 stimoli per minuto secondo, i riflessi sono così piccoli che il tracciato pare assumere l'aspetto del tetano incompleto. Un tetano completo del riflesso non sono riuscito ad ottenere, perchè gli stimoli acustici a frequenze maggiori non erano più regolari.

Come ho già detto parlando della contrazione isolata, anche raccogliendo la curva della fatica del riflesso auricolare si notavano differenze evidentissime fra i vari animali: in alcuni la fase costante del riflesso si otteneva solo se gli stimoli non oltrepassavano la frequenza di $\frac{1}{2}$ secondo, in altri anche con stimoli di $\frac{1}{6}$ di secondo.

Se gli stimoli sono leggieri, spesso succede di veder aumentare, o diminuire alcuni atti riflessi: per cui nel tracciato possono apparire delle irregolarità che presto cessano. Parecchi sono i riflessi che possono venire influenzati dalla volontà, tanto nell'aumentarli che nel diminuirli e fra questi il Secchi⁽¹⁾ ha messo anche il riflesso del muscolo tensore del timpano.

Talora in certi punti del tracciato sembra di vedere delle regolari alternative di contrazioni più forti e più deboli; sul

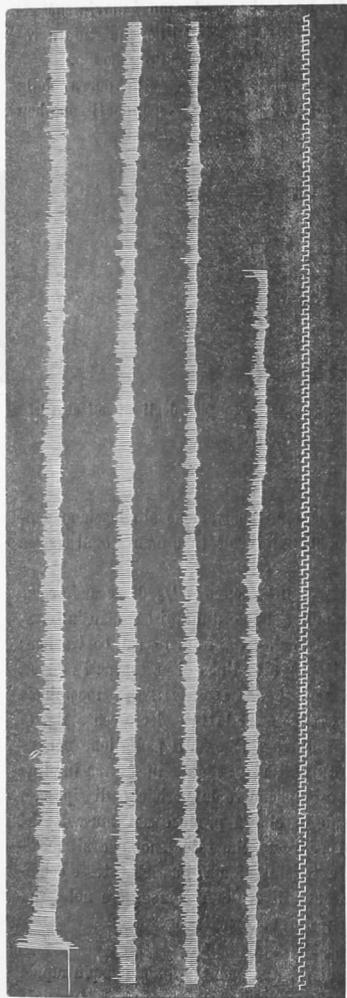


Fig. 3. — Riflesso del padiglione nella cavia. Frequenza degli stimoli 5 per secondo. Tempo segnato in secondi.

(1) Secchi, loc. cit., pag. 37.

principio credetti dipendessero da quei cangiamenti periodici dell'eccitabilità dei centri o di quella azione periodica del bulbo, che ultimante ha descritto Fano (1) nelle testuggini, oppure ne fossero causa quelle oscillazioni nervose, tendenti a sincronizzarsi coll'eccitazione che Broca e Richet (2) hanno messo in evidenza nei cani raffreddati con iniezioni di cloralosio: ma siccome in seguito vidi che il fatto non era costante, anzi molto raro e che quando compariva durava pochissimo, mi parve più razionale ammettere che esso

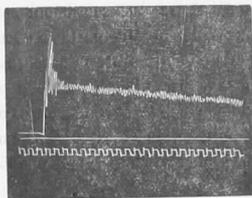


FIG. 4. — Riflesso del padiglione. Frequenza degli stimoli acustici $\frac{1}{5}$ m". Tempo 1 m".

dipendesse da passeggero oscillazioni nell'intensità dello stimolo acustico. Infatti, a seconda che il punto colpito del corpo sonoro è in uguale o contrario movimento del corpo che lo colpisce, lo stimolo acustico sarà accresciuto o diminuito; ora se il fenomeno assume causalmente una certa periodicità, anche nel riflesso si potrà vedere un alternarsi di contrazioni forti e deboli.

Se confrontiamo i tracciati del riflesso del padiglione provocato con stimoli di media frequenza coi miogrammi comuni, ottenuti facendo agire degli eccitamenti elettrici direttamente sul muscolo; apparisce questa differenza: che mentre nei miogrammi comuni per effetto della sommazione degli eccitamenti, la eccitabilità muscolare sul principio aumenta e la curva si fa più alta, nei tracciati del riflesso auricolare la curva sul principio diminuisce, e solo quando la frequenza degli stimoli è tanto forte da eccitare un nuovo riflesso quando l'antecedente è ancora nel periodo dell'ascensione, noi possiamo verificare sull'inizio del tracciato un leggiero innalzamento della curva.

Questo indebolimento che subiscono i primi atti riflessi è un effetto della fatica? Io credo che due altre sieno le cause.

(1) G. Fano, *Contributo allo studio dei riflessi spinali*. R. Accad. dei Lincei, 1902, pag. 468.

(2) A. Broca e Ch. Richet, *Période refractaire dans les centres nerveaux*. Comp. Rend. de l'Acad. des Sciences, 1897. — Ibid. *Reflexes provoqués par des excitations acoustiques*. Comp. Rend. de la Soc. de Biologie, 1897.

Gli stimoli acustici di cui mi servivo, erano, come dimostrai, tutti eguali per intensità e altezza, ma per quanto brevi perchè prodotti da un solo urto del martellino sulla campana, non erano istantanei come avrebbe potuto essere uno stimolo elettrico. Per un tempo relativamente lungo (2-3 m'') continuavano a partire dalla campana percossa dalle onde sonore gradatamente decrescenti d'ampiezza. Perciò se l'intervallo fra il primo e il secondo stimolo è minore della durata dello stimolo stesso, il secondo incomincerà che il primo non è ancora finito, e siccome noi percepiamo solo la differenza (positiva o negativa) fra due sensazioni consecutive, ne viene che il secondo stimolo darà un riflesso minore. Così dicasi per alcuni degli stimoli successivi che avranno un effetto tanto minore quanto maggiore e il suono residuo degli stimoli già avvenuti, ma più o meno presto secondo la frequenza, questo suono residuo rimarrà stazionario e allora anche tutti gli stimoli avranno un'azione minore, ma costante. Aumentando la frequenza degli stimoli il fenomeno è più evidente, mentre abbreviandola diminuisce di un po'.

La seconda causa va ricercata nel meccanismo di funzione dell'organo dell'udito stesso: quando uno stimolo sonoro arriva all'orecchio, produce una contrazione riflessa del muscolo tensore, proporzionale all'intensità e altezza dello stimolo stesso, e che dura tutto il tempo dello stimolo. L'effetto di questa contrazione è lo stiramento all'indietro della membrana del timpano con aumento della sua tensione e secondariamente anche della pressione nell'orecchio medio, come hanno messo in evidenza le lunghe ricerche sperimentali del Secchi. È naturale che se l'intervallo fra due sensazioni è minore della durata del riflesso del tensore, cioè della durata dello stimolo stesso, il secondo eccitamento colpisce la membrana del timpano ancora tesa e verrà riflesso in proporzioni maggiori, la sensazione e il riflesso del padiglione saranno minori. Ma anche le tensioni della membrana, come l'intensità dello stimolo arrivato a un certo punto rimarrà stazionaria e costanti saranno la sensazione e il riflesso del padiglione; nel tracciato a questo punto incomincerà la fase costante.

Se si diminuisce l'intensità dello stimolo, si può aumentare anche la durata dello stimolo stesso e la frequenza, chè la diminuzione delle contrazioni riflesse è poco evidente. Perciò possiamo ritenere che questa diminuzione automatica della sensazione entri in azione solo quando lo stimolo ha una certa intensità.

Qualche cosa di simile succede negli ergogrammi volontari; in essi il Treves (1) vide che se il peso è ultra massimale, la curva della fatica va rapidamente decrescendo, mentre se il muscolo è caricato col peso massimo

(1) Treves, *Sulle leggi del lavoro muscolare*. Atti R. Accad. Scienze di Torino, vol. 33, 1897-1898 e Archivio delle scienze mediche, vol. 22, 1898.

terminale o col sub massimo, essa si continua nella fase del lavoro costante. Nel lavoro volontario diminuire il carico, equivale diminuire lo stimolo nervoso.

Gli eccitamenti acustici da me usati, erano per il riflesso del padiglione ultra massimali, perciò si può ammettere che per le due cause suddette gli stimoli venissero resi sub-massimali e che perciò il riflesso del padiglione potesse continuarsi senza stancarsi nella fase costante.

Riconosciuta una parte costante per la forza delle contrazioni nel riflesso del padiglione, devesi però notare come si vede nel tracciato 3, che in ultimo dopo essersi ripetute le contrazioni 2 o 3 mila volte, apparisce una diminuzione nella loro forza. Probabilmente è questa una fatica centrale dei riflessi.

Chimica fisica. — *Sulle relazioni fra le proprietà dei vari corpi come solventi crioscopici e le loro costanti di cristallizzazione* (1). Nota II di G. BRUNI e M. PADOA, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

Tutti coloro che hanno avuto occasione di eseguire misure crioscopiche, impiegando corpi di varia natura quali solventi, hanno notato come differente sia l'attitudine che le diverse sostanze mostrano a tale impiego, e come esse si comportino diversamente nel congelamento e specialmente nei fenomeni di soprafusione.

Nelle determinazioni usuali di peso molecolare si impiegano naturalmente come solventi soltanto quelle sostanze che a tale scopo meglio si prestano, cioè che non occorre spesso nella loro esecuzione di fare le osservazioni suaccennate; le quali si presentano invece evidenti, numerose e svariate a coloro che per l'indole generale delle loro ricerche impiegano i corpi di natura la più differente come solventi crioscopici. Tali furono ad esempio le ricerche dei primi crioscopisti, i quali, allo scopo di verificare la validità e l'applicabilità generale delle leggi di Raoult e van't Hoff, sperimentarono sopra un notevole numero di solventi svariati (Paternò e Nasini, Beckmann, Eykman, Auwers).

Però le ricerche, nelle quali su più larga scala si ebbe occasione di osservare il comportamento di un grandissimo numero dei più disparati solventi, furono senza dubbio quelle che da oltre un decennio si vanno compiendo in questo Laboratorio per opera specialmente di F. Garelli e di uno di noi sulle

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica generale della R. Università di Bologna.