

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXV.

1918

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1918

Fisiologia. — « *L'ergoesthesiografo* ». *Un apparecchio destinato a rappresentare graficamente le attitudini a regolare gli sforzi muscolari*. Nota del Corrispondente G. GALEOTTI.

A tutti è noto quanta incertezza esista ancora per riguardo a quel senso non ben definito, che ci permette di apprezzare l'estensione e la forza dei nostri movimenti (*sensu muscolare, sensu articolare e tendineo, sensibilità profonda*) in modo da regolarli secondo le azioni che vogliamo compiere. Questa incertezza comprende tanto i criteri scientifici dall'argomento, invero molto complesso, quanto i metodi che si possono applicare per indagarlo.

Sappiamo, per le semplici osservazioni della vita quotidiana, che le *attitudini muscolari* individuali sono molto diverse. Alcune persone son capaci di eseguire, con grande destrezza, agilità e perfezione, tutti i loro movimenti, regolando in modo preciso le contrazioni dei muscoli, adeguatamente allo scopo che vogliono raggiungere. Altre persone, invece, goffe e maldestre, non sono capaci di questa precisione di movimenti e i loro atti sono sempre sproporzionati al fine a cui son diretti.

È vero che l'esercizio e l'allenamento possono modificare assai le capacità muscolari di queste persone, ma non di meno si può con sicurezza affermare, che le buone attitudini cinetiche sono attitudini congenite, le quali dipendono da complesse condizioni di costituzione del sistema nerveo-muscolare e riguardano contemporaneamente organi di senso ed organi centrali.

Occupandomi della scelta fisiologica dei candidati all'aviazione, pensai di trovare un modo per investigare il grado di attitudine muscolare, di cui ciascun individuo è congenitamente dotato; poichè è facile comprendere quanto sia necessario scegliere i piloti tra le persone, che hanno la capacità di regolare in modo perfetto i propri movimenti.

A tal fine ho ideato l'istrumento, che ora passo a descrivere e che ho chiamato *ergoesthesiografo*. Esso deve appunto servire a rappresentare l'attitudine, che ha un individuo, a regolare il proprio sforzo muscolare, in modo adeguato alla sensazione delle resistenze esteriori.

L'apparecchio è rappresentato nella fig. 1. Su di un robusto tavolo è impennata una leva a braccia disuguali. Sul braccio più lungo *A* (lunghezza cm. 60) scorre un manicotto *B*, che porta un uncino, a cui è attaccato un peso, e un'asticella *C*, la quale serve a far scorrere il manicotto e il peso su questo braccio della leva. Sul braccio corto della leva agisce un'altra leva *D*, azionata da un manubrio.

Un'occhiata alla figura basta per far comprendere come, spingendo il manubrio in avanti, si faccia innalzare il braccio *A* della leva principale. A questa leva è congiunta una penna *E*, la quale scrive sul cilindro rotante le vibrazioni della leva medesima. Un'altra penna *G*, unita ad angolo retto con l'asticella *F*, la quale oscilla, per una trasmissione con filo e carrucole, a seconda del movimento del manicotto *B*, scrive sullo stesso cilindro le escursioni del peso su *A* e quindi le variazioni della resistenza.

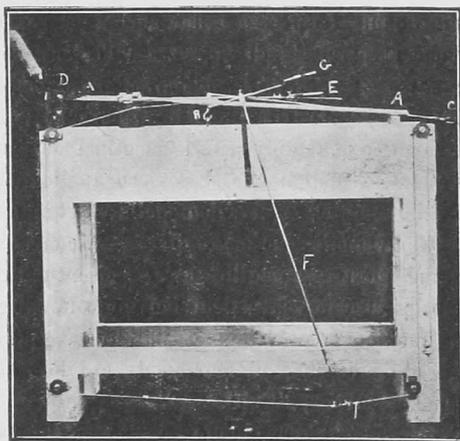


FIG. 1. — L'ergoestesiografo.

Soggetto ed osservatore si dispongono come si vede nella fig. 2.

L'osservatore, per mezzo dell'asticella *C*, fa scorrere ritmicamente il manicotto *B*. Il soggetto, ad occhi bendati, impugna il manubrio e, *sentendo* le variazioni della resistenza, dovute allo scorrimento del peso, deve opporsi ad esse col regolare la propria forza muscolare, in modo da mantenere sempre orizzontale il braccio di leva *A*.

Sul cilindro le penne scrivono due curve: una a grandi oscillazioni regolari, le quali rappresentano le variazioni della resistenza, e questa chiamerò *curva della resistenza*; l'altra rappresenta le vibrazioni, le incertezze e gli sbalzi dei muscoli, che tentano di compensare le variazioni della resistenza. Questa curva si può chiamare *curva muscolare*.

L'esperimento si fa in generale in due modi.

Il soggetto si pone come nella fig. 2, e allora i lievi movimenti che fa sono antero-posteriori: ho chiamato questa, 1<sup>a</sup> posizione. Ovvero il soggetto si pone lateralmente al tavolo: il piano in cui oscilla la leva *A* è perpen-

dicolare all'avambraccio e il soggetto fa piccoli movimenti di lateralità: ho chiamato questa, 2<sup>a</sup> posizione.

Nella prima posizione l'esperimento è più facile e le curve muscolari sono sempre più regolari di quelle ottenute nella seconda posizione.

Altri dati riguardanti questi esperimenti sono i seguenti:

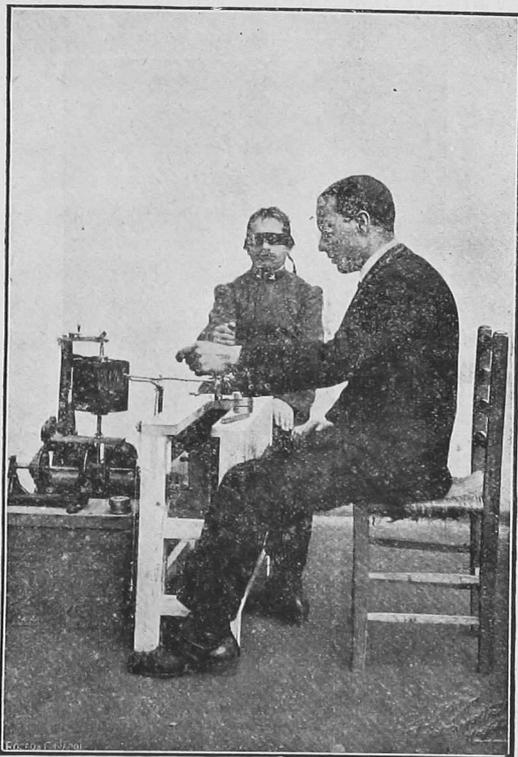


FIG. 2. — Come si dispongono osservatore e oggetto per un esperimento.

Il peso di carica è di Kg. 2 per la prima posizione, di Kg. 1 per la seconda. Le variazioni della resistenza vanno da Kg. 12 (apice inferiore delle oscillazioni nella curva della resistenza) a Kg. 2 (apice superiore delle oscillazioni nella curva della resistenza) nel primo caso, da Kg. 6 ad 1 nel secondo.

Le escursioni del peso son fatte in modo, che ogni oscillazione ha un periodo di circa 10 secondi.

Con questo apparecchio ho ottenuto già un grande numero di tracciati e si può dire che questi tracciati hanno un *tipo personale*, come un tipo personale hanno gli ergogrammi, ottenuti con l'apparecchio del Mosso. Ho sperimentato con diverse persone: con individui non abituati ad alcun genere di lavoro muscolare, con persone abituate a sport diversi, che richiedono destrezza e agilità di movimenti, e cioè con cavalieri, motociclisti, automobilisti e aviatori. Naturalmente è soprattutto a questi ultimi, che si è

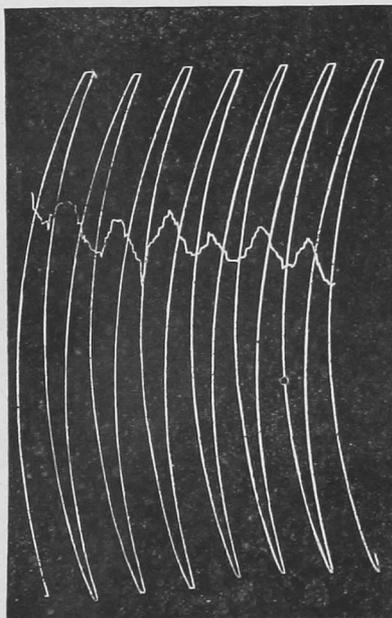


FIG. 3. — Una buona curva ottenuta da un bravo pilota.

rivolta la mia attenzione, ed ho potuto sperimentare su un certo numero di piloti, per verità ancora non troppo grande. Ho constatato con soddisfazione, che le migliori curve sono state ricavate appunto da aviatori provetti, che avevano fama di grande abilità, mentre curve non tanto buone mi sono risultate da piloti e da allievi poco sperimentati. Curve assai buone ho pure ottenuto da persone abituate a cavalcare, probabilmente perchè addestrate a mantenere le redini, con adatte contrazioni dei muscoli del braccio e dell'avambraccio, in uno stato di giusta tensione.

Cosicchè, in questo riguardo, l'apparecchio si è dimostrato corrispondente allo scopo e cioè capace di mettere in evidenza le buone o cattive attitudini muscolari degli individui in esperimento.

Teoricamente, da un individuo con meccanismi nervo-muscolari perfetti, e cioè capace di compensare in ogni istante le variazioni della resistenza con l'aumentare e col diminuire della contrazione dei suoi muscoli, si dovrebbe ottenere una semplice linea orizzontale. Ma in realtà ciò non avviene, e ciascun soggetto segue un poco le oscillazioni della resistenza, cosicchè anche una curva muscolare buonissima presenta un andamento ondulato.

Riserbando le mie conclusioni definitive, dopochè avrò raccolto un materiale ancora più ampio, posso tuttavia già dare alcuni cenni su diversi tipi di curve da me ottenuti.

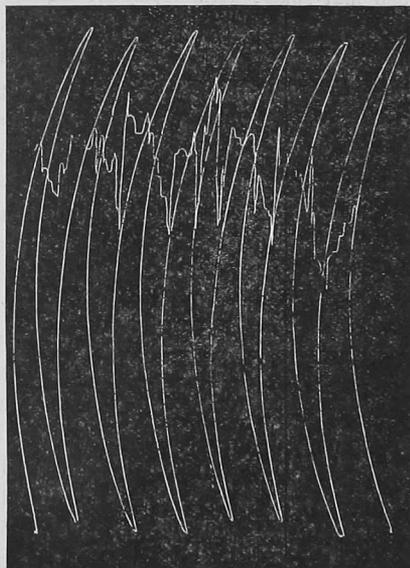


FIG. 4. — Una cattiva curva, ottenuta da una persona con insufficienti attitudini muscolari.

In queste curve è da osservare:

a) *L'andamento generale della curva.* Nei casi migliori la curva muscolare si mantiene in una zona mediana del tracciato: ciò vuol dire che la persona in esperimento è capace di apprezzare e di mantenere l'orizzontalità della leva. Negli altri casi alcune persone fanno curve, che regolarmente e continuamente discendono: queste persone cioè non si accorgono che la tensione dei loro muscoli va a poco a poco cedendo; altre persone invece fanno curve che continuamente salgono, cioè esse reagiscono alle variazioni della resistenza con un sempre maggior sforzo muscolare. In generale il tipo discendente o ascendente della curva permane nella stessa persona, anche quando si ripeta molte volte l'esperimento.

b) *l'altezza delle oscillazioni principali.* Le curve migliori sono quelle, in cui le oscillazioni principali sono uniformi e poco alte. Curve mediocri sono quelle, in cui le oscillazioni principali, pur essendo uniformi, sono molto alte: questo vuol dire che il soggetto segue troppo le variazioni della resistenza, cioè non è capace di compensarle immediatamente. Curve peggiori sono quelle, in cui le oscillazioni principali non sono uniformi, ma assai variabili in altezza.

c) *la presenza di dentellature e di sbalzi.* Questo è il fatto più importante da considerarsi. Nelle curve ottime le dentellature sono piccolissime e non si vedono mai sbalzi della leva. Ciò significa che il soggetto è capace di aumentare e diminuire in modo uniforme la contrazione dei propri muscoli. Quando non è capace di ciò si hanno vibrazioni e bruschi rinforzi e abbassamenti delle contrazioni: insomma l'individuo regola saltuariamente i suoi muscoli ed allora si hanno quelle curve irregolarissime, che appunto sono caratteristiche delle persone inadatte e maldestre.

In forma schematica si possono così riassumere queste conclusioni:

*Curve ottime*, che indicano eccellenti attitudini muscolari: La curva rimane in una zona orizzontale mediana del tracciato; oscillazioni principali uniformi e basse con poche dentellature e senza sbalzi.

*Curve mediocri*: Curve ascendenti o discendenti; curve con oscillazioni principali molto alte e non uniformi; curve con molte dentellature.

*Curve cattive*, che indicano inattitudine a regolare adeguatamente le attività muscolari: Curve difformi, con grandi dentellature e sbalzi.

Come esempio, riporto nella fig. 3 una curva assai buona, ottenuta da un pilota bravissimo, e nella fig. 4 una curva assai cattiva, ricavata da una persona, che non ha precisione nè destrezza o agilità di movimenti e che perciò non potrebbe mai diventare un buon aviatore.

**Meccanica.** — *Forma intrinseca delle equazioni gravitazionali nella relatività generale.* Nota di U. CISOTTI, presentata dal Socio TULLIO LEVI-CIVITA.

Nei fenomeni statici della meccanica einsteiniana, la forma quadratica quaternaria che congloba le misure dello spazio e del tempo si scinde in un termine che dipende dal tempo, e in una forma quadratica ternaria che è il quadrato dell'elemento lineare dello spazio ambiente <sup>(1)</sup>.

In una Nota recente Levi-Civita <sup>(2)</sup> riferendosi alla statica nei campi vuoti si è valso dei coefficienti di rotazione di Ricci (invarianti  $\gamma$  a tre in-

<sup>(1)</sup> Levi-Civita, *Statica einsteiniana* [questi Rend., vol. XXVI (1917), pag. 458 sgg.].

<sup>(2)</sup> Levi-Civita, *ds<sup>3</sup> einsteiniani in campi newtoniani. II: Condizioni di integrabilità e comportamento geometrico spaziale* [questi Rend., vol. XXVII (1918), pag. 3 sgg.].