

METODOLOGIA

PER IL MIGLIORAMENTO DELLA FORZA

LA FORZA COME QUALITÀ FISICA DELL'UOMO

OSSERVAZIONI INTRODUTTIVE

Il termine « forza », come nozione scientifica, deve venir limitato notevolmente, a seconda dei riferimenti. Si deve distinguere la « forza »:

- come grandezza fisica,
- come qualità dell'uomo.

Nel primo caso, la forza, accanto ad altre grandezze del movimento, è oggetto di ricerca della meccanica. Nel secondo, serve come oggetto di ricerca nella teoria dell'E.F., nella fisiologia e nell'antropologia.

L'impiego di un termine identico per nozioni notevolmente differenti porta talvolta a conclusioni errate. Ecco un esempio: « In condizioni identiche (traiettoria, durata dell'effetto, ecc.), l'accelerazione che l'atleta imprime ad un attrezzo qualsiasi è determinata dalla forza applicata. Perciò, il valore della velocità acquisita dipende soprattutto dalla forza dell'atleta ».

Dunque, nel primo caso, il termine « forza » identifica una caratteristica meccanica del movimento; nel secondo, il termine designa una qualità dell'uomo. L'errore è facilmente rilevabile quando si pensa all'accelerazione impressa ad un corpo con una massa molto piccola (una moneta, per esempio). La prima parte dell'affermazione resta valida mentre la conclusione che se ne trae è errata: l'aumento della massima possibilità di forza di un uomo non influisce praticamente sulla velocità (e di conseguenza sulla distanza) di spostamento della moneta.

In questo libro noi usiamo il termine « forza » nei due significati descritti. Ma, dove esiste il pericolo di confusione fra i concetti, per quello che riguarda la forza come qualità motoria, utilizzeremo i termini « possibilità di forza e forza muscolare ». Nel primo significato (gran-

dezza fisica), la forza è la misura dell'azione meccanica reciproca dei corpi in un istante preciso. Qualitativamente, essa può deformare un corpo immobile e accelerare un corpo mobile. Ciascuna forza può essere rappresentata da un vettore e completamente determinata dalla direzione, dalla grandezza scalare e dal punto dell'applicazione. La forza può essere misurata secondo il suo effetto reale di deformazione o di modificazione del movimento.

Sebbene la forza caratterizzi solamente una misura istantanea di azione reciproca, i suoi processi reali hanno tuttavia sempre un prolungamento nel tempo; nella pratica tale misurazione è molto importante e viene designata come impulso di forza; nel caso più semplice: il prodotto della forza per il tempo di applicazione.

Nella letteratura metodologica e nella fisiologia sportiva, quando si parla di forza, si fa riferimento, abitualmente, alla seconda legge di Newton: «La forza è proporzionale all'accelerazione ($F = m \cdot a$)». Naturalmente, si dimentica di dire che si tratta effettivamente di un caso particolare, corrispondente all'azione della forza d'inerzia (1). Quando le forze di reazione sono richiamate dalla forza di gravità del corpo, esse non dipendono dall'accelerazione e sono unicamente determinate dal peso; è quello che accade quando si sostiene un carico immobile. Nell'allungamento di un estensore o di un elastico, la forza sviluppata non dipende soltanto dall'accelerazione, ma essenzialmente dalla lunghezza dello stiramento dell'oggetto.

Quando, infine, la reazione è provocata dall'attrito, la grandezza della forza non dipende dall'accelerazione o dal percorso, ma dalla velocità. Alla maggior parte dei movimenti partecipano simultaneamente la forza di gravità, l'inerzia, la tensione, la deformazione e l'attrito. Ecco quindi che la dipendenza della forza dalle altre caratteristiche del movimento (velocità, accelerazione, percorso) è generalmente complessa. Un rapporto del tipo $F = m \cdot a$ non è rilevabile, nella sua forma pura, che in condizioni di laboratorio molto particolari.

FORMULAZIONE DEL CONCETTO

Il miglior modo per formulare una nozione è il riferimento al mezzo di misura proposto: «La misurabilità del movimento fornisce alla cate-

(1) Le forze inerziali agiscono dai corpi da accelerare a quelli che danno l'accelerazione. La distinzione della forza d'inerzia è puramente condizionale, come le altre, riferite alle forze di azione e di reazione.

goria forza il suo valore. Senza quella, essa non ne possiede affatto » (2). E' evidente che possiamo determinare il grado delle possibilità di forza con l'aiuto del dinamometro o di apparecchi simili, utilizzati in meccanica per la misurazione delle forze. Ciò dimostra, dunque, che la forza (come qualità motoria) dà all'uomo la possibilità di esprimere determinati valori di forza (misura delle azioni meccaniche reciproche) attraverso tensioni muscolari.

Questa proposizione, che è esatta nel significato, è però tautologica per quanto riguarda lo stile, a causa dell'impiego della parola « forza » in diverse accezioni (3). D'altro canto, si può definire la forza dell'uomo come la sua facoltà di vincere una resistenza esterna o di opporvisi con un impegno muscolare. In un'azione che riesca a vincere la resistenza esterna, si definiscono con il termine « forze resistenti » quelle dirette contro il movimento; nel caso invece di azione di stiramento (allungamento), quelle forze che agiscono a favore del movimento.

E' noto che i muscoli possono sviluppare forza in questi modi:

- senza modificazioni della loro lunghezza (condizione statica o isometrica);
- con riduzione della lunghezza (condizione isotonica, di superamento della resistenza);
- con allungamento (condizione di stiramento, pliometrica).

Dal momento che in questi diversi casi i valori massimali della forza sono differenti, le distinzioni riportate debbono essere considerate come classificazione dei più importanti tipi delle capacità di forza. Esamineremo questo punto, più dettagliatamente, in seguito.

DIPENDENZA TRA LE FORZE SVILUPPATE

E LE CONDIZIONI DI ESECUZIONE DEL MOVIMENTO

La forza di un movimento (vale a dire, quella che il movimento produce con la spinta o la trazione, I.M. Sečenov, 1906) dipende in gran parte dalla natura delle forze resistenti. Finora, nell'uomo, sono stati sufficientemente studiati soltanto i movimenti che sono in rapporto con la trasmissione di un'accelerazione a corpi di una determinata massa.

(2) F. Engels, *Dialektik der Natur*, Berlin - Dietz 1952, pag. 300.

(3) Per quanto riguarda le altre qualità fisiche, i termini sono meglio differenziati. Per esempio, essi non concordano nell'indicazione della resistenza come qualità motoria e come tempo massimo di esecuzione di un esercizio.

Gli studi di questo genere sono compiuti con l'ausilio di apparecchi (chiamati dinamografi inerziali) che permettono di eliminare l'influenza della forza di gravità. Nei dinamografi inerziali viene utilizzato un'asse orizzontale, sul quale si trova un volano con un indice, che segna il valore dell'oscillazione. Si arrotola un cavo su questo asse, il soggetto tira il cavo e fa così ruotare il volano. Si registrano tanto la forza di trazione, quanto l'accelerazione e la velocità impressa al volano. In questo appa-

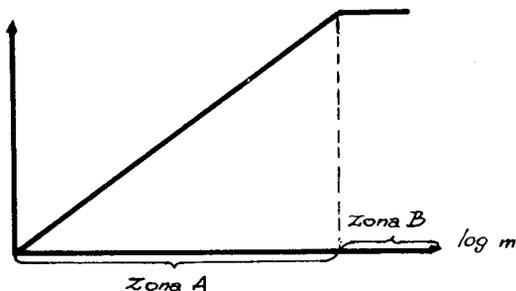


Fig. 1 — Dipendenza della forza dalla massa spostata, in movimenti con massimali applicazioni di forza (secondo N.N. Gončarov, 1952).

recchio, la modificazione della posizione dell'indice di oscillazione del volano non influisce sull'energia potenziale dello stesso nel campo gravitazionale. Tutto il lavoro (astrazione fatta per deboli dispendi di energia per vincere l'attrito) è unicamente rivolto a trasmettere energia cinetica al volano. La dinamica del movimento si basa sulla seconda legge di Newton. Modificando il movimento di inerzia, si può imprimere un'accelerazione a diverse « masse equivalenti ».

Rapporto tra forza e massa da traslocare

Se un uomo effettua una serie di movimenti con un'applicazione massimale di forza e sposta dei corpi di masse diverse, le grandezze della forza sviluppata saranno differenti (N.N. Gončarov, 1952). All'inizio, con l'aumento della massa del corpo da spostare, aumenterà anche la forza, ma successivamente, l'ulteriore aumento della massa non provocherà più alcun aumento di forza (fig. 1).

Matematicamente, il rapporto tra forza e massa da traslocare, in un campo di masse differenziali, in cui la forza possa aumentare (fig. 1 zona A), può essere espresso dalla seguente equazione:

$$F = a + K \cdot \log m$$

dove F rappresenta la forza; a e K le costanti individuali; \log il valore del logaritmo naturale ed m la massa.

Il rapporto tra forza e massa trova numerosi riscontri nella pratica sportiva. Così, la forza che l'atleta può applicare alla sfera, nel getto del peso, può essere inferiore a quella che egli è capace di applicare nel sollevamento di un bilanciere, ecc. Tuttavia, se la massa del corpo da accelerare è grande, il valore della forza da applicare non dipenderà più dalla massa da traslocare, ma soltanto dalle possibilità di forza del soggetto (fig. 1, zona B).

Rapporto tra forza e velocità

Se si lanciano sfere di peso diverso, misurando la velocità iniziale dell'attrezzo e la forza applicata, si ottiene che la forza e la velocità sono in rapporto inversamente proporzionale: quanto maggiore è la velocità, tanto minore sarà la forza esercitata e viceversa. Nel caso limite, quando la sfera è così pesante da non potersi spostare, si dovrà allora applicare una forza massimale (forza statica, velocità nulla). Al contrario, nel movimento del braccio libero (la massa della sfera e, di conseguenza, la forza che vi è applicata sono nulle), la velocità sarà massimale. Il lancio di

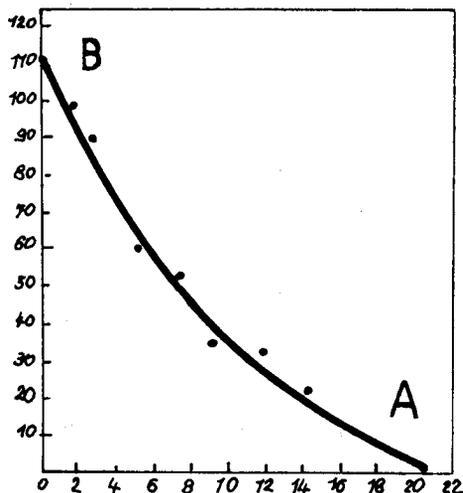


Fig. 2 — Dipendenza tra i valori della velocità e della forza, in movimenti eseguiti con carichi diversi. Dati sperimentali relativi al grande pettorale (secondo G.G. Ralston e altri, 1949). Sull'ascissa è riportata la forza in Kg; sull'ordinata, la velocità massima in cm/s.

un'attrezzo regolare (7,257 kg n.d.t.) occupa una posizione intermedia, perché la velocità e la forza possiedono valori relativamente medi. Nella riproduzione in laboratorio di questa esperienza, in condizioni più favorevoli (Fenn e altri, 1931; Wilkie 1949; N.A. Masalgyn, 1965; ecc.), il rapporto tra forza e velocità, in una serie di movimenti effettuati con

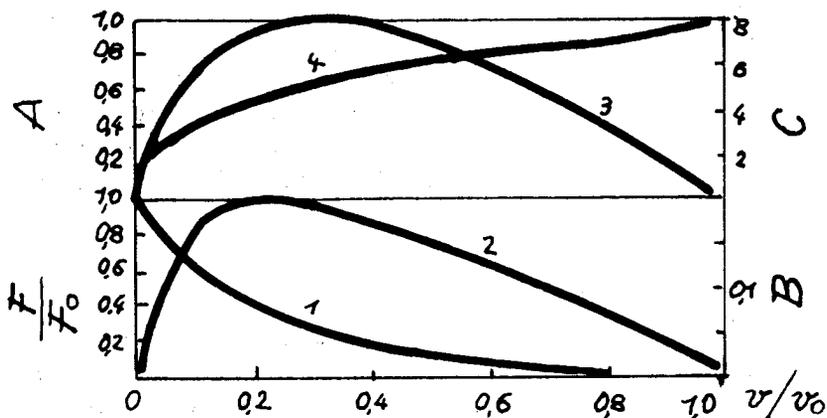


Fig. 3 — Dipendenza dalla velocità di diversi parametri del movimento (secondo A.V. Hill, 1950). Sull'asse delle ascisse è riportata la velocità V , come frazione della velocità massima. V_0 corrisponde ad un carico uguale a zero. Sull'asse delle ordinate (1) sono riportate la forza F , come frazione della forza isometrica massima F_0 ; il rapporto (2) tra il lavoro compiuto e l'energia impiegata (coefficiente di efficacia); l'intensità meccanica $F \cdot v$ (3); la richiesta energetica generale $F \cdot v / \text{coefficiente di efficacia}$ (4). A = Intensità; B = Coefficiente di efficacia; C = Richiesta energetica generale.

un carico variabile, fu chiaramente caratterizzato da una curva del tipo riprodotto nella figura 2. In essa, il punto A corrisponde alle condizioni isometriche (la velocità è nulla, la forza applicata è massima); il punto B corrisponde al movimento compiuto senza carico (carico nullo, velocità massima). I casi intermedi sono rappresentati nel grafico dai puntini. Il succitato rapporto tra forza e velocità è descritto dalla cosiddetta « equazione fondamentale della dinamica muscolare » (A.V. Hill, 1938):

$$(F + a)(v + b) = (F_0 + a) \cdot b = K$$

dove F è la forza applicata; F_0 la forza massima; v la velocità; a , b e K , le costanti individuali, cioè delle grandezze costanti, che caratterizzano i diversi soggetti ed i dati accertati nell'esperimento (4).

Da quest'equazione deriva non solo che la forza e la velocità sono in rapporto inversamente proporzionale ma anche, cosa importante, che i valori possibili della forza e della velocità, con dei carichi diversi, dipendono dalla forza massima (F_0) sviluppata in condizioni isometriche. In altre parole, gli indici di forza statica massima sono ampiamente indicativi della forza che si può sviluppare in regime dinamico.

(4) Si può trovare un'analisi più dettagliata di questa equazione nel volume di W. Beier: *Biophysik*, Leipzig, Thieme 1962.

Non esiste una differenziazione statisticamente attendibile fra la forza massimale misurata in regime statico ed il carico massimale che si può sollevare. I valori medi e gli scarti standard riscontrati furono rispettivamente di 16,6 Kg + 1,5 Kg e 19 Kg + 3,1 Kg (partecipavano all'esperimento 24 soggetti). Più tardi, A.S. Stepanov e M.A. Burlakov (1963) trovarono una differenza maggiore tra questi due indici (fino a 6 - 8 Kg).

Il rapporto della forza, e degli altri parametri del movimento, con la velocità, è graficamente illustrato dalla figura 3. Da notare che, con l'aumento della velocità, la grandezza della forza esercitata si riduce, e la produzione generale di energia aumenta (energia meccanica e calorica), mentre il valore massimale della potenza è raggiunto con velocità corrispondenti a circa 1/3 del massimale ed il maggior grado di efficacia con una velocità del 20% circa della massimale. Il fatto che la potenza massimale sia sviluppata con una velocità di circa 1/3 della velocità massimale, può sembrare, a prima vista, un po' sorprendente. Tuttavia, non bisogna dimenticare che la potenza, nel caso più semplice, corrisponde alla forza applicata, moltiplicata per la velocità:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$$

dove P = potenza; W = lavoro; F = forza; v = velocità; t = tempo e s = percorso. Le grandezze della velocità e della forza sono inversamente proporzionali. Si ottengono i massimi valori della potenza, quando si hanno i valori ottimali della forza e della velocità (ricordiamo qui che si tratta di movimenti eseguiti con impegno massimale, ma con carichi differenziati). Questi valori ottimali differiscono leggermente da quelli rilevati da alcuni ricercatori; ma il loro ordine di grandezza è sempre vicino all'arco dei valori corrispondenti rispettivamente ad 1/3 dei massimali, sia per la velocità, che per la forza (A.V. Hill 1950-1964; K. Ralston 1949-1953; N.N. Gončarov 1952). Di conseguenza, la potenza massima è uguale a circa 1/10 del valore che si otterrebbe, se fosse possibile sviluppare la forza e la velocità massimali in uno stesso movimento e nello stesso momento. Tutto ciò spiega perché si riscontrino maggiori livelli di sviluppo della potenza nel getto del peso, piuttosto che nel sollevamento di un bilanciere. Secondo i dati di A. Samosvetov (1961), nel getto del peso a 18,19 m, la potenza corrisponde a 6,9 HP, mentre nello strappo con un bilanciere di 150 Kg, a 4,3 HP. In queste esperienze, il valore massimale della forza applicata alla sfera, nel getto del peso, corrispondeva a 61,3 Kg, mentre la forza applicata al bilanciere, a circa

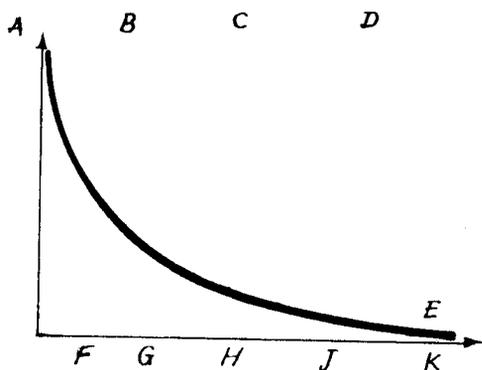


Fig. 4 — Dipendenza tra i valori della forza e della velocità in alcuni movimenti.

200 Kg. Sebbene nel getto del peso sia applicata una forza molto inferiore, a causa della maggior velocità del movimento, la potenza risulta più elevata. Il rapporto tra la forza e la velocità nei movimenti della pratica sportiva viene illustrato dalla figura 4.

Poiché la forza corrisponde al prodotto della massa per l'accelerazione, i valori della forza sviluppata possono aumentare sia attraverso una maggior massa, con una ridotta accelerazione (con movimenti che vengono denominati esercizi di forza; per esempio la spinta nel sollevamento pesi o l'accosciata con un dato carico sulle spalle), sia con un aumento dell'accelerazione, mantenendo costante la massa (con i cosiddetti esercizi di forza veloce; per esempio i lanci dell'atletica leggera - Farfel'). Quando, malgrado un'elevata accelerazione, i valori della forza sviluppata in un dato momento rimangono ridotti (perché è minima la massa da traslocare), si designano come esercizi di velocità i movimenti che la promuovono (vedi figura 4).

Tra i valori massimali della forza (vedi fig. 2, valori prossimi al punto A) e la velocità (vedi fig. 2, valori prossimi al punto B), non vi è alcuna correlazione. Le capacità di sviluppare, in un qualsivoglia movimento, la forza massimale e di raggiungere, contemporaneamente, una velocità più elevata, non sono dipendenti l'una dall'altra (Rasch; Henry, 1960). Ciò si riferisce ai punti esterni alla curva forza-velocità. I valori intermedi dipendono in modo notevole dai valori massimali.

*La forza nei movimenti prodotti
come conseguenza di un allungamento muscolare*

Questo tipo di forza, ottenuta con un allungamento forzato del muscolo, può superare di molto (fino al 50-100%) i valori massimali della

Fig. 5 — Dinamogramma dello stacco dell'ex primatista del mondo del salto in alto J. Stepanov. Le maggiori applicazioni di forza vengono sviluppate all'inizio dello stacco (nella fase di ammortizzazione, secondo D'jackov, 1958).

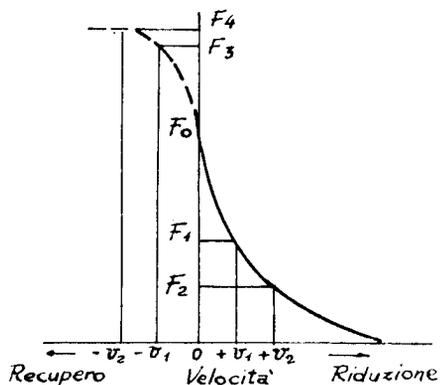
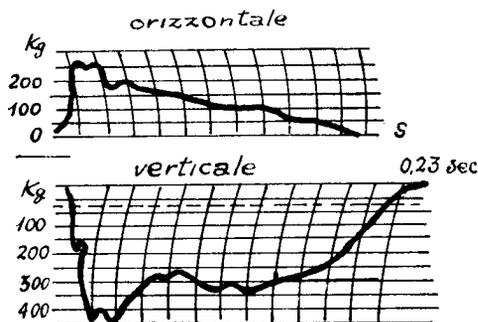


Fig. 6 — Rapporto tra forza e velocità in movimenti effettuati contro una resistenza (secondo B. Abbott e altri, 1959). V_1 e V_2 indicano la velocità di accorciamento e di allungamento dei muscoli; F_1 e F_2 le grandezze della forza corrispondente a questa velocità, in un lavoro contro una resistenza mobile (isotonico); F_3 e F_4 le grandezze di forza corrispondenti ad un lavoro pliometrico; F_0 , la forza isometrica massima.

forza isometrica di un uomo (A. Bethe). Per esempio, la forza esercitata nell'ammortizzamento al suolo, cadendo da notevole altezza, è superiore a quella che lo stesso atleta può sviluppare durante la spinta per un salto verso l'alto. L'apparato muscolare lavora spesso in regime di stiramento, in particolare nella fase di ammortizzamento dell'ultimo appoggio, nei salti e nei movimenti rapidi, dove bisogna assorbire l'energia cinetica del segmento del corpo che si sposta. In questo processo, le grandezze massimali della forza si sviluppano nelle fasi pliometriche del movimento (fig. 5).

La forza sviluppata nel lavoro pliometrico, in movimenti differenti, dipende dalla velocità del movimento. Più la velocità è elevata, tanto maggiore sarà la forza che dovrà essere applicata. Tenendo conto non solo del valore assoluto della velocità, ma anche della sua direzione, il rapporto tra forza e velocità si presenta, allora, nel modo riprodotto nella figura 6.

LE SPECIFICAZIONI DELLA FORZA
IN QUANTO QUALITÀ MOTORIA DELL'UOMO

Riprendiamo in esame alcuni dei concetti appena enunciati nella parte precedente:

- I valori della forza, sviluppati nei movimenti lenti, non differiscono in modo essenziale da quelli espressi nelle condizioni isometriche.
- Nel regime pliometrico di stiramento, si osservano valori massimali di forza, che possono, talvolta, superare del doppio i valori isometrici.
- Nei movimenti veloci, i valori della forza diminuiscono con l'aumento della velocità.
- Non esiste un collegamento (matematicamente esprimibile - n.d.t.) tra la forza sviluppata nelle condizioni proprie ai movimenti più veloci e la forza isometrica massimale.

Partendo da questi presupposti, si può proporre la seguente classificazione grossolana delle specificazioni della « capacità di forza »:

<i>Tipi della « capacità di forza »</i>	<i>Condizioni di sviluppo</i>
Capacità di forza pura (forza statica)	Regime statico e movimenti lenti (di spinta lenta)
Capacità di forza veloce	
a) Forza dinamica	Movimenti veloci
b) Forza di ammortizzamento	Movimenti pliometrici.

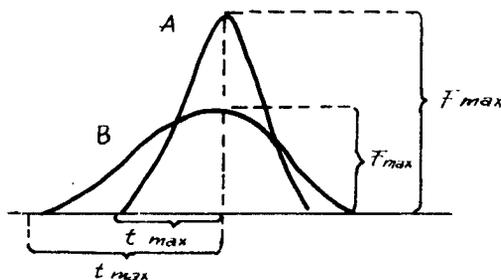
E' la forza statica la più importante: le grandezze di forza che l'uomo può sviluppare in molte azioni dinamiche e nel regime pliometrico dipendono essenzialmente dagli indici isometrici massimi (5).

Le forme citate della « capacità di forza » sono fondamentali ma non possono, tuttavia, chiarire tutti gli aspetti dell'estrinsecazione della forza nell'uomo. Particolarmente importante è il tipo di « forza esplosiva », cioè la facoltà di sviluppare elevati valori di forza in brevissimo tempo (D.M. Jošeljani, 1957). Così, nei dinamogrammi dello stacco, nel salto

(5) Naturalmente, una ripartizione puramente letterale dei movimenti in rapidi e lenti, che non sia accompagnata da indicazioni numeriche, è lacunosa. Ma questo problema non può essere risolto che sperimentalmente. Di conseguenza, al posto del termine « forza statica », parleremo di forza dell'uomo, dello sportivo, con l'avvertenza che si tratta dello sviluppo della forza nelle condizioni statiche o quasi statiche. I paragrafi seguenti sono dedicati all'esposizione del metodo di sviluppo della forza statica massimale. I problemi relativi alla metodica per lo sviluppo della forza dinamica saranno esaminati nel capitolo secondo, « Metodologia per il miglioramento della velocità ».

Fig. 7 — Dinamogramma della spinta nel salto in alto senza rincorsa (esempio di manifestazione di forza esplosiva).

A = campione; B = principiante.



in alto senza rincorsa, riguardanti alcuni maestri dello sport ed alcuni principianti, si nota che i primi sviluppano maggiori valori di forza in tempi minori (fig. 7). Per la valutazione del livello di sviluppo della forza « esplosiva », può servire l'indice di forza veloce (Y.V. Voronin e altri, 1964):

$$J = \frac{F_{\max}}{t_{\max}}$$

dove J = indice, F max = valore massimale della forza sviluppata nel movimento dato, t max = tempo per il raggiungimento del valore massimale della forza (fig. 8).

La figura 8 mostra come si presenta la curva di aumento della forza in uno sforzo esercitato per una sola volta. Secondo D. Wilkie (1949), il tempo necessario per raggiungere il valore massimale della forza è di circa 0,15 secondi nei soggetti non allenati (flessori del gomito). In prima approssimazione, la curva di aumento della forza applicata può essere rappresentata matematicamente dall'equazione:

$$f(t) = F_{\max} \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$$

dove f(t) = valore della forza nel momento t, F max = valore massimale della forza; k = costante caratterizzante la velocità di aumento (gradiente) della forza.

Nell'analisi di equazioni analoghe (che si trovano molto spesso nei diversi campi della scienza e della tecnica) si fa riferimento sovente al tempo necessario al raggiungimento della metà del valore massimale misurato. La conoscenza di questo « mezzo tempo » ($t_{0,5 \max}$), permette di caratterizzare l'evoluzione di tutta la curva. Poi, si possono facilmente calcolare i valori:

$$K = \frac{\ln 2}{t_{0,5 \max}}$$

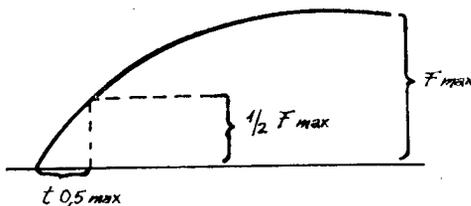


Fig. 8 — Accrescimento della forza in un'applicazione massimale di forza (secondo M.A. Godik e V.M. Zaciorskij, 1965).

Il gradiente della forza può essere calcolato anche dal tempo necessario alla forza per raggiungere la metà del valore massimale (M.A. Godik e V. Zaciorskij, 1965).

Il valore massimale della forza (in particolare statica) ed il tempo necessario per raggiungere il 50% del massimo non sono in correlazione (in 100 soggetti dell'Istituto di Cultura Fisica e Sportiva, il coefficiente di correlazione $-r-$ non era che 0,114). La presenza di una forza notevole non comporta la facoltà di una sua rapida applicazione. Il tempo necessario per raggiungere un determinato livello di forza (50 Kg, per esempio) dipende, qualche volta, poco dalle grandezze massimali ($r = 0,276$) e molto, al contrario, dal gradiente della forza ($r = 0,709$). In questi casi, tutto è funzione delle grandezze di forza che si devono raggiungere. Così, secondo i dati di Godik, di Zaciorskij e di Maximenko (1965), si sono notati, in 40 ragazzi di età compresa fra i 14 ed i 15 anni, i seguenti coefficienti di correlazione r della forza massimale e del gradiente di forza con il tempo necessario per il raggiungimento dei valori standard della forza:

	Tempo necessario per lo sviluppo della forza		
	15 Kg	30 Kg	45 Kg
Forza massimale	-0,207	-0,330	-0,543
Gradiente della forza	0,480	0,269	0,105

Dunque, con l'aumento dei valori della forza, il tempo necessario per raggiungerli dipende in misura maggiore dall'indice di forza isometrica massimale ed in misura minore dal gradiente della forza.

Oltre agli indici riportati per la misura della « forza esplosiva », ne furono proposti anche altri (Ju. P. Astanin 1938, S.V. Levistein 1961, Ju. V. Verhošanskij 1963).

FORZA MUSCOLARE E MASSA DELL'ATLETA

Tenuto conto di uno stesso livello di sviluppo della condizione di allenamento, i soggetti di massa superiore possono sviluppare una forza maggiore.

Il rapporto tra la forza ed il peso del corpo si manifesta in modo tanto più netto, quanto più la qualificazione del soggetto è elevata. Così, con i primatisti mondiali, nell'esercizio della distensione, la correlazione tra il risultato ed il peso del corpo è molto alta: $r = 0,93$; nei partecipanti ai campionati del mondo di culturismo invece è più bassa: $r = 0,84$; nel semplice sportivo risulta: $r = 0,80$. Nel soggetto non allenato, il coefficiente di correlazione può essere addirittura nullo (Rasch e altri, 1960).

Per riportare la forza di soggetti di peso corporeo diverso, si utilizza abitualmente il termine di forza relativa, che comprende il valore della forza corrispondente a 1 Kg di peso corporeo o ad 1 Kg della propria massa (S.E. Ermodaev 1938, A.N. Krestovnikov 1951, V.I. Čudinov 1960. ed altri). Al contrario la forza che sviluppa il soggetto in un movimento qualsiasi, indipendentemente dal peso corporeo, è denominata forza assoluta (6).

$$\text{Forza relativa} = \frac{\text{Forza assoluta}}{\text{Peso del corpo}} \quad (\text{massa propria})$$

Tabella 1 — *Dipendenza tra la forza di un sollevatore di pesi ed il proprio peso corporeo (dai dati raccolti sui campioni del mondo di distensione all'1-1-1963)*

Peso del corpo Kg	Risultato Kg	Logaritmo del peso del corpo	Logaritmo del risultato	Forza relativa 1 Kg di forza 1 Kg del peso corporeo
56,0	116	1,7482	2,0644	2,07
60,0	124	1,7781	2,0934	2,06
67,5	135,5	1,8290	2,1319	2,00
75,0	146	1,8750	2,1643	1,94
82,5	157,5	1,9160	2,1974	1,90
90,0	159,5	1,9542	2,2029	1,77
circa 120	188,5	2,0792	2,2753	1,74

(6) Non bisogna tuttavia confondere la forza muscolare assoluta, nel senso preciso enunciato precedentemente, con la forza assoluta dei muscoli, cioè con il valore della forza corrispondente a 1 cm² di sezione trasversale del muscolo (diametro fisiologico).

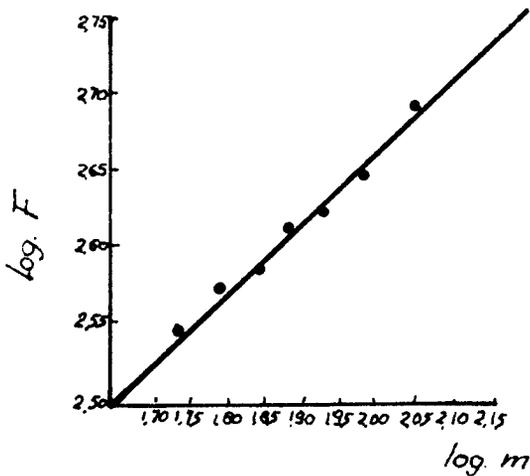


Fig. 9 — Dipendenza tra la massa del corpo dell'atleta ed i suoi valori di forza (secondo la somma dei tre movimenti del sollevamento pesi, in riferimento ad un campione del mondo).

Nei soggetti di condizioni fisiche quasi equivalenti, ma di peso corporeo diverso, la forza assoluta aumenta parallelamente al peso del corpo, mentre la forza relativa diminuisce (tabella 1).

Per chiarire la riduzione della forza relativa, si deve tener presente che la massa del corpo è proporzionale al volume del corpo, cioè corrisponde al prodotto delle sue tre dimensioni lineari; la forza invece è proporzionale al diametro fisiologico, cioè al quadrato delle dimensioni lineari. Di conseguenza, con l'aumento delle dimensioni del corpo, la massa aumenterà più rapidamente della forza muscolare. Esprimendo matematicamente questo rapporto, si ottiene quanto segue (Lietzke 1956, Grohmal e Knikhakaja-Karvan, 1963, V.M. Zaciorskij 1963, ecc.): poiché le dimensioni lineari del corpo sono proporzionali alla radice cubica della massa e la forza muscolare è proporzionale al diametro fisiologico, vale a dire, al quadrato delle dimensioni lineari, si può formulare la seguente equazione:

$$F = a (\sqrt[3]{m})^2 = a \cdot m^{2/3}$$

dove F = forza massimale che un atleta può sviluppare, m = massa del corpo ed a = grandezza costante che caratterizza il livello di preparazione del soggetto. L'esattezza di questa equazione è confermata dall'analisi dei record nel sollevamento pesi. Semplificandola, si calcola il logaritmo e si esprime l'esponente della massa in un numero decimale:

$$\log. F = \log. a + 0,666 \cdot \log. m$$

Tabella 2 — Valori equivalenti della forza riferiti ad atleti di differenti classi di peso
(secondo V.M. Zaciorskij e I.F. Petrov)

Massa del corpo in Kg								
52,5	56	60	67,5	75	82,5	90	110	120
42	44	46	50	54	57	61	69	73
47	49	51	55	59	63	67	76	81
51	53	55	60	64	69	73	83	88
55	57	60	65	70	74	79	90	95
60	62	65	70	75	80	85	96	103
63	66	69	75	80	86	91	103	110
68	71	76	80	86	91	97	111	117
72	75	79	85	91	97	103	118	125
76	79	83	90	97	103	109	125	132
80	84	88	95	102	109	115	132	139
85	88	92	100	107	114	121	139	147
93	97	102	110	118	126	133	152	161
102	106	111	120	129	137	145	166	176
110	115	120	130	139	149	157	180	191
118	124	129	140	150	160	170	194	205
127	132	139	150	161	171	182	208	220
135	141	148	160	172	183	194	222	235
144	150	157	170	182	194	206	235	249
152	159	166	180	193	206	218	249	264
161	168	176	190	204	218	236	263	279
169	177	185	200	215	229	242	277	293
178	186	194	210	225	240	254	291	307
186	194	203	220	236	251	266	305	323
195	203	213	230	247	263	279	318	337
203	212	222	240	257	274	291	332	352
211	221	231	250	268	285	303	346	367
220	230	240	260	279	297	315	360	382
228	238	250	270	290	309	327	374	396
237	247	259	280	300	320	339	388	411
245	256	268	290	311	332	351	402	425
254	265	277	300	322	343	363	415	440
262	274	287	310	333	354	375	429	455
271	283	296	320	343	366	383	443	469
279	291	305	330	354	377	400	457	484
288	300	314	340	365	389	412	471	499
296	309	324	350	376	400	424	485	514
305	318	333	360	386	411	436	498	528
313	327	342	370	397	423	448	512	543
322	336	351	380	408	434	460	526	558
330	344	361	390	418	446	472	540	572
338	353	370	400	429	457	485	554	587
347	362	379	410	439	469	497	568	602
355	371	388	420	451	480	509	581	616
364	380	398	430	461	492	521	595	631
372	389	407	440	472	503	533	609	646
381	397	416	450	483	519	545	623	660

Se riportiamo su di un grafico il valore dei logaritmi della massa del corpo degli atleti e dei record del mondo corrispondenti (per esempio, la somma totale delle tre alzate nel sollevamento pesi), la retta che si ottiene corrisponderà, idealmente, alla seconda delle equazioni citate (vedi fig. 9).

Simili equazioni possono essere adottate per confrontare la forza di un soggetto con una diversa massa corporea. Per esempio, la tabella 2 mostra che 150 Kg nella categoria dei pesi leggeri (massa del corpo 67,5 Kg) corrispondono a 132 Kg per un atleta di 56 Kg e a 220 Kg per un peso massimo.

Per i lanciatori, i sollevatori di peso della categoria dei massimi e per altri atleti, la forza assoluta riveste un'importanza estrema. Nelle specialità, invece, in cui è previsto uno spostamento del corpo o una ripartizione in categorie di peso, l'importanza maggiore è assunta dalla forza relativa. Così, in ginnastica, la croce agli anelli non può essere eseguita che da soggetti la cui forza relativa, per questo esercizio, sia vicina a 1 Kg per 1 Kg di massa corporea. In questo caso, poiché non è in sospensione tutto il corpo (per esempio la massa della mano non accresce lo sforzo degli adduttori), la croce agli anelli può essere eseguita anche quando la forza relativa è di poco inferiore a (tabella 3)

$$1 \frac{\text{Kg di forza}}{\text{Kg di massa}}$$

Nelle specialità in cui primeggiano gli indici di forza assoluta, l'allenamento è condotto in modo che, contemporaneamente al perfezionamento dei rapporti neuro-coordinatori, utili allo sviluppo della forza muscolare, aumenti anche la massa muscolare. L'aumento della forza relativa, invece, deve essere collegato in modo differente alle variazioni della massa cor-

Tabella 3 — *Forza degli adduttori nei ginnasti (da A.A. Korobkova e A.B. Pljutkin, 1961)*

Nome	Forza statica massimale degli adduttori delle braccia in Kg	Peso (massa) del soggetto in Kg	Differenza tra la forza e la massa in Kg	Forza relativa in Kg di forza Kg di massa
1. A. Azarjan	89	74	15	1,22
2. B. Šaklin	69,2	70	—0,8	0,98

Nota: A. Azarjan (più volte campione del mondo agli anelli) inseriva da 5 a 6 croci nella sua combinazione, di cui due costituivano un arresto di forza all'appoggio teso. B. Šaklin, invece, poteva inserire questo elemento nella combinazione 1 o 2 volte.

Tabella 4 — *Modificazione del peso corporeo e di alcuni valori indiretti della forza relativa in V. Krepkina, campionessa olimpica di salto in lungo nel 1960 (secondo A.V. Korobkov, 1960)*

Anno	Età in anni	Peso (massa) del corpo in Kg	Statura in metri	Rapporto tra massa e statura in Kg/m	Forza relativa			
					salto lungo senza rincorsa in metri	salto triplo senza rincorsa in metri	salto lungo con rincorsa in metri	100 metri piani in secondi
1951	16	64	1.58	40,5	2.14	6.30	4.90	13.6
1958	24	55	1.58	34,6	2.64	7.80	6.17	11.3

porea. In alcuni casi l'aumento della forza si accompagna alla stabilizzazione o anche alla riduzione del peso (massa) del corpo. Sono noti esempi di atleti che hanno creato, nel corso di alcuni anni, le condizioni idonee all'aumento della loro forza relativa, grazie ad un modo di vita adeguato e ad un corrispondente nutrimento, che permisero loro di ridurre considerevolmente la loro massa corporea (vedi tabella 4). Tuttavia, questo procedimento (aumento della forza con una contemporanea diminuzione della massa corporea) non è sempre possibile. E' assai efficace nei soggetti grassi o che presentano eccessivi contenuti di acqua nei tessuti. Per gli altri atleti che controllano il loro peso corporeo, l'obiettivo di raggiungere una forte diminuzione del peso corporeo, senza alterazioni della capacità di rendimento e dello stato generale, è impresa quasi irrealizzabile. E' comunque possibile ottenere la diminuzione del peso corporeo, limitando l'ingerimento di liquidi prima delle competizioni. Naturalmente le pratiche per ridurre il peso del corpo possono essere adottate soltanto con soggetti adulti; bisogna scartare rigorosamente i tentativi, anche molto ridotti, di limitare l'aumento naturale del peso nei ragazzi e negli adolescenti.

La seconda via è l'aumento della forza, accompagnata da un contemporaneo aumento della massa muscolare; questa evenienza è pienamente giustificata. L'atleta non deve temere un aumento della massa muscolare che viene maggiormente sollecitata nella propria specialità. Con un'ipertrofia funzionale dei muscoli, la forza aumenta sempre molto di più della massa (peso) corporea (Zaciorskij 1963).

I MECCANISMI FISIOLGICI
DELLA REGOLAZIONE DELLA FORZA MUSCOLARE

I valori della forza massimale che un uomo può sviluppare dipendono, da una parte, dalle caratteristiche biomeccaniche del gesto (lunghezza dei bracci di leva, possibilità di partecipazione al lavoro dei muscoli più forti, ecc.), dall'altra, dal grado di tensione dei diversi gruppi muscolari e dalla loro azione congiunta.

Schematizzando un po' il problema, si può dire che il grado di tensione raggiunto dal muscolo è determinato da due fattori:

- dagli impulsi provenienti dai neuroni motori delle corna anteriori del midollo spinale e trasmessi ai muscoli,
- dalla capacità di reazione del muscolo stesso, vale a dire dalla forza con cui esso risponde ad un impulso preciso (Oberli, 1949).

La capacità di reazione del muscolo dipende dal suo diametro fisiologico, dall'infusso trofico del sistema nervoso centrale, attraverso il sistema adrenalo-simpatico, dalla lunghezza del muscolo in quel preciso istante e da altri fattori. Il meccanismo più importante, che permette una rapida modificazione del grado della tensione muscolare, è il « carattere dell'impulso » efferente. La gradazione della tensione avviene attraverso due possibilità:

- a) con la partecipazione di una quantità variabile di unità motorie (U.M.);
- b) con la modificazione della frequenza degli impulsi che arrivano (da 5 o 6 al secondo, fino a 35 a 40 al secondo, nei casi di tensione massimale).

Nella gamma che va dal 20 all'80% della forza massimale, ha la maggior importanza la regolazione attraverso la compartecipazione di un numero differenziato di unità motorie. Nel caso di tensione muscolare estrema, è anche possibile un terzo metodo di regolazione: la sincronizzazione delle attività delle U.M. Nei soggetti non allenati, di solito, non è sincronizzato più del 20% degli impulsi registrati; nei piccoli muscoli (per esempio nell'interosseo o vermiformis) fino al 50%. A misura che il grado di preparazione aumenta, la capacità della sincronizzazione cresce considerevolmente; nei sollevatori di pesi di elevata qualificazione, la tensione massimale può essere così importante che l'elettromiogramma registrato da elettrodi cutanei avrà un carattere sinusoidale quasi esatto. Il grado di tensione non viene regolato dalla forza dei singoli impulsi, perché la fibra nervosa conduce impulsi che si caratterizzano per una grandezza di eccitazione costante, dipendente soltanto

dallo stato funzionale del nervo. Ne consegue che, anche se l'apparato contrattile del muscolo, che si trova nelle corrispondenti miofibrille, può fornire un'eccitazione graduale, l'attività della fibrilla muscolare nell'organismo in condizioni abituali, nel complesso, soggiace alla legge del « tutto o nulla ». Nell'eccitazione del muscolo, le U.M. divengono attive in un determinato ordine di successione. All'inizio della contrazione un limitato numero di U.M. partecipa al lavoro (nucleo funzionale) che, con il rafforzamento della tensione, aumenta concentricamente. Nei muscoli che possono esercitare diverse funzioni, la successione della « mobilitazione » dipende dal carattere del movimento.

Per esempio, nel bicipite brachiale, la flessione e la supinazione o entrambi i movimenti iniziano simultaneamente con U.M. diverse. Con l'aumento della contrazione, le U.M. che partecipano ad un solo movimento vengono impegnate anche nell'altro. Per quanto riguarda i meccanismi nervosi centrali, addetti alla regolazione della tensione muscolare, vi sono ancora molte parti oscure. Tutti i dati raccolti per via indiretta lasciano presumere che esistano numerosi meccanismi di regolazione.

Il primo è legato alla regolazione della tensione nel mantenimento del portamento. Il suo fondamento è il riflesso miotattico (riflesso di stiramento) che, schematicamente (in effetti la cosa è molto più complessa), si spiega col fatto che la modificazione della posizione del corpo provoca lo stiramento dei fusi situati nei fasci muscolari e, conseguentemente, l'eccitamento del loro apparato recettore. In modo riflesso, quest'ultimo provoca la contrazione del gruppo muscolare stirato.

Il secondo meccanismo è utilizzato per dosare la tensione nell'esecuzione dei vari movimenti volontari, quando non vi sia un impegno di forza massimale. In questo specifico caso, i centri nervosi superiori determinano solamente le necessarie grandezze delle caratteristiche spaziali, temporali e di velocità del movimento. La scelta delle necessarie combinazioni delle tensioni muscolari è attuata da zone situate più in basso. All'inizio, l'impulso efferente non giunge nelle fibrille muscolari, ma nell'apparato dei corpi intrafusali. Ciò provoca un mutamento della loro tensione ed una eccitazione corrispondente del loro apparato recettivo. In seguito, la regolazione si attua secondo il principio del riflesso miotattico.

Infine, negli sforzi massimali, il sistema motorio gamma, che innerva l'apparato dei corpi intrafusali, non svolge un ruolo importante. L'impulso efferente passa per le zone corrispondenti del midollo spinale, attraverso i motoneuroni, direttamente nelle fibre muscolari. La corteccia cerebrale è il principale regolatore di questi complessi processi.

METODI D'ALLENAMENTO DELLA FORZA

SCelta DELLA GRANDEZZA DELLA RESISTENZA NELL'ALLENAMENTO DELLA FORZA

La soluzione di questo problema non è possibile se non si comprendono le particolarità fisiologiche dei movimenti effettuati con tensioni muscolari diverse. Esamineremo successivamente alcune di queste differenze.

1° Una tensione muscolare è caratterizzata:

- a) dall'impegno simultaneo del maggior numero di U.M.;
- b) dalla frequenza massimale degli impulsi efferenti;
- c) dal ritmo sincronizzato dall'attività delle U.M.

In uno sforzo muscolare non massimale, non raggiungendo la frequenza dell'impulso i valori massimali, il ritmo di attività delle U.M. è essenzialmente asincrono. Aumentando la fatica, esse abbandonano il lavoro e vengono sostituite da altre. In questo caso, con l'allenamento, i meccanismi di alternanza delle U.M. si perfezionano e ciò, naturalmente, può favorire l'aumento della resistenza, ma non quello della forza.

2° I movimenti con tensioni muscolari diverse hanno un diverso carattere, spaziale e temporale, di concentrazione degli sforzi.

Nel sollevamento di un carico (7) sub-massimale o massimale (fig. 10 a), la velocità raggiunge rapidamente un determinato valore e in seguito il movimento si sviluppa ad una velocità quasi costante (Hebestreit, 1934). L'accelerazione oscilla debolmente e si mantiene presso la linea dello zero. La forza è approssimativamente uguale al peso dell'attrezzo sollevato.

Due varianti sono possibili nel sollevamento di pesi inferiori. Nella prima (fig. 10 b), gli sforzi applicati sono massimi. All'inizio l'accelerazione aumenta, cade in seguito a zero e diviene negativa nella seconda fase del movimento. All'inizio la forza eccede il peso della massa sollevata e diventa, in seguito, inferiore. La seconda fase del movimento è essenzialmente effettuata grazie all'inerzia dell'attrezzo sollevato (fig. 10).

(7) Qui e di seguito parleremo di carico, peso, ecc. E' chiaro che il senso del discorso non cambia se, al posto di un carico esterno, vengono usati il peso del proprio corpo, una resistenza elastica, ecc.

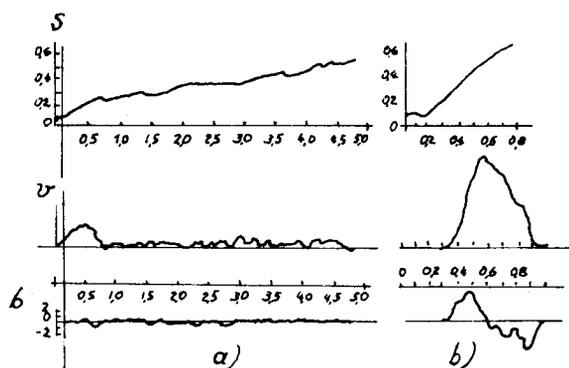


Fig. 10 — Traiettoria, velocità e accelerazione nella distensione con bilanciere: a = carico massimo; b = carico ridotto. Sull'asse delle ascisse è riportato il tempo in secondi; sulle ordinate, in alto, la traiettoria s in metri; al centro, la velocità v in metri/secondi; in basso, l'accelerazione in metri/secondi al quadrato (secondo I.N. Knipst, 1958).

In questo caso, il carattere della concentrazione degli sforzi sarà totalmente diverso da quello che si osserva nel sollevamento di un carico limitato. L'esercizio non fa che acuire questa differenza. Inoltre, la durata globale del movimento è di solito inferiore (fig. 11). Il tempo durante il quale il muscolo si trova in stato di tensione può essere così breve che l'esercizio non produce quasi alcuna influenza allenante sullo sviluppo della forza.

Nel secondo caso, le caratteristiche spazio-temporali del movimento (velocità, accelerazione) possono essere identiche a quelle che si riscontrano nel sollevamento di un carico massimale. Tuttavia, questo rallentamento artificiale del movimento può far sì che alcuni gruppi muscolari antagonisti partecipino al lavoro (Vachholder, 1928; Person, 1958). Con la ripetizione del movimento in questa forma, l'attività degli antagonisti può rinforzarsi. Ciò, naturalmente, danneggia lo sviluppo dei valori massimali della forza.

3° La resistenza esterna rappresenta uno stimolo fisiologico di un dato valore.

Il sollevamento di un carico massimale si accompagna ad una potente corrente di impulsi centripeti. Con resistenze esterne deboli, la forza dello stimolo è relativamente poco importante. In conformità con la legge fisiologica generale della forza, l'intensità della reazione di risposta è, fino ad un certo limite, proporzionale alla forza dello stimolo. Gli stimoli più forti provocano reazioni più attive, mentre stimoli troppo forti provocano peggiori fenomeni di risposta. Lo stimolo, come ci spiega la fisiologia, è un fenomeno fisico. Molto spesso un oggetto biologico, dopo una eccitazione, non solo ritorna allo stato iniziale, ma lo supera (fase di esaltazione, di « supercompensazione »). Quanto più il processo

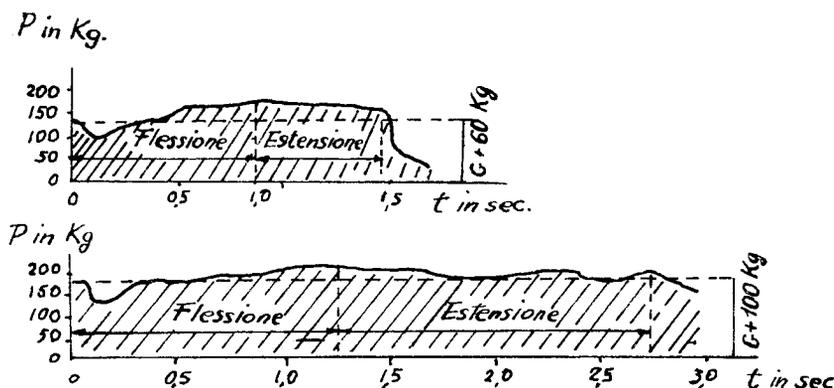


Fig. 11 — Diagramma di appoggio nei piegamenti delle gambe eseguiti con bilancieri di peso variabile (G = peso del corpo; P = entità della pressione sull'appoggio). Nel piegamento con un carico massimo di 100 Kg l'applicazione di forza è più elevata e dura più a lungo che con un carico di 60 Kg (secondo Gundlach, 1962).

di eccitazione precedente è stato intenso ed il processo di inibizione che segue, manifesto, tanto più la fase post-inibitrice di esaltazione sarà forte. Le ricerche, fatte da alcuni autori bulgari (Mateev 1959-61, Akrašov 1959) hanno dimostrato che queste regolarità fisiologiche generali si riscontrano anche nel processo di allenamento della forza. Con l'applicazione di stimoli particolarmente forti, anche la conseguente inibizione è altrettanto forte e ciò costituisce il fondamento per il miglioramento del livello funzionale. Con deboli resistenze, la forza dello stimolo è debole e, di conseguenza, l'inibizione e la fase di esaltazione si manifestano in debole misura.

Queste differenze dimostrano che l'allenamento della forza muscolare, senza impieghi massimali della stessa, non è coronato dal successo. Interessanti sono i risultati di un'esperienza fatta con un considerevole gruppo di studenti (Hellebrandt e Houtz 1956). I soggetti si allenavano con pesi che essi potevano sollevare per circa 25 volte, in ogni serie. Tuttavia, non lo facevano sino al completo affaticamento, ma soltanto per 15-18 volte. Benché il numero totale di alzate, in ogni seduta, fosse grande (sino a 1.000 in alcuni periodi), questo allenamento prolungato non produsse un aumento della forza degno di nota. Dunque, se non si sviluppano sistematicamente elevate tensioni muscolari, non si avrà un aumento della forza. Nei soggetti non allenati se ne riscontra una diminuzione quando la grandezza degli sforzi sviluppati diventa inferiore al 20%

della forza massimale (Hettinger, 1955). La diminuzione della forza muscolare o l'atrofia intervengono tanto più celermente, quanto più debole è il grado delle applicazioni di forza. Negli atleti abituati a tensioni muscolari elevate, la diminuzione della forza può iniziare anche nel caso di impiego di carichi relativamente pesanti, ma tuttavia inferiori a quelli del livello abituale. A titolo di esempio, se un sollevatore di pesi inizia un allenamento sistematico con carichi corrispondenti al 60-85% del massimo e non prosegue l'esercizio fino al raggiungimento del livello di affaticamento (esaurimento), nel primo mese di un simile allenamento, la forza cessa di crescere e nel secondo, diminuisce anche dal 5 al 7% (R.A. Roman, 1958). Negli atleti che non impiegano esercizi di forza durante l'estate, la forza acquisita nella preparazione invernale diminuisce e ciò accade anche se essi continuano ad allenare regolarmente le altre qualità (Kohlrausch, 1925; Filin, 1958).

METODI PER LO SVILUPPO DELLA FORZA

Vi sono tre metodi per creare delle tensioni di forza massimale:

- sollevamento ripetuto di un peso non massimale, fino all'esaurimento;
- sollevamento di un peso massimale;
- sollevamento di un peso non massimale, con una velocità massimale.

Di conseguenza si propone di fare una distinzione fra i tre metodi di sviluppo della forza: metodo degli sforzi ripetuti, metodo degli sforzi massimi e metodo degli sforzi dinamici (8).

Per l'allenamento della forza, il livello del carico può essere dosato all'inizio, in tre modi:

- sulla percentuale del carico massimale;
- per differenza immediata dal carico massimale (per esempio 10 Kg sotto il carico massimale);
- dal numero delle ripetizioni possibili in una serie.

Poiché i primi due procedimenti non sono sempre applicabili (per esempio, negli esercizi con un partner o con resistenze prodotte da elastici), impiegheremo il procedimento seguente:

(8) L'ultimo di questi metodi sarà trattato nella seconda parte. La classificazione dei metodi che proponiamo è in parte basata sui lavori di N.I. Luckin (1956) e N.G. Ozolin (1958-1960).

*Indicazione del carico
(Resistenza)*

*Numero delle ripetizioni possibili
in una serie (M.R.)*

Massimale	1
Sub-massimale	2 - 3
Elevato	4 - 7
Mediamente elevato	8 - 12
Medio	13 - 18
Debole	19 - 25
Molto debole	più di 25

Per semplicità indicheremo con 10 o 25 M.R. (massimo di ripetizione) il peso che potrà essere sollevato al massimo 10 o 25 volte. Di conseguenza, 1 M.R. sarà il peso che si potrà sollevare una sola volta.

CARATTERISTICHE DEL METODO DEGLI « SFORZI RIPETUTI »

Come abbiamo già detto, gli esercizi svolti con carichi non massimali differiscono, per quanto concerne il loro effetto fisiologico, dal lavoro eseguito con tensioni massimali o sub-massimali. Il quadro cambia, tuttavia, quando sopravviene la fatica. La tensione che esercita un'U.M. diminuisce (Edwards e Lippold, 1956). Un numero maggiore di U.M. partecipa al lavoro (Schmidt, 1934) e, nelle ultime alzate, esso raggiunge il massimo (Buchtal/Madsen, 1950; Scherrer - Bourguignon, 1939; Izon, 1960; ecc.).

In questo caso, aumenta la frequenza delle successive esecuzioni e si riscontra la loro sincronizzazione (Lidsley, 1935; E.K. Zukov - Y.V. Zachar'janc, 1959). Il carico che si poteva facilmente sollevare all'inizio sembra ora vicino al massimo e provoca uno stimolo fisiologico molto elevato. La concentrazione delle applicazioni di forza cambia. La situazione fisiologica che si osserva diviene analoga a quella esistente nella estrinsecazione degli sforzi massimali (A.S. Stepanov, 1958-1959; V.D. Monogarov, 1958) (9). Questi effetti concordanti della coordinazione

(9) Bisogna tuttavia far notare che si osserva un carattere analogo della coordinazione solamente quando la grandezza dei carichi non è troppo piccola. Se i carichi sono troppo deboli (nei principianti, 35% circa al di sotto del peso massimale), vi sono altre modificazioni: il lavoro porta all'affaticamento un più ridotto numero di U.M. attive. Carichi così deboli non comportano alcun effetto positivo sullo sviluppo della forza (T. Hettinger 1957).

sono le cause principali che influiscono sulla forza muscolare nel sollevamento di carichi non massimali « fino all'esaurimento ». Poiché la concordanza di effetto negli ultimi esercizi è il principale fattore allenante, diventa importante la loro esecuzione. Con questo metodo di sforzo ripetuto, è indispensabile l'esecuzione degli esercizi sino all'insorgere d'una fatica accentuata. Non è senza significato che numerosi allenatori dicano, scherzando, che l'atleta debba eseguire questo tipo d'esercizio per tante volte quanto può, e poi ancora per tre volte. Due tesi fondamentali si traggono dalle argomentazioni che precedono:

- 1 - Sul piano energetico è da evitare un lavoro fino all'esaurimento. D'altro canto, è necessario sollevare carichi in numero maggiore di quello possibile con gli sforzi massimali (N.I. Luckin, 1956). Ecco un esempio: un atleta il cui risultato migliore è di 100 Kg, può sollevare un bilanciere di 90 Kg 3 volte circa. Il totale di una serie di 3 alzate sarà di 270 Kg. Con un bilanciere di 50 Kg, egli può compiere l'esercizio da 20 a 25 volte e sollevare, in una sola serie, da 1.000 a 1.250 Kg. Se per ciascun esercizio, l'atleta non effettua che da 4 a 5 serie di 25 ripetizioni, la differenza del lavoro compiuto risulterà enorme (10). Tenuto conto degli elevati impegni che si richiedono oggi nello sport, svolgere inutilmente questa elevata mole di lavoro supplementare non è razionale.
- 2 - L'attività riflesso-condizionata si sviluppa in modo favorevole, secondo I.P. Pavlov, in condizioni ottimali delle strutture nervose centrali. L'esecuzione di esercizi in condizioni di affaticamento rende difficile la formazione di questi delicati legami riflessi che, particolarmente, contribuiscono anche all'ulteriore sviluppo della forza. In caso di affaticamento, si riduce l'efficacia del metodo degli sforzi ripetuti in rapporto a quello degli sforzi massimali. Come esempio, riportiamo i dati di un'esperienza, che dimostra chiaramente l'efficacia di un allenamento svolto con carichi di grandezze variabili (tabella 5).

(10) Questo è un esempio della legge fisiologica dei carichi medi, secondo cui il lavoro massimale può essere effettuato con alcune grandezze medie del carico. Nella fisiologia del lavoro, numerosi studi sono stati dedicati alla ricerca di un « optimum energetico » di questo genere (N.I. Vinogradov, 1941), per stabilire con quale minimo di modificazioni funzionali nell'organismo sia realizzabile un lavoro massimale. Nell'allenamento sportivo un compito analogo si presenta frequentemente, ma in una forma opposta: bisogna ottenere il numero maggiore di conseguenze funzionali (ma essenzialmente specifiche) per un dispendio di tempo e di energia il minore possibile.

Tabella 5 — *Aumento di forza da allenamento con sforzi differenziati (secondo Capen)*

Gruppi	Sforzo MR	Numero dei soggetti	Grandezza della forza (in Kg)		Aumento in Kg
			all'inizio	alla fine	
1	8 - 15	44	27,78	28,88	1,10
2	5	42	27,70	29,63	1,93
3	1 - 3	55	26,70	19,21	2,51

La minor efficacia del metodo degli sforzi ripetuti è la ragione per cui atleti di valore elevato non lo adottano per lo sviluppo della forza, preferendo invece il metodo degli sforzi massimali (11).

Malgrado la sua minore efficacia, il metodo degli sforzi ripetuti è largamente impiegato nella pratica e totalmente giustificato per alcuni vantaggi che occorre far rilevare:

- Il notevole volume di lavoro svolto produce considerevoli conseguenze sul metabolismo (I.G. Vasil'ev e altri, 1958). L'attivazione dei processi trofici favorisce le possibilità di incremento del volume plastico. Ciò può determinare un'ipertrofia funzionale dei muscoli ed influire, così, sull'aumento della forza. L'elevata richiesta energetica può essere ugualmente utile, quando l'allenamento ha una tendenza essenzialmente igienica (ginnastica mattutina con l'impiego di manubri, per esempio).
- Con questo metodo di sforzi ripetuti è possibile ridurre una certa tetanizzazione che si riscontra con esercizi a sforzo massimale, specialmente quando le esercitazioni hanno carattere localizzato.
- Gli esercizi con tensioni non massimali rendono più agevole il controllo tecnico. Ciò è particolarmente importante per i principianti. E' noto che, all'inizio della formazione dell'abitudine (perfezione) motoria, si produce un'irradiazione dell'eccitazione, che esteriormente si manifesta con la partecipazione al lavoro di gruppi muscolari inutili e, di conseguenza, con un certo impedimento del movimento (A.N. Krestovnikov, 1951; G.P. Manukovskaja, 1959). In simili condi-

(11) I seguenti ricercatori hanno riscontrato un superiore aumento della forza con l'impiego di carichi elevati nel corso delle loro esperienze: Walters 1949, De Lorme 1951, Knipst 1951, N.I. Bazanov 1957, A. Roman 1958, I.P. Ratov 1958, D. Mateev 1959-61, A.A. Jančevskij 1960, Čudinov 1961.

zioni, l'irradiazione è tanto più ampia, quanto più intensa è l'eccitazione. Il lavoro con carichi deboli permette di ridurre il grado del processo eccitatorio e, di conseguenza, l'irradiazione diviene relativamente debole ed il gesto meglio coordinato. Nel sollevamento di un peso massimale, quando la forza del processo eccitatorio è grande, nei principianti che non posseggono ancora abitudini automatizzate, si determina un'importante generalizzazione dell'eccitazione che danneggia la coordinazione.

- Per i soggetti che non abbiano già svolto esercizi di forza, il metodo degli sforzi ripetuti permette di evitare gli incidenti, la cui probabilità di verificarsi è elevata in un lavoro con carichi massimali.

Le raccomandazioni anzidette sono convalidate dalla constatazione che, nei principianti, l'efficacia dell'allenamento di forza dipende in misura ridotta dalla grandezza della resistenza esterna, quando quest'ultima supera un dato minimo, vale a dire circa il 35-40% della forza massimale (Hettinger e Müller, 1953; Vasil'ev, 1954; N.V. Zimkin, 1956; Friedebold ed altri, 1957; Rarik e Larsen, 1958-59; Adamson, 1959; Liberson e Asa, 1959; Zinov'ev, 1959).

Con l'aumento della durata dell'allenamento, il vantaggio del metodo degli sforzi massimali diviene sempre più chiaro (V.N. Konnych, 1955; Berger, 1962). Perciò, nell'allenamento degli atleti di elevato livello agonistico, il metodo degli sforzi ripetuti è utilizzato soltanto come complementare. Al fine di compensare la sua mancanza di economia, si ricorre generalmente ad esercizi a carattere localizzato. Il carico totale sollevato sarà allora relativamente poco elevato. Con il metodo degli sforzi ripetuti si utilizzano, come sopra riferito, esercizi con resistenze esterne elevate e mediamente elevate. Naturalmente, il lavoro con carichi deboli e molto deboli è di regola senza scopo. Se, per esempio, il soggetto effettua piegamenti e distensioni delle braccia in appoggio prono, con le mani sulla panca, quando la sua forza è cresciuta in modo tale da permettergli di effettuare più di 10-12 ripetizioni, diviene necessario rendere l'esercizio più difficile, in modo che egli non riesca a fare più di 4-7 ripetizioni (fare queste distensioni al suolo, in seguito con i piedi sopra un appoggio sopraelevato, panca, ecc.). Quando si ricerca lo sviluppo della forza, non si deve mai portare il numero delle ripetizioni a 20 o anche a 50, come purtroppo si vede fare qualche volta. Questo genere di lavoro è ottimo solo per il miglioramento della resistenza.

METODO DEGLI SFORZI MASSIMALI

Come facevamo osservare in precedenza, quello degli sforzi massimali è il metodo principale dell'allenamento degli atleti di alta qualificazione. Negli anni del dopoguerra fu adottato il metodo dei carichi sub-massimali. Ciò ha favorito un notevole miglioramento dei risultati (G.V. Čikvaidze, 1959). Mentre negli anni venti-trenta gli atleti, i sollevatori di pesi in particolare, dedicavano un tempo considerevole alla ripetizione di esercizi di forza, attualmente, essi utilizzano essenzialmente carichi massimali e sub-massimali. A titolo d'esempio, ecco il contenuto di una seduta di allenamento eseguita dal campione olimpico di Roma (sollevamento pesi, categoria medi) A. Kurynov (27-2-1962, periodo di gara) (12).

$$a) \text{ Strappo in piedi: } \frac{60}{2} ; \frac{80}{1+1}$$

$$b) \text{ Distensione: } \frac{100}{2+1} ; \frac{120}{1} ; \frac{130}{1+1} ; \frac{120}{1} ; \frac{130}{1}$$

$$c) \text{ Girate (per la distensione): } \frac{130}{1+1}$$

$$d) \text{ Strappo (tirata): } \frac{90}{2}$$

$$e) \text{ Strappo in piedi: } \frac{90}{1}$$

$$f) \text{ Strappo: } \frac{105}{1} ; \frac{110}{1+1} ; \frac{120}{1} ; \frac{125}{1+1}$$

$$g) \text{ Tirata (con strappo): } \frac{130}{2} ; \frac{140}{2+2} ; \frac{150}{2}$$

(12) In questi dati, il numeratore esprime il carico, il denominatore il numero delle ripetizioni in una serie. Il segno + collega due serie. Le parentesi significano che la prova è fallita (ai punti c, d, g).

h) Distensione: $\frac{100}{1}$; $\frac{100}{1}$; $\frac{120}{1}$; $\frac{130}{1+1}$

Si può notare che il numero massimo delle ripetizioni è di 2 per serie. I migliori sollevatori (Y.A.G. Kučenko, 1961) si limitano negli esercizi di ritmo ad una ripetizione per serie. Eseguono due ripetizioni per serie nell'esercizio della distensione. Una situazione analoga si riscontra in numerose altre discipline sportive. Per esempio, i migliori saltatori in alto praticano la muscolazione con carichi massimali e sub-massimali (V.M. D'jačkov, 1960). Si può asserire che l'efficacia di questo metodo è dimostrata dalla preparazione degli atleti di alta qualificazione. Nonostante ciò, bisogna sottolineare che il metodo degli sforzi massimali non è il più efficace in senso generale, facendo astrazione dal momento e dalla durata dell'utilizzazione. Indubbiamente, con determinate premesse, esso favorisce meglio i collegamenti neuro-coordinativi che assicurano lo sviluppo della forza. Nondimeno, in primo luogo, l'aumento della forza non è unicamente legato al perfezionamento della coordinazione; in secondo luogo, come già riportato, il metodo degli sforzi massimali non è sempre vantaggioso; in terzo luogo, qualsiasi metodo utilizzato unilateralmente diventa abituale e, con il tempo, il suo effetto si riduce. Da quanto esposto, benché sia fondamentale, questo metodo non deve essere l'unico da utilizzare.

La nozione di carico « limite », sulla quale è basato il metodo degli sforzi massimali, ha bisogno di una delucidazione. Per sforzo massimale si intende, in senso lato, il carico di allenamento massimale che può essere sopportato senza provocare una forte eccitazione emozionale. Grazie ad un corrispondente aggiustamento psicologico, questo carico può essere ancora aumentato. In questo caso si raggiungerà la quota « limite », ma, come insegna l'esperienza, lavorare con tali carichi è poco efficace. Ciò provoca rapidamente un esaurimento psichico considerevole. Perciò, in questo allenamento, vanno principalmente impiegati carichi massimali e sub-massimali, che si possono sollevare, 1-2-3 volte, senza provocare una forte eccitazione emozionale (tabella 6).

I carichi superiori a questo limite sono impiegati raramente nell'allenamento e, nella maggior parte dei casi, una volta ogni 7-14 giorni (qui intervengono differenziazioni individuali). Pure individuale è la differenza fra il carico di allenamento massimale e la miglior prestazione

Tabella 6 — *Grandezza dei carichi impiegati da alcuni campioni*

Norme	Busnev		I. Palinsky		R. Plioukfelder		I. Ter-Ovanesjan		Y. Bakarinov							
Esercizio	D	S	SI	D	S	SI	Flex di gambe	Flex in spaccata	D	SI	Flex di gambe	Sp partendo dal petto				
Miglior risultato	125	122.5	152.5	140	130	180	145	140	145	175.5	145	---	120	130	260	160
Carico maggiore di allenamento	110	110	140	130	120	160	135	120	127.5	155	135	100	105	120	220	155
						165	140	125	132.5	110	140		110			
Numero di ripetizioni per serie	1-2	1	1	2	2	2	1-2	1	1-2	1	1-2	1-3	1-2	1-2	1-5	1-2

Leggenda:

45 D = Distensione; S = Strappo; SI = Slancio; Flex = Flessione; Sp = Spallata.

dell'atleta. In genere, nelle categorie di peso inferiore, questa differenza è minima, mentre è grande nelle categorie superiori (V.I. Rodionov, 1959).

Gli atleti di elevata qualificazione, che conoscono perfettamente le loro possibilità, possono stabilire il carico massimale di allenamento basandosi sulla frequenza del polso (S.I. Luckin, 1956). Se, prima di un tentativo, la frequenza del polso aumenta, ciò significa che esiste un'eccitazione emozionale e che, di conseguenza, il carico è eccessivo.

Se la grandezza del carico è superiore alle possibilità dell'atleta, può prodursi un'inibizione protettiva, nel sistema nervoso centrale, che impedisce al soggetto di sviluppare la sua forza massimale (D. Mateev, 1961). Per esempio, l'atleta il cui carico massimale è di 100 Kg, quando tenta di sollevare 110 Kg, a causa dell'inibizione protettiva, è portato ad applicare meno forza di quella applicata ad un carico inferiore. Perciò, non è razionale utilizzare spesso carichi che superino il limite ottimale.

ESERCIZI DI FORZA E LORO ESECUZIONE

TIPICI DI ESERCIZI DI FORZA E LORO PARTICOLARITÀ METODOLOGICHE

Per allenare la forza si utilizzano esercizi, i cosiddetti esercizi di forza, con resistenze esterne elevate. Essi si dividono in due gruppi, a seconda della natura della resistenza (Mateev, 1959):

1 - Esercizi con le seguenti resistenze esterne:

- a - il peso dell'attrezzo,
- b - l'azione contraria del partner,
- c - la resistenza di un oggetto elastico,
- d - la resistenza degli agenti esterni (esempio, corsa sulla sabbia profonda).

2 - Esercizi con una resistenza rappresentata dal peso del corpo del soggetto.

Tra gli esercizi succitati, se ne possono ugualmente distinguere alcuni dove la resistenza è fornita dal soggetto stesso. Essi consistono in movimenti tensivi, dove lo sforzo di trazione del gruppo muscolare attivo è opposto alla tensione degli antagonisti (A.K. Anochin, 1917). L'impiego di questi esercizi non è raccomandabile nella pratica sportiva, perché la costante tensione dei muscoli antagonisti, durante il movimento, è contraria ad una razionale coordinazione dello stesso. Al contrario, essi sono giustificati per scopi igienici, perché permettono di sviluppare un considerevole sforzo in poco tempo e non richiedono uno speciale equipaggiamento. Il loro effetto specifico consiste in un considerevole aumento della durezza dei muscoli immediatamente dopo la loro esecuzione. I muscoli diventano duri e poco elastici. Ciò si evidenzia con un aumento del rilievo muscolare.

In conseguenza della forte tensione nervosa, che accompagna questi esercizi con autoresistenza, si raccomanda di svolgerli con prudenza e con soggetti sani e sufficientemente preparati. Dal punto di vista della azione sull'organismo, la causa che produce la resistenza non è il fattore essenziale. Se il soggetto solleva un manubrio, un sacco di sabbia o resiste al proprio peso, l'effetto dell'esercizio sarà analogo, quando la grandezza della resistenza sarà pressoché uguale.

Dal punto di vista metodologico, i diversi esercizi hanno una loro determinata specificità.

Gli esercizi con carichi addizionali sono i più adatti, a motivo della loro universalità. Essi agiscono utilmente tanto sui gruppi muscolari più importanti, quanto su quelli più deboli, inoltre, sono facilmente dosabili. Tuttavia, presentano anche alcune caratteristiche sfavorevoli. La posizione di partenza, in questi esercizi, è spesso associata alla tenuta statica del carico. Se il carico è elevato, sarà difficile assumere una posizione di partenza corretta. La concentrazione degli sforzi nella fase decisiva del movimento diventa difficile. Il riporto a terra dell'attrezzo si effettua, il più delle volte, con una forte tensione muscolare che origina uno sforzo supplementare. Poiché un attrezzo di massa consistente non può assumere immediatamente una grande velocità, la prima parte del movimento è, giocoforza, relativamente lenta. Il ritmo del movimento è forzato e aumenta gradualmente. Sul piano pedagogico e dell'organizzazione, gli esercizi con carichi addizionali non sono molto pratici: gli attrezzi stessi sono pesanti, poco trasportabili, relativamente costosi, esigono la disponibilità di locali attrezzati in modo particolare e di materiale adeguatamente predisposto (pedane, ecc.).

Nel superamento di una resistenza opposta da oggetti elastici (molle, elastici), è riscontrabile un aumento dello sforzo alla fine del movimento. Poiché, secondo la legge di Hook, la grandezza della tensione dei corpi elastici che si deformano è proporzionale alla relativa grandezza della deformazione, si deve utilizzare una gomma dura, affinché la forza sviluppata sia pressoché uguale lungo tutto l'arco del movimento. Al contrario, se è necessario sviluppare uno sforzo concentrato alla fine del movimento, bisogna scegliere una gomma elastica ma più corta.

Gli esercizi, in cui si supera il peso del corpo, sono svolti abitualmente con appoggio distale delle estremità. In questo caso si manifesta, nell'apparato muscolare, una perdita di forza che però non è così elevata, come nel caso di appoggio prossimale. Perciò, se in un movimento qualsiasi di forza si deve superare il proprio peso o un carico esterno, nel primo caso, per quanto riguarda la forza, il movimento sarà più facile. Per esempio, è più facile eseguire un piegamento-estensione delle braccia in appoggio verticale teso con le gambe che toccano una parete (per facilitare l'equilibrio), piuttosto che la distensione con un bilanciere di peso prossimo a quello del corpo.

In tutti gli esercizi di forza, ad eccezione di quelli con sovraccarico, la grandezza della resistenza esterna si manifesta soltanto indirettamente, per esempio, a seconda del numero delle ripetizioni dell'esercizio.

GLI ESERCIZI DI FORZA STATICI (ISOMETRICI)

Questi esercizi servono come mezzo complementare per lo sviluppo della forza (13). Essi possiedono numerose proprietà. Negli esercizi esaminati precedentemente, la tensione massimale dei muscoli non è raggiunta che in alcuni istanti del movimento. Negli esercizi statici si può conservare, per un tempo relativamente lungo, una tensione immutata. L'allenamento isometrico richiede poco tempo e l'equipaggiamento è molto semplice. Con questi esercizi si può agire praticamente su qualsiasi gruppo muscolare. Sono preziosissimi quando è limitata la possibilità di effettuare movimenti di grande ampiezza (in educazione fisica, in caso di ipocinesi forzata).

L'impiego su larga scala degli esercizi isometrici è tuttavia limitato dal fatto che la loro efficacia è inferiore a quella degli esercizi dinamici. Esperienze comparative hanno dimostrato che, in soggetti che usavano unicamente esercizi statici, la forza aumentava in modo più lento che non in coloro che utilizzavano i mezzi abituali per l'aumento della forza muscolare (Rasch e Morehouse, 1957; Peterson, 1960; Monogarov, 1960; Weber, 1962; Brodin, 1963, e altri). Numerosi ricercatori non hanno però riscontrato differenze statisticamente sicure nell'aumento di forza con impiego di esercizi statici e dinamici (Asmussen, 1949; Ionescu, 1949, e molti altri). Ciò può spiegarsi, oltre che con la insufficiente preparazione fisica generale dei soggetti, anche con il fatto che il loro numero era minimo e che l'esperienza era stata di breve durata: da 1 a 5 mesi. Le conclusioni di alcuni autori, circa la grande efficacia degli esercizi statici (Hettinger e Müller, 1953; Mathews e Kruse, 1957), non possono essere considerate probanti; le loro esperienze erano costellate di notevoli errori sui quali si è più volte attirata l'attenzione (Slater-Hammel, 1960; Petersen, 1960). Gli indici di forza, in regime isometrico, aumentano molto più lentamente di quanto non accada in regime dinamico. Si sono verificati casi in cui la pratica isometrica ha provocato una diminuzione degli indici di forza (Wickstrom, 1959). Un allenamento che utilizzi esclusivamente sforzi statici produce più rapidamente (in media 6-8 settimane) un calo dell'effetto positivo e porta a stabilizzare il livello di forza raggiunto (Müller, 1963; Müller e Rohmert, 1963). Bisogna anche far notare che il riflesso neuro-muscolare è molto diverso tra regime isometrico e dinamico (Henry e altri, 1961). Ne consegue che l'allenamento con esercizi isometrici influenza più debolmente gli indici

(13) Con il termine « esercizi dinamici » vengono designati quei movimenti in cui la posizione del corpo cambia (anche movimenti lenti).

di forza sviluppati che non il regime dinamico (Meadows, 1959; Hansen, 1961; Weber, 1962; Berger, 1963; Petersen, 1961-64). Non si può escludere l'assenza di correlazione fra l'aumento di forza statica e dinamica (Berger, 1962). In particolare, in una delle esperienze effettuate, l'impiego di esercizi isometrici provocò un rendimento inferiore, nella prova del salto in alto senza rincorsa, rispetto a quello ottenuto, invece, svolgendo esercizi con 10 MR e salti con carico aggiuntivo del 50-60% di 10 MR (Berger, 1963). Inoltre, gli esercizi statici non ebbero alcuna influenza sulle capacità di salto, sebbene la forza isometrica ne risultasse accresciuta (Lindeburg e altri, 1963). L'adattamento dei muscoli al lavoro in regime isometrico e dinamico si evidenzia con diverse modificazioni morfologiche e biochimiche (A.K. Kolesnikova, 1956; Jakovlev, 1958; Vachholder, 1936). Il largo impiego di esercizi isometrici provoca reazioni di adattamento che non corrispondono affatto alle esigenze degli esercizi dinamici. Dopo i Giochi Olimpici di Tokyo, si è potuto constatare che i più diligenti praticanti degli esercizi isometrici (i sollevatori di peso Bill March, G. Gubner, il nuotatore Jastremski, i lanciatori H. Connolly e P. O'Brien) non realizzarono i risultati che ci si attendeva da essi (T. Zeljazkov, 1965).

Nel corso di questi ultimi anni, l'effetto pretenziosamente straordinario degli esercizi statici fu largamente diffuso sulle riviste estere di culturismo (B. Hoffmann, 1962). Sotto questa influenza anche nell'U.R.S.S. apparvero pubblicazioni chiaramente indirizzate alla ricerca del sensazionale. Tuttavia, è necessario precisare che, nella letteratura estera scientifica e metodica, si espressero anche opinioni obiettive sul metodo isometrico. Si è potuto così notare che non esistono dati scientifici seri, relativi alla maggiore efficacia degli esercizi statici (Clark, 1960; Pearson e Rasch, 1963; Bender e altri, 1963). In un articolo dal titolo « Isometria come fatto di moda », apparso sull'organo ufficiale dell'Associazione Americana di Educazione Fisica, gli autori sottolinearono il carattere commerciale del « boom » isometrico. In un altro articolo del 1964, Royce fece notare che la vendita di attrezzi per esercizi isometrici era divenuta « un ottimo affare » e chiedeva di ritornare al punto di partenza per iniziare seriamente lo studio del problema.

In relazione a quanto è stato appena detto, bisogna dunque considerare gli esercizi isometrici come un mezzo complementare di sviluppo della forza. Essi si praticano sotto forma di tensione massimale di durata da 5 a 6 secondi (una maggiore o minore durata degli sforzi ha prodotto risultati inferiori, Hettinger, 1953-1957).

Nell'esecuzione degli esercizi isometrici, l'aumento della forza si manifesta essenzialmente nella posizione in cui ci si è esercitati. Per esempio, se si sono svolti esercizi isometrici per i flessori del gomito ad un angolo di 90°, negli angoli che vanno da 70 a 110°, l'aumento di forza sarà molto limitato (Gardner, 1963) (14).

Di conseguenza, nella scelta delle posizioni del corpo bisogna praticare molti esercizi isometrici, per lo stesso gruppo muscolare, con diversi angoli, e selezionare le posizioni corrispondenti ai punti più difficili del movimento praticato in gara. Per esempio, nella spinta del sollevamento pesi, la posizione più difficile corrisponde al momento in cui il bilanciere è a livello del capo; è dunque a questo livello che ci si allenerà isometricamente. La quantità degli esercizi isometrici nelle sedute di allenamento non deve essere ossessiva: al massimo da 10 a 15 minuti per seduta. Se si vuole aumentare la forza muscolare (non la sua stabilizzazione), non si deve utilizzare l'isometria con esercizi standardizzati per più di 1-2 mesi. Per quanto riguarda gli esercizi di forza statica (esempio: in ginnastica, la croce agli anelli), è allora razionale una determinata successione nell'allenamento: all'inizio è preferibile utilizzare soprattutto esercizi dinamici (ciò favorisce un miglioramento più rapido della forza) e in seguito, quando esiste una sufficiente base di forza, si introdurranno, di volta in volta e con maggior frequenza, gli esercizi statici (ciò migliorerà la facoltà di esercitare la concentrazione volontaria nell'applicazione della forza). Ed ora accenneremo all'influenza degli esercizi dinamici e statici sulla ipertrofia muscolare. I dati forniti da Rasch e Morehouse (1957) permettono di asserire che anche per questa esigenza gli esercizi dinamici sono preferibili agli statici. Le conclusioni contrarie di Petov e Siebert (1925), che furono per lungo tempo riportate nella letteratura specializzata, non possono essere considerate valide. E' sufficiente dire che esse furono dedotte da esperienze effettuate con rane, mediante stimolazione elettrica delle zampe. In un caso, la posizione della zampa era fissa (regime isometrico) e, nell'altro, la zampa restava libera (regime isotonic).

(14) Questi dati richiedono una verifica: Rasch, Pearson e Logan hanno ottenuto risultati leggermente diversi. Tuttavia, Logan, nel 1960 è giunto a risultati analoghi a quelli di Gardner.

LA RESPIRAZIONE

DURANTE L'ESECUZIONE DEGLI ESERCIZI DI FORZA

E' noto che le massime applicazioni di forza sono possibili soltanto con una tensione della muscolatura respiratoria e con la chiusura della glottide. Ciò dipende dal legame funzionale esistente tra il sistema respiratorio e la muscolatura (N.E. Marsak, 1961). L'aumento della pressione intrapolmonare durante la tensione provoca l'eccitazione dei recettori meccanici dei polmoni e modifica, per riflesso, lo stato della muscolatura (riflesso pneumo-muscolare). Per esempio, quando si misura la forza di trazione, durante l'arresto della respirazione, le grandezze massimali degli sforzi corrispondono ad una tensione di 133 Kg. Nell'espiazione e in particolare nell'inspirazione, gli sforzi sono inferiori, rispettivamente di 127 e 119 Kg (V.S. Farfel' e I.M. Frejdborg, 1948).

Dunque, la tensione muscolare è una utile premessa, tuttavia può influire negativamente sull'attività del sistema cardio-vascolare. L'arresto prolungato provoca un aumento della pressione intra-toracica da 40 a 100 unità (normalmente il suo valore va da 2 a 15 unità, alla pressione atmosferica). Questo fatto provoca una compressione delle cavità venose e impedisce l'arrivo del sangue alla parte destra del cuore. Corrispondentemente, vi è una contemporanea riduzione dell'apporto sanguigno alla parte sinistra del cuore. Esteriormente questo fatto si manifesta con il fenomeno di Valsalva, cioè con una riduzione delle dimensioni del cuore durante la tensione. A seguito dell'innalzamento della pressione intra-polmonare, si produce una compressione dei capillari polmonari e la circolazione sanguigna polmonare viene resa difficile. Affinché possa avvenire il passaggio del sangue attraverso i capillari ristretti dei polmoni, la parte destra del cuore dovrà lavorare con uno sforzo maggiore. Il volume sistolico ed il volume minuto diminuiranno. Ciò può provocare un'anemia cerebrale e la perdita della conoscenza (questi fatti si riscontrano talvolta in gara, durante l'esercizio della spinta). Inoltre, se la tensione è di più lunga durata, l'ossigeno nel sangue diminuisce e si accresce il pericolo di una condizione di ipossia nell'encefalo. Alla fine della tensione, la pressione intra-toracica cala bruscamente, il sangue trattenuto arriva in grande quantità al cuore. Il volume sistolico ed il volume minuto aumentano. Dopo un certo tempo, le modificazioni del sistema circolatorio ritornano alla normalità (A.N. Vorob'ev, 1961-62).

Le modificazioni descritte nella dinamica circolatoria sono molto elevate. Ripetute spesso, possono influire negativamente sull'organismo di

un soggetto poco preparato. Tuttavia, con un allenamento appropriato, l'organismo si può adattare anche a queste condizioni. Un allenamento pluriennale svolto dai sollevatori di peso non provoca affatto delle conseguenze patologiche nell'attività del loro sistema cardio-vascolare (R.E. Motyljanskaja e N.B. Tambiev 1914). P. Karpovich, nel 1951, esaminò 31.072 soggetti che praticavano il sollevamento pesi, senza trovare alcun caso di danno cardiaco.

Al fine di evitare le influenze negative che possono derivare dalla esecuzione degli esercizi di forza, occorre osservare alcune regole fondamentali. Ecce:

- Mantenere la necessaria tensione soltanto per breve tempo durante gli sforzi massimali. Con i principianti si deve fare attenzione all'arresto della respirazione (per esempio, negli esercizi ripetuti con deboli tensioni).
- Non è necessario che il principiante pratichi in grande quantità esercizi legati a tensioni massimali e sub-massimali.
- Prima di eseguire gli esercizi di forza, evitare di compiere inspirazioni massimali, che accrescono non necessariamente la pressione intra-toracica e gli effetti che si notano durante la tensione (A.N. Vorob'ev, 1950; I. Jordanov, 1961).
- Dal momento che nell'espiazione con la glottide ristretta si ottengono quasi gli stessi valori riscontrabili nella tensione, si può compiere uno sforzo massimale in espiazione senza trattenere la respirazione.
- Dai soggetti che iniziano a praticare gli esercizi di forza, bisogna esigere un'espiazione e un'inspirazione a metà del movimento, in particolare quando il bilanciere si trova all'altezza delle clavicole. Naturalmente, tale regime respiratorio rende più difficile l'esecuzione, ma bisogna praticarlo per un certo tempo. Gli atleti allenati compiono soltanto un'inspirazione di media forza, prima della girata del bilanciere al petto (Vorob'ev, 1958-1962).

Infine, non si deve dimenticare che soltanto nella distensione lenta si manifesta un leggero stato di choc e perciò è necessario giungere alla possibilità di sollevare rapidamente anche i carichi massimali. Nella distensione, la causa possibile di questo stato è la compressione dell'arteria carotide da parte dei muscoli del collo (in particolare dallo sterno-cleido-mastoideo). Per evitare tale inconveniente, nel sollevare il bilanciere, non abbassare il mento verso il petto (A.N. Vorob'ev, 1958).

IL RITMO DI ESECUZIONE DEGLI ESERCIZI

In una serie, gli esercizi di forza possono essere eseguiti con una frequenza variabile. E' stato dimostrato che l'applicazione di un ritmo massimale (da non confondere con la velocità massimale) produce un risultato relativamente inferiore. Un ritmo medio è preferibile; l'aumento di forza è allora superiore (V.D. Monogarov, 1958). La ragione principale della minore efficacia del lavoro a ritmo massimale è, evidentemente, l'irradiazione dell'eccitazione nel sistema nervoso centrale, provocata dagli impulsi afferenti. Questo fatto rende più difficile la formazione della coordinazione dei processi nervosi, necessaria allo sviluppo della forza (N.V. Zimkin, 1956).

Se la frequenza non è elevata, i suoi valori concreti non sono importanti. Il sollevamento di un carico al ritmo di 2-3 alzate al minuto ha prodotto un aumento di forza quasi analogo (Salter, 1955). E' molto utile basarsi sul ritmo naturale, quello con cui risulta più facile svolgere l'esercizio. Questa frequenza naturale del movimento è maggiore nei segmenti distali delle estremità che nei segmenti prossimali (Vachholder, 1934). Per esempio, la frequenza ottimale di movimento delle dita è di 40-60 per minuto, quella del braccio, al livello dell'articolazione scapolare, di circa 20 al minuto (Dolgin, 1930).

DIPENDENZA DELLA FORZA DALLA POSIZIONE DEL CORPO

La forza che l'uomo può sviluppare dipende dalla posizione del suo corpo. Esaminiamo le principali condizioni che determinano questa dipendenza.

La lunghezza dei muscoli muta in funzione della posizione articolare. La forza esercitata da un muscolo diminuisce, a poco a poco, quasi proporzionalmente al quadrato della diminuzione della sua lunghezza (Pauels, 1954). Il muscolo fornisce il minimo sforzo di trazione quando è accorciato al massimo. Al contrario, i valori più elevati possono essere raggiunti se il muscolo è stirato nella sua lunghezza massimale. Frank (1920), Reijs (1921), Fenn (1938), Clarke (1952) e numerosi altri hanno trovato dei casi analoghi nell'uomo. A titolo di esempio, ecco come si modifica la forza del gruppo formato dai tre muscoli peroneo-lungo, estensore comune delle dita dei piedi, tibiale anteriore:

Flessione della pianta del piede di 140° = 384 Kg

Flessione della pianta del piede di 102° = 463 Kg

Posizione normale di 90°	= 560 Kg
Flessione dorsale di 78°	= 598 Kg.

La seconda condizione, che influisce sulla grandezza della forza sviluppata, è il cambiamento del braccio di leva dei muscoli in rapporto all'asse di rotazione. E' caratteristico del sistema osteo-muscolare il fatto che l'applicazione della forza prossimale all'asse di rotazione permetta,

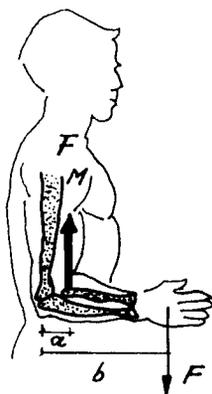


Fig. 12 — Rapporto tra il braccio di leva e la forza nella flessione al gomito. M = forza di trazione del bicipite, F = forza sviluppata esternamente; a e b. bracci delle forze corrispondenti; a è di circa 10 volte inferiore a b; $Fm \times a = F \times b$ (Fm proporzionale a F).

nella maggior parte dei movimenti, un aumento del ritmo e della distanza, attraverso una diminuzione della forza stessa (fig. 12). Così quando il gomito si trova ad un angolo di 90°, i flessori dell'avambraccio (in particolare il bicipite) perdono la loro forza di circa 10 volte; al livello del tendine di Achille per esempio, durante la spinta del piede, si osserva un sovraccarico che è superiore di circa 3 volte (Fenn, 1938). Con la variazione dell'angolo articolare, il braccio di trazione si modifica, per cui anche il momento della forza cambia. Per esempio, il braccio di leva del capo lungo del bicipite dipende dall'angolo articolare, nel modo riportato nella tabella 7.

Tabella 7 — Dipendenza del braccio di leva del bicipite, dall'angolo dell'articolazione (secondo Braun - Fischer)

Angolo articolare in gradi	0	20	40	60	80	100	120
Braccio di leva del muscolo in mm	11,5	16,8	26,9	37,4	43,5	45,5	49,2

Si può constatare che il braccio di leva può variare di circa 4 volte. Di conseguenza, se la forza muscolare resta costante, con il cambiamento angolare, la forza da applicare per vincere le resistenze può aumentare o diminuire del quadruplo. Con l'aumento dell'angolo del gomito, il braccio di leva cambia da 35 a 70 m/m, ossia del doppio (I.V. Vrzesnevskij e V.A. Parfenov, 1959).

Infine, la terza condizione è la modificazione dell'angolo di trazione del muscolo sull'osso. Quando esso corrisponde ad un angolo retto, tutto lo sforzo di trazione si sviluppa nella creazione del momento di rotazione. Se l'angolo si allontana da quello retto, lo sforzo di trazione viene ripartito dal parallelogramma delle forze. La grandezza del momento di rotazione della forza dipende unicamente dalla componente tangenziale. La seconda componente (radiale) agisce lungo l'osso, aumentando o riducendo la pressione sul complesso articolare.

L'insieme dei fattori descritti stabilisce, per ciascun movimento mono-articolare, un rapporto particolare fra l'angolo articolare e la forza da sviluppare (fig. 13). Quando il movimento è realizzato da muscoli inseriti su più articolazioni, l'immagine diviene più complessa, in quanto la lunghezza di questi muscoli dipende dalla posizione delle articolazioni vicine. Per esempio, la forza degli estensori e dei flessori dell'articolazione del ginocchio dipende dalla posizione dell'articolazione coxo-femorale (Clarke e altri 1950). Se la forza di questi muscoli viene misurata in decubito supino oppure in posizione seduta con il corpo inclinato in avanti, le sue grandezze massimali presenteranno allora differenze considerevoli. In decubito supino, gli estensori sono stirati e capaci di sviluppare una grande forza; i flessori, al contrario, sono accorciati e la loro forza sarà inferiore. Si notano dei rapporti inversi nella posizione seduta con il corpo inclinato in avanti (Houtz e altri, 1957). Talvolta, sembra che limitati cambiamenti di posizione provochino notevoli modificazioni negli indici di forza. Per esempio, la pronazione dell'avambraccio produce una riduzione della forza, nei flessori dell'avambraccio stesso, di circa un terzo (Wells, 1955; Rasch, 1956).

LA POSIZIONE DEL CORPO PIÙ FAVOREVOLE

Da quanto è stato detto, risulta evidente che per ogni movimento esistono delle posizioni nelle quali si possono sviluppare maggiori o minori valori di forza. Per esempio, nella flessione del gomito viene raggiunta la forza massimale con un angolo prossimo a 90° (Wakim e

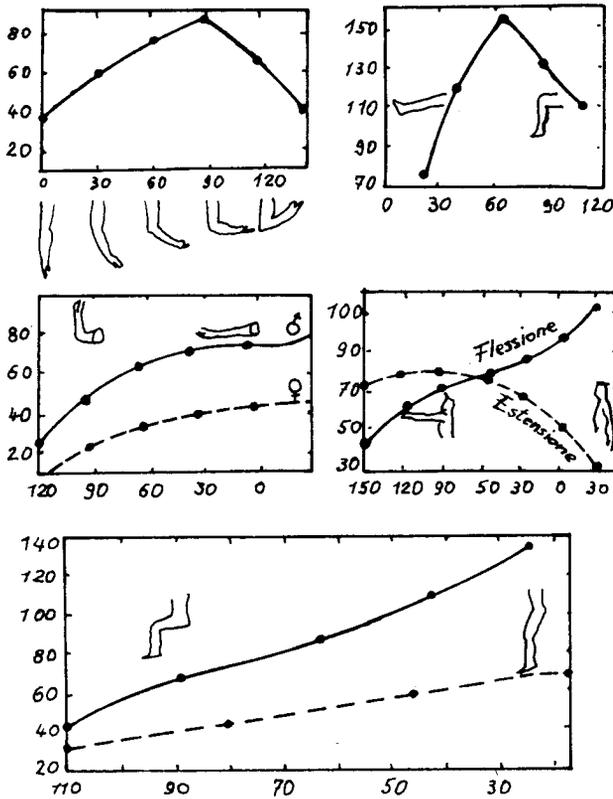


Fig. 13 — Rapporto tra gli indici di forza e gli angoli articolari (secondo Williams e Stutzman, 1959). Linea intera, dati riguardanti gli uomini; linea tratteggiata, dati riguardanti le donne. Sull'ascissa è riportato l'angolo articolare, in gradi. Sull'ordinata, la forza in libbre.

altri, 1950; Darcus, 1951; Clarke e Baylay, 1950; Crunis, 1951). Per l'estensione delle articolazioni del gomito e del ginocchio, l'angolo ottimale è di circa 120° (Frank, 1920; Carpenter, 1938; Tezonev e G. Parovlava, 1959). Allorché si misura la forza statica, gli indici massimi si registrano con un angolo di circa 155° (Marquen, 1939; Beaford e Warner, 1939).

Dunque, il problema è di sapere quale sarà la più congrua posizione da adottare per eseguire gli esercizi di forza. Esistono posizioni più vantaggiose in cui la forza propria dei muscoli attivi è massimale, vale a dire posizioni in cui i muscoli vengono contratti dalla condizione di stiramento (Darcus, 1956). Attraverso l'azione di rinforzo del flusso degli impulsi propriocettivi, si produce un accrescimento dello stimolo riflesso, che aumenta l'effetto dell'esercizio. La tendenza opposta prende

il nome di regola delle « punte associate » (15). Ciò significa, all'incirca, che esiste la tendenza a sviluppare lo sforzo massimale dalla posizione in cui la forza espressa esteriormente è minima. Questo regime di lavoro è chiamato minimassimale, vale a dire, di valore minimo fra i massimali. In ciascuna posizione si rilevano dei valori di forza minimi, per lo meno per la corrispondente posizione. Le posizioni, in cui questi valori massimali sono minimi, rispondono dunque alla regola precisata. Ciò si verifica quando il massimo accorciamento del muscolo interviene nei segmenti del corpo in cui, a causa del rapporto meccanico dei bracci di leva, si nota la perdita massimale di forza. La prima « punta » (caduta della trazione del muscolo) coincide con la seconda (riduzione della forza manifestata esteriormente, in seguito al cambiamento dei bracci di leva). La regola delle « punte associate » significa in primo luogo che, nel caso in cui si debba sollevare un piccolo peso per creare una tensione di forza, il totale del carico sollevato sarà relativamente basso. Tale « economizzazione » può essere utile. In secondo luogo, l'osservanza di questa regola favorisce la tensione dei muscoli durante l'esecuzione di tutto

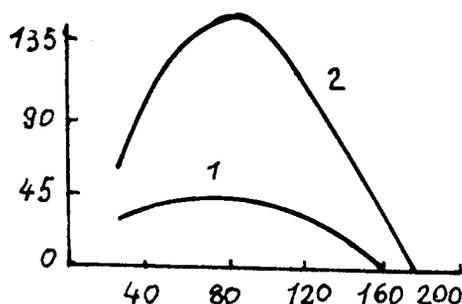


Fig. 14 — Forza sviluppata dal deltoide nel sollevamento del braccio destro (secondo Streit e altri, 1947): 1 = braccio senza carico; 2 = braccio con 4 Kg di carico. Sull'ascissa sono riportati i gradi; sull'ordinata, i chilogrammi.

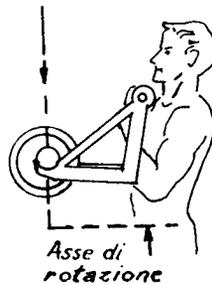
il movimento. Se, per esempio, nell'esecuzione di esercizi ginnici con manubri, si portano le braccia in alto per fuori (fig. 14), il massimo della forza è raggiunto quando le braccia sono sul piano orizzontale, mentre la loro successiva elevazione sarà associata ad una caduta di tensione. Nell'esecuzione dello stesso esercizio, con un estensore fissato al suolo, il massimo di tensione si produrrà alla fine del movimento, cioè quando le braccia saranno in alto.

(15) Traduzione libera dell'inglese « peak-contraction principle ».

Vi sono tre processi in cui questa regola può essere verificata:

1 — Attraverso la scelta della particolare posizione del corpo. Nel sollevamento di un peso qualsiasi, la maggior perdita di forza si verificherà quando sarà raggiunto l'allontanamento massimale del centro di gravità del segmento del corpo in spostamento (con l'eventuale carico addizionale) in rapporto all'asse di rotazione dello stesso segmento. Questo fatto si verifica sempre quando il baricentro della parte del corpo interessata si trova sul piano orizzontale, in rapporto all'asse di rotazione. Se questa posizione orizzontale è raggiunta quando vi è un accorciamento massimale del gruppo muscolare attivo (vale a dire, alla fine dell'ampiezza possibile del gesto), il principio delle « punte associate » è allora rispettato. La rigorosa osservanza di questo principio è possibile soltanto per un limitato numero di movimenti; per gli altri bisognerà assumere delle posizioni iniziali innaturali. Per esempio, il fatto di sollevare le gambe tese, dalla sospensione, è più impegnativo dello stesso movimento effettuato dalla posizione di decubito supino. Anche se nel primo caso la regola non viene osservata scrupolosamente, il momento del passaggio delle gambe sul piano orizzontale (momento più difficile) concorda con un accorciamento dei muscoli attivi maggiore di quello che si riscontra in posizione di decubito supino.

Fig. 15 — Apparecchio per verificare l'applicazione della regola delle « punte associate ». Nel presente caso, l'allontanamento del peso, in rapporto all'asse di rotazione, corrisponde alla contrazione massima dei flessori del gomito che si manifesta nell'esercizio con un bilanciere.



2 — Attraverso l'uso di attrezzi speciali (fig. 15) e di esercizi di ammortizzazione con estensori. Dal momento che la resistenza massimale dell'estensore si produce alla fine del movimento, quando la forza di trazione muscolare cala improvvisamente, la regola delle « punte associate » viene applicata automaticamente (Webster, 1957).

3 — Attraverso una bassa velocità di esecuzione del movimento. Per esempio, se l'esercizio della fig. 16 è eseguito dinamicamente, la sua

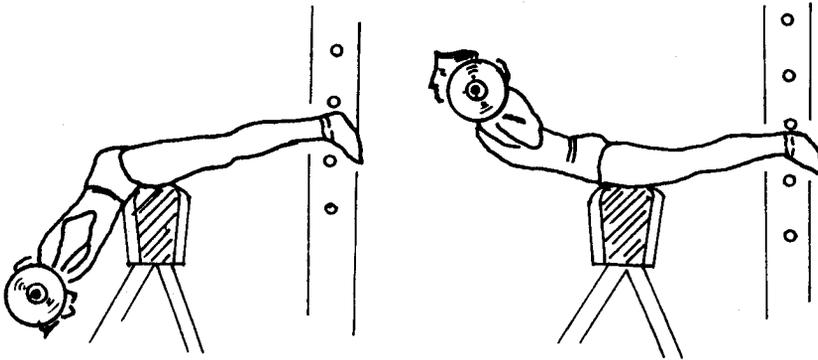


Fig. 16 — Esercizio per gli estensori del tronco.

seconda parte non richiederà un'attiva tensione muscolare. Affinché la tensione sia assai elevata anche durante la fase finale dell'estensione, la velocità di esecuzione della prima fase (a) dovrà essere relativamente bassa.

Sebbene la regola delle « punte associate » sia razionale, almeno in alcuni dei suoi esempi, al momento attuale la sua interpretazione usufruisce soltanto di un'insufficiente base sperimentale. Questa regola è fondata sulla supposta assenza di una specificità nella manifestazione della forza, con lunghezze variabili dei muscoli. C'è da supporre che, se aumenta la forza esercitata durante l'accorciamento massimale del muscolo, aumenta anche dello stesso ordine di grandezza nelle altre posizioni. Questo fatto resta tuttavia ancora oscuro. Nella pratica sportiva di questi ultimi anni ci si sforza spesso di utilizzare gli esercizi in cui il massimo della forza è esercitato negli stessi modi in cui si verifica nel gesto praticato in gara (V.M. D'jačkov, 1960; A.D. Markov, 1963; Iv.V. Verhošanskij, 1963; V.M. Zaciorskij/Matveev, 1964), (figg. 15 e 16). In questo senso, possono venir svolti contemporaneamente esercizi che servono sia al perfezionamento fisico che a quello tecnico.

SVILUPPO ANALITICO DELLA FORZA DEI DIVERSI GRUPPI MUSCOLARI

TOPOGRAFIA DELLA FORZA

Il generale sviluppo della forza è possibile nella misura in cui si provvede al rafforzamento dei singoli gruppi muscolari. Non serve, per esempio, allenare la resistenza di una mano o di una gamba. Occorre, invece, lavorare isolatamente allo sviluppo della forza degli estensori delle gambe e di quella dei flessori delle braccia. L'esecuzione di un procedimento analitico del genere pone un gran numero di interrogativi di ordine metodologico. Il corpo umano comprende più di 500 muscoli. Quali di essi hanno maggiore importanza? Quali sono i gruppi muscolari da sviluppare in primo luogo? Qual'è la specificità di sviluppo della forza dei diversi gruppi muscolari?

La forza dei diversi gruppi di muscoli varia a seconda degli individui. I rapporti di forza massimale tra i diversi gruppi muscolari hanno assunto la denominazione di topografia della forza (A.V. Korobkov, 1959). Per ottenere una rappresentazione relativamente esatta di questa topografia, in un individuo qualsiasi, bisogna misurare il maggior numero possibile dei suoi gruppi muscolari.

Nei soggetti che non praticano sport, i muscoli abitualmente più sviluppati sono quelli che resistono alla forza di gravità: estensori del dorso e delle gambe, flessori delle braccia. La topografia della forza va riferita alla specializzazione sportiva e al genere di attività praticata dal soggetto (tabella 8).

Al di fuori del rapporto con la specializzazione sportiva è tuttavia opportuno distinguere alcuni gruppi muscolari che rivestono preminente importanza esistenziale. Citiamo i più forti (e di conseguenza i più voluminosi) muscoli del corpo umano: quelli della cintura pelvica, del tronco, delle cosce, del cingolo scapolare. Le procedure per determinare obiettivamente la forza dei gruppi muscolari più importanti si articolano nel modo cui accenneremo in seguito. Si determina la forza in un gran numero di soggetti, in diversi movimenti elementari (flessione del braccio, inclinazione laterale del tronco, ecc.) o in atti motori globali (lancio di un pallone medicinale, sollevamento di pesi, ecc.). In alcune esperienze si sono potuti misurare fino a 50-60 indici di forza per ogni individuo. Questi indici sono addizionati in un indice denominato « forza globale »

Tabella 8 — *Itopografia della forza in alcuni atleti di livello mondiale (secondo Korobkov)*

Nome	Forza assoluta						Forza relativa in Kg	
	Flessori del tronco	Estensori del tronco	Estensori del piede	Estensori della gamba propriamente detta	Estensori della coscia	Forza globale delle gambe	Forza globale del tronco	
V. Brumel	81 1,01	240 3,00	280 3,50	210 2,51	280 3,50	9,51	4,01	
I. Ter-Ovanesjan	54 0,70	210 2,72	238 3,08	190 2,46	262 3,40	8,94	3,42	
P. Bolotnikov	60 0,95	234 3,71	215 3,41	92 1,46	213 3,36	8,23	4,66	
V. Trusenev	80 0,74	245 2,28	225 2,10	130 1,21	210 1,86	5,17	3,02	
V. Cybulenko	75 0,75	165 1,65	201 2,01	190 1,90	200 2,00	5,91	2,40	
T. Shelkanova	45 0,78	117 2,05	117 3,10	117 2,05	168 2,95	8,10	2,83	

Nota: La cifra superiore, di ogni casella sotto il titolo «Forza assoluta», indica appunto la forza assoluta, mentre l'inferiore, la forza relativa.

(Martin, 1918). Con l'aiuto della statistica matematica, si sceglie poi la combinazione dei gruppi muscolari che fornisce la grandezza massima di correlazione con la « forza globale » (Martin/Rich, 1918; Cureton e altri, 1947). I gruppi muscolari selezionati in questo modo sono quindi considerati come i più « importanti ». Secondo i dati di Wendler (1955), essi sono: gli estensori della colonna vertebrale; i flessori delle articolazioni coxo-femorali; gli estensori delle gambe; gli estensori delle braccia; il grande pettorale.

Nella pratica, purtroppo, si cerca spesso di dare un giudizio sulla forza di un individuo sulla base di alcuni piccoli gruppi muscolari, il più spesso i flessori delle dita (dinamometria della mano). In questo caso, il gruppo muscolare è troppo circoscritto (la forza del gruppo dei muscoli del pollice, sui quali si appoggia il dinamometro, è inferiore a quella delle altre quattro dita). La dinamometria della mano misura in realtà la sola forza statica del flessore del pollice (Buchtal, 1954). Perciò, gli indici, così raccolti, esprimono approssimativamente la forza dell'uomo (Rasch e altri, 1960; Orban, 1962; P.N. Baskirov, 1963). E' chiaro che occorre basarsi su gruppi muscolari più potenti. La metodica dello sviluppo della forza dei singoli gruppi muscolari riveste una specificità differenziata. Presenteremo, qui di seguito, le particolarità di due gruppi muscolari, il cui allenamento di forza richiede un'attenzione particolare.

I MUSCOLI ADDOMINALI

E LE PARTICOLARITÀ DELLA METODICA DEL LORO ALLENAMENTO

La muscolatura della regione addominale deve essere sviluppata con la massima attenzione fin dall'inizio dell'allenamento. Ciò per tre motivi:

- Questa muscolatura partecipa a quasi tutta la locomozione (Takano-Higashi, 1957; Sheffield, 1962).
- Una buona « fascia » addominale, che ricopra l'omonima cavità, favorisce il normale funzionamento degli organi interni e, di conseguenza, influisce direttamente sulla salute (G.S. Katinas, 1959).
- Con un particolare rafforzamento dei muscoli addominali si ottiene la migliore garanzia contro il pericolo di ernie.

Le ernie si producono con l'elevazione frequente della pressione intra-addominale nel sollevamento di carichi pesanti (Davis, 1959; V. Aleksandrov, 1961; Birn, 1961). Se i muscoli dell'addome sono deboli, nel caso di aumento della pressione intra-addominale, è allora possibile una

perforazione della parete addominale. Per evitarla è dunque indispensabile rafforzare i muscoli di questa regione.

Per rafforzare i muscoli della parete anteriore dell'addome si utilizzano essenzialmente due tipi di esercizi: l'elevazione delle gambe con fissaggio della parte superiore del tronco e l'elevazione del tronco con fissaggio delle estremità inferiori. Questi due tipi di esercizi si differenziano tra loro per la specificità; generalmente, la correlazione fra i risultati non supera lo 0,35-0,40 (Karpovič, 1945). Nel primo caso, i muscoli lavorano essenzialmente in regime isometrico (Zahar'janc/Kotel'nikova, 1961) e non partecipano direttamente alla flessione dell'articolazione coxo-femorale. Quando la parte superiore è in appoggio o in sospensione, essi contribuiscono alla rotazione delle anche. L'analisi elettromiografica indica che il carico massimale si sviluppa nella parte inferiore del grande retto dell'addome (Walters e Partridge, 1957). Nel secondo caso, i muscoli dell'addome lavorano in condizioni più dinamiche impegnando i segmenti superiori del grande retto nello sforzo maggiore. In questo caso, l'impegno esercitato dagli addominali è superiore; gli esercizi del secondo tipo sono i più efficaci nell'allenamento dei muscoli dell'addome (Parks, 1959). Tuttavia, gli esercizi del primo tipo, per il loro carattere più statico, favoriscono meglio l'aumento del tono della parete addominale. Per sviluppare i muscoli obliqui si utilizzano esercizi associati allo spostamento laterale del rachide, in particolare alla sua torsione.

Per evitare danni muscolari e l'aumento eccessivo della pressione intra-addominale, nell'allenamento della forza addominale, non si devono impiegare sforzi massimali. Non bisogna neppure cadere nell'eccesso opposto e portare il numero delle ripetizioni per ogni serie ad una cifra eccessiva (più di 15-20). L'aumento del numero delle ripetizioni influirebbe in misura minima sul miglioramento della forza. Bisogna allora rendere l'esercizio più faticoso riducendo il numero delle ripetizioni per ogni serie da 6 a 10 circa (Capen, 1951).

Per incrementare la forza della fascia addominale sono raccomandati alcuni metodi di efficacia e difficoltà differenziate (S.V. Aljab'ev, 1957; Walters e Harris, 1953; A.N. Motorin, 1960).

I MUSCOLI DELLA REGIONE LOMBARE

Anche questi muscoli appartengono ai gruppi il cui sviluppo merita un'attenzione particolare, soprattutto per ragioni di sicurezza. Nessuna altra parte del corpo umano è tanto suscettibile di traumi, nella pratica

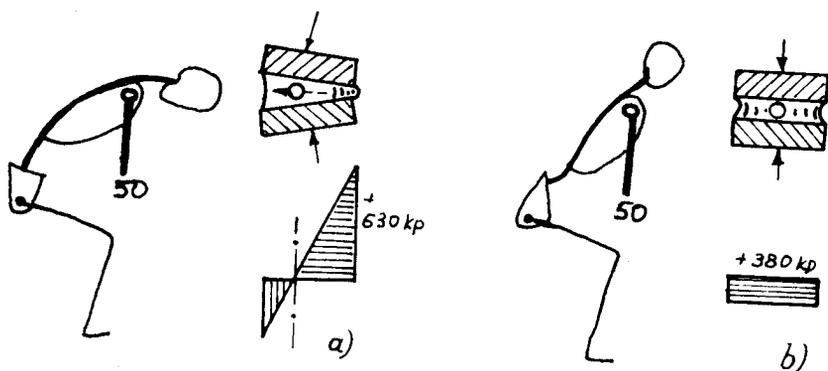


Fig. 17 — Posizione del corpo a carico sopportato dai dischi intervertebrali, nel sollevamento di 50 Kg. a) tecnica errata (dorso rotondo), b) tecnica corretta. I sovraccarichi sono rispettivamente di 630 e di 380 Kg (secondo Frey, 1959).

degli esercizi di forza, quanto la regione lombare. Ciò si spiega con gli enormi sovraccarichi che agiscono sulle vertebre lombari (in particolare nella zona della 5ª L.) nel sollevamento pesi. Nella flessione in avanti con carico, il braccio di leva della forza di gravità è molto grande, mentre il braccio di leva della trazione dei muscoli è di molto inferiore. Si osserva, di conseguenza, una perdita di forza del 10-15%. Anche nel sollevamento di carichi relativamente più leggeri, la somma delle forze che agiscono nella zona della 5ª L. è estremamente elevato (Matthias, 1956). Già nella semplice inclinazione in avanti senza carico, gli sforzi a livello di questa zona possono superare i 300 Kg e, se l'inclinazione viene eseguita con 30 Kg, secondo i dati di Frey (1959), essi superano i 700 Kg. Non è dunque sorprendente che in queste condizioni il rischio di traumi sia notevole nei soggetti non preparati. Per prevenirli, sono suggerite le seguenti raccomandazioni metodologiche:

- Il rafforzamento dei muscoli della regione lombare deve precedere il lavoro con carichi pesanti. Ciò riguarda tutti i movimenti la cui posizione iniziale implichi un bilanciamento sulle spalle e sulle clavicole (piegamenti delle gambe, distensioni, ecc.). Bisogna dunque creare necessariamente una base fondamentale di irrobustimento ed allora sarà possibile effettuare, senza pericolo, una grande quantità di lavoro con carichi addizionali.
- Bisogna ridurre, per quanto possibile, il carico imposto al rachide utilizzando abbondantemente, a questo fine, esercizi del tipo della

distensione in decubito supino sul piano inclinato, al posto della distensione in posizione eretta, e la spinta delle gambe verso l'alto contro una resistenza in posizione supina, al posto delle accosciate.

- Nel corso di una seduta bisogna alternare il sollevamento di pesi con le sospensioni. In questo caso, grazie all'elasticità propria, i dischi intervertebrali compressi riprendono la loro forma iniziale.
- E' indispensabile una tecnica corretta nel sollevare i carichi. Nell'alzare un carico dal suolo, si deve assumere una corretta posizione del rachide (fig. 17). Con il dorso « curvo », si corre il pericolo di uno scorrimento dei dischi intervertebrali. La conservazione di una normale lordosi lombare elimina questo rischio. Inoltre, con il dorso curvo, l'asse di forza delle braccia (e di conseguenza dell'attrezzo sollevato) si allontana dall'asse di rotazione, ma in misura maggiore di quanto non accada conservando una posizione giusta del dorso, e ciò rende il sollevamento ancora meno efficace (tabella 9).

Tabella 9 — *Pressione (in Kg) sulla quinta vertebra lombare in funzione del carico sollevato (in Kg), dell'angolo di inclinazione e della tecnica di sollevamento (secondo F. Münchinger, 1960)*

Angolo di inclinazione in gradi	Carico sollevato (Kg)							
	Dorso eretto				Dorso curvo			
0°	50	100	150	200	50	100	150	200
30°	100	300	500	700	150	350	600	850
60°	200	500	800	1100	250	650	1000	1350
90°	250	600	900	1200	300	700	1100	1500

GLI ESERCIZI DI FORZA NELL'EDUCAZIONE FISICA

GLI ESERCIZI DI FORZA NELL'ALLENAMENTO SPORTIVO

L'adozione di esercizi di forza nell'allenamento dipende, in grande misura, dalla necessità che le prove più impegnative vengano effettuate in condizioni ottimali del sistema nervoso centrale (V.M. Zaciorskij, 1961). In questo modo si assicura il perfezionamento della coordinazione nervosa che favorisce lo sviluppo della forza muscolare. Se gli esercizi di forza sono eseguiti quando l'atleta è affaticato dal lavoro precedente, l'eccitabilità del sistema nervoso centrale è ridotta e l'attività riflesso-condizionata si svolge, come noto, meno favorevolmente, producendo un più lento sviluppo della forza.

Gli esercizi di forza sono più efficaci quando vengono svolti all'inizio della parte principale della seduta di allenamento. Tuttavia, ciò non è sempre possibile dovendosi, in ciascuna seduta, risolvere altri importanti compiti, oltre a quello dello sviluppo della forza. Naturalmente, l'esecuzione degli esercizi di forza provoca un affaticamento che riduce l'efficacia del successivo lavoro indirizzato allo sviluppo della velocità, al perfezionamento tecnico, ecc. (A.V. Korobkov, 1964).

In questi casi è necessario relegare gli esercizi di forza alla fine della parte principale della seduta di allenamento. La loro efficacia è allora un po' ridotta. E' così che si procede spesso nelle specialità sportive tecnicamente complesse, in cui la forza, benché importante, non costituisce la qualità principale (giochi sportivi, attrezzistica, ecc.). La metodica moderna si caratterizza per un prolungamento del tempo di recupero fra le serie. Così, in molti sollevatori di pesi di classe mondiale, la durata delle sedute è passata da 2 ore - 2 ore e mezza del 1956-57, a 3 ore - 3 ore e mezza del 1961-62, per lo stesso numero di prove (da 35 a 42) (16).

L'allungamento delle pause fra le serie permette di farne in gran numero, senza tuttavia causare cali nella capacità di rendimento e senza peggiorare l'eccitabilità del sistema nervoso centrale. Praticamente questi intervalli sono dell'ordine di 2-3 minuti. Allorché si lavora con dei carichi massimali, essi raggiungono i 4-5 minuti (J.G. Kučenko, 1963; Clarke e altri, 1954). Anche questi notevoli intervalli sono però sufficienti per

(16) L'impiego del metodo degli sforzi massimali si accompagna spesso ad una riduzione del numero dei tentativi (nell'allenamento dei sollevatori, esso si riduce fino a 25-30). Naturalmente, la durata della seduta diminuisce anch'essa, malgrado le grandi pause di recupero (Arutjnjan).

un ristabilimento completo, che richiede, sulla base dello scambio di ossigeno, dai 10 ai 15 minuti, quando si sollevano carichi limite (A.N. Krestovnikov, 1951). Se l'aumento della durata delle sedute non è attuabile (per esempio a causa di un lavoro professionale impegnativo), si possono riunire questi esercizi in serie, separando le ripetizioni entro le serie con brevi pause, mentre fra le serie stesse gli intervalli saranno portati fino a 5-7 minuti (V.G. Busuev, V.M. Zaciorskij, 1961).

Nel caso in cui nella seduta vengano usati esercizi con pesi submassimali ed esercizi con pesi normali, « fino all'esaurimento », bisogna per prima cosa utilizzare il metodo degli sforzi massimali e, solo in seguito, quello degli sforzi ripetuti. Questa raccomandazione è confermata, in particolare, dalla seguente esperienza (McMorris-Elkins, 1954).

Due gruppi di atleti; di preparazione e condizione fisica uguale, si sono allenati impiegando carichi di grandezze diverse. Nel primo gruppo, nella parte principale della seduta, i carichi utilizzati aumentavano, a poco a poco, dall'inizio fino alla fine; nel secondo gruppo, gli stessi carichi venivano utilizzati in ordine decrescente. Ne risultò un aumento della forza muscolare all'incirca identico (questo si capisce, in quanto entrambi i gruppi sollevarono gli stessi pesi), ma comunque più sensibile negli atleti del secondo gruppo, che avevano iniziato il lavoro con carichi massimi. Questa differenza viene spiegata dal fatto che nel secondo gruppo i tentativi più importanti, con i carichi più pesanti, furono eseguiti in assenza di fatica. Nel primo gruppo, i soggetti sollevavano questi stessi carichi quando erano già affaticati da un'attività di debole efficacia.

Prima di affrontare i carichi principali è d'uso compiere qualche tentativo con pesi più leggeri. Questo lavoro preparatorio serve al riscaldamento e non deve creare affaticamento.

L'esperienza di V. Busuev, campione olimpionico a Tokio, fornisce un eccellente esempio. Nei primi anni di pratica sportiva il suo allenamento non era valido, soprattutto perché il numero dei tentativi preparatori era esageratamente elevato. Per esempio, per un carico fondamentale di 80 Kg nella distensione, il lavoro veniva così ripartito: 50-55-60-65-70-75-80-75-70-65-60-55-50 Kg. Il passaggio al peso di allenamento principale era eccessivamente lento, per cui i tentativi più importanti erano realizzati in condizioni di ridotta eccitabilità del sistema nervoso centrale, con conseguente riduzione della loro efficacia. In seguito, la sua metodica di allenamento si modificò. Egli abbandonò le esecuzioni con i carichi minori e solo dopo il lavoro con carico principale, svolse un esercizio (al massimo due) con carico più ridotto. Questi esercizi successivi con un carico più debole avevano la funzione di sopprimere la sensazione di

sforzo eccessivo e di portare progressivamente l'organismo in uno stato relativamente tranquillo. Il numero delle prove con carichi intermedi era ridotto. Il lavoro preparatorio, con pesi inferiori a quelli del lavoro principale, aveva come fine esclusivamente il « riscaldamento ». I carichi furono elevati di 20 Kg (inizialmente di 5 Kg). Così, per un carico principale di 110 Kg, era adottata la seguente progressione:

$$\frac{70}{1-2}; \frac{90}{1}; \frac{100}{1}; \frac{110}{1}.$$

La riduzione del numero dei tentativi preparatori accrebbe l'efficacia del lavoro principale (V.G. Busuev-Zaciorskij, 1961).

Con il metodo degli sforzi massimali, nonostante i lunghi intervalli di recupero tra i tentativi, la fatica interviene in modo relativamente rapido. Al fine di aumentare la quantità di lavoro di ogni seduta, con tale metodo si fa ricorso a speciali accorgimenti, in particolare al « raddoppiamento » e all'alternanza « ondulatoria » dei carichi. « Raddoppiamento » significa compiere due volte per seduta lo stesso esercizio (V.I. Rodionov, 1961). Per esempio, all'inizio della parte principale della seduta, l'atleta effettua delle accosciate, poi passa ad altro esercizio e successivamente ritorna alla prima esercitazione. Con il secondo procedimento, dopo alcuni tentativi effettuati con il carico maggiore, ai primi segni di fatica, il peso viene ridotto di 10-15 Kg; si compiono allora uno o due tentativi con questo carico più leggero e si riprende poi con il carico iniziale, e così via. Il lavoro intermedio con carichi ridotti è inteso come riposo attivo e serve al perfezionamento della tecnica.

Quando la seduta comprende esercizi di forza dinamici, che sviluppano la massima percezione delle sensazioni muscolari e richiedono uno stato ottimale del S.N.C., è necessario svolgerli prima degli esercizi di carattere statico, come per esempio la distensione (A.V. Zarov, 1956). La capacità di rendimento, nel lavoro di forza (soprattutto con gli esercizi a carattere localizzato), può essere accresciuta con una ripartizione razionale degli esercizi stessi. Per esempio, sarà poco razionale una successione di questo tipo: panchina-accosciata-tirata. E' migliore invece la seguente: tirata-panchina-accosciata. Fra le serie degli esercizi di forza si possono inserire pause di riposo attivo o passivo. Nel riposo passivo il ristabilimento si effettua più velocemente in decubito supino, con le gambe leggermente sollevate e rilassate (Harrison, 1959). Il riposo attivo si compie camminando, con esercizi di allungamento, di mobilità articolare o con esercizi di sospensione.

GLI ESERCIZI DI FORZA NEI MICROCICLI DI ALLENAMENTO

Il miglioramento della condizione fisica si realizza con l'adattamento dell'organismo agli sforzi di allenamento. L'adattamento è più rapido ed agevole se, durante un certo tempo, lo sforzo rimane ad un livello standard. Di conseguenza, è razionale scegliere un complesso di esercizi di forza, a carattere fisso, da ripetere per un tempo molto lungo, variando solamente la grandezza dei carichi ed il numero delle prove. Tuttavia, l'impiego dello stesso ed unico complesso crea un'abitudine esecutiva che, a sua volta, provoca ridotte trasformazioni di adattamento. Importanti benefici nell'applicazione della forza si possono ottenere soltanto con un aumentato volume di allenamento, ma ciò non sempre si verifica. La monotona ripetizione del medesimo esercizio è oltremodo affaticante, dal punto di vista psichico. Si raccomanda, dunque, in un programma comprendente più sedute di allenamento in successione, di utilizzare differenti complessi di esercizi di forza e di scambiarli periodicamente. La frequenza di questi mutamenti varierà, individualmente, in media una volta ogni 2-6 settimane (N.I. Luckin, 1958; F.F. Bogdanovskij, 1962 (17)).

Nei microcicli delle diverse discipline sportive, gli esercizi di forza sono programmati in giorni diversi. Per quanto riguarda le specialità di « forza-veloce », lo svolgimento degli esercizi di forza nel primo giorno del ciclo, cioè dopo il giorno di riposo, fornisce i migliori risultati (V.M. D'jačkov, 1961). In tal caso, gli esercizi di forza sono eseguiti in una condizione ottimale del S.N.C., perché la fatica delle sedute precedenti è scomparsa. Per questa ragione gli esercizi di forza svolti all'inizio del microciclo generano l'effetto ottimale. Un altro vantaggio risiede nell'azione del cosiddetto effetto ritardato.

La frequenza delle sedute di lavoro di forza dipende da numerosi fattori, in particolare dal grado di preparazione del soggetto. E' stato dimostrato sperimentalmente che per i principianti il miglior effetto si ottiene con 3 sedute settimanali. Una frequenza di 2 o 5 volte per settimana fornisce risultati meno favorevoli (Berger, 1962). Con atleti di alto livello la frequenza può essere superiore.

Queste raccomandazioni riguardano gli esercizi di forza a carattere generale, che comportano l'impiego dei maggiori gruppi muscolari del corpo. La capacità di rendimento in questi muscoli si ristabilisce molto

(17) I problemi relativi al collegamento ed all'articolazione degli esercizi con fini differenziati sono trattati da Matveev in una monografia (L.P. Matveev, *Problema periodizacij sportivnoi trenirovki*, F.I.S. Moskva, 1965, N.d.T.).

lentamente, mentre ha un decorso più veloce nei gruppi minori. Tale fatto permette di eseguire gli esercizi localizzati di forza molto più frequentemente. La relativa lentezza del ristabilimento della capacità di rendimento, nei gruppi muscolari maggiori, deve essere tenuta presente nella preparazione che precede le gare. Per esempio, prima di competizioni ad elevato livello, molti atleti evitano a tempo opportuno, nell'allenamento, le accosciate con carichi pesanti (I. Ter-Ovanesjan, 10 giorni prima; V. Brumel, 7 giorni prima).

GLI ESERCIZI DI FORZA NEL CICLO DI ALLENAMENTO

Gli esercizi di forza, nell'allenamento di tutte le discipline sportive, ad eccezione del sollevamento pesi, trovano la loro applicazione essenzialmente nel periodo di preparazione. E' in questo periodo che vengono aumentate le possibilità di forza degli atleti. Durante gli ultimi anni, tuttavia, sono stati utilizzati sempre più largamente questi esercizi anche nella stagione competitiva. Questo fatto è giustificato dalla constatazione che l'interruzione prolungata della pratica degli esercizi di forza comporta una diminuzione della forza stessa con un conseguente calo delle prestazioni sportive (vedi tabella 10).

Il beneficio degli esercizi di forza durante il periodo di competizione dipende dalla durata di questo stesso periodo e del precedente di preparazione. Ciò perché la velocità di riduzione della forza muscolare, in assenza di esercizi appropriati, è condizionata dal tempo che è stato necessario per ottenerla. Più l'aumento di forza è stato acquisito rapidamente,

Tabella 10 — *Influenza dell'interruzione di un mese dalla pratica di esercizi di forza sulle prestazioni dei lanciatori. (Cifre riguardanti 19 soggetti, secondo N. Bazanov)*

Esercizio	Distensione (Kg)	Accosciata (Kg)	Sprint 30 m con partenza lanciata (sec)	Salto in lungo da fermo (m)	Lancio del peso (m)	Lancio del martello (m)
Prima dell'esperimento	67,7	105,5	3.40	2.72	12.15	43.65
Dopo l'esperimento	63.3	102,4	3.45	2.65	11.95	42.45
Differenza	-4,4	-4,1	+0,05	-0,07	-0,20	-1,20

più si riduce velocemente, in assenza di un allenamento appropriato (fig. 18). Se il periodo di preparazione è lungo e quello di competizione breve, gli indici della forza si abbasseranno proporzionalmente di meno nel periodo di competizione. Se il periodo competitivo dura invece alcuni mesi, allora la sospensione degli esercizi di forza comporterà un notevole calo della forza stessa e di conseguenza un peggioramento delle prestazioni. Per evitare queste situazioni, bisogna quindi eseguire esercizi di forza anche durante il periodo competitivo, però in quantità ridotta. Lo scopo è non tanto di migliorare la forza, ma di mantenerla al suo livello. Il volume degli esercizi di forza è di conseguenza molto ridotto ed anche i carichi vengono leggermente diminuiti (secondo le raccomandazioni di V.M. D'jačkov, da 10 a 15 Kg; nelle accosciate, in particolare, da 20 a 40 Kg). La frequenza di utilizzazione degli esercizi di forza può restare immutata. Si possono impiegare anche esercizi isometrici, per mantenere il livello di forza raggiunto (Lazier, 1961; Kuznecov e V. Čudinov, 1963).

Il rapporto di applicazione degli esercizi di forza si modifica nel corso del ciclo di allenamento (ciò è evidente nelle specialità di « forza veloce »). Nella prima tappa del periodo di preparazione prevale il metodo degli sforzi ripetuti; nella seconda tappa, quello degli sforzi massimali ed infine, più ci si avvicina al periodo competitivo, più si farà ricorso al metodo delle applicazioni dinamiche di forza (V.M. D'jačkov, 1961).

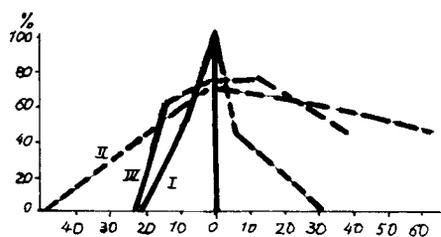


Fig. 18 — Dipendenza tra le velocità di riduzione della forza, dopo la cessazione dell'allenamento, dal tempo impiegato al raggiungimento di questo livello. Dati relativi a 3 gruppi di soggetti (secondo T. Hettinger, 1957). La linea I rappresenta l'allenamento giornaliero; la linea II, l'allenamento con frequenza di una volta la settimana; la linea III, la condizione di assenza d'allenamento. Sull'ascissa sono riportate le settimane; sull'ordinata, il valore della forza in % del valore iniziale o di partenza.

PARTICOLARITÀ DELLO SVILUPPO DELLA FORZA
NELLE DIVERSE SPECIALITÀ SPORTIVE

I principi generali già esposti sono giustificati, in senso generale, dalla necessità di aumentare le « possibilità di forza ». Tuttavia, questo processo presenta delle differenziazioni a seconda delle diverse discipline sportive che, a loro volta, sono caratterizzate da una topografia varia e tipica della forza. Così, nei sollevatori di pesi, sono soprattutto gli estensori delle braccia, delle gambe e del tronco i muscoli che devono essere più sviluppati; nei ginnasti, in confronto ad altri atleti, saranno gli adduttori dell'articolazione scapolare, ecc. La figura 19 mostra alcuni esempi di topografia della forza. Come precedentemente accennato, il miglioramento della forza, a seconda delle discipline sportive, è associato in modo differenziato alla modificazione della *massa* muscolare. Per alcune discipline (lanci, per esempio) necessita una forza assoluta, per altre (ginnastica, salti), una forza relativa.

Anche il carattere della concentrazione degli sforzi è differenziato nelle varie discipline sportive. Nel nuoto, nello sci, nel ciclismo, per esempio, l'applicazione di forza è costante e prolungata, movimenti forti ed « esplo-

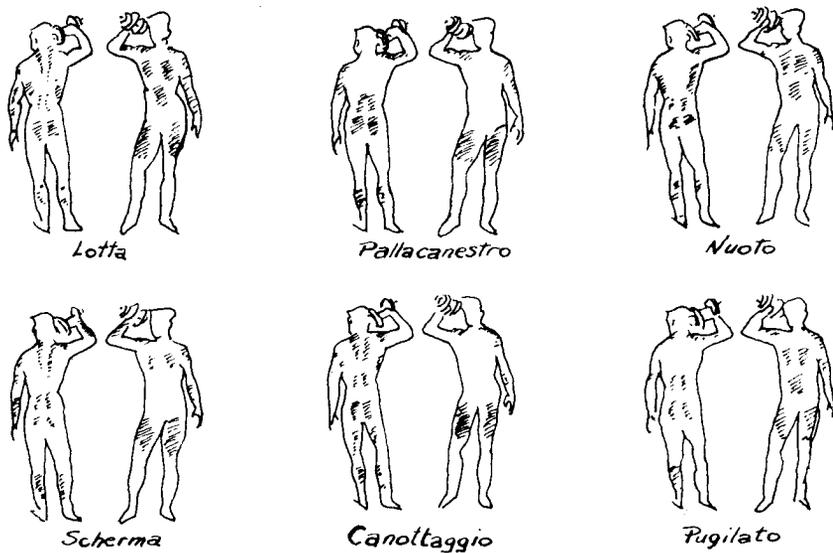


Fig. 19. — Topografia della forza in atleti di diverse discipline. I gruppi muscolari più sviluppati sono contrassegnati dal tratteggio (secondo Murray e Karpovič, 1956).

sivi » non si manifestano in queste discipline. Per altre, al contrario, sarà tipica una massimale concentrazione di applicazione della forza, la ricerca di uno sviluppo della forza in un tempo brevissimo, in forma esplosiva (sprint, lanci, sollevamento pesi). Naturalmente, il carattere dei mezzi adottati deve corrispondere alla specificità dell'applicazione della forza. Così, per i rappresentanti dell'ultimo gruppo di specialità, gli esercizi con estensori, cavi elastici, ecc. non saranno così tipici, come per quelli del primo gruppo (N.G. Ozolin, 1960). Il loro allenamento è contraddistinto da un maggior numero di esercizi: slanci e strappi con il bilanciere, lanci di attrezzi più pesanti del regolamentare, salti con carichi addizionali, ecc.

Il fattore più importante, per la determinazione della specificità dell'allenamento della forza nelle diverse discipline sportive, è la necessità di sviluppare la forza in collegamento con altre qualità fisiche, in particolare la velocità e la resistenza ed in una determinata successione motoria. Perciò, bisogna fare in modo che l'aumento massimale delle « possibilità » di forza si sviluppino nel quadro dell'abitudine motoria corrispondente ad una corretta tecnica.

E' bene dividere gli esercizi di forza utilizzati nelle diverse discipline sportive in tre gruppi (V.V. Kuznecov, 1965):

- esercizi ad azione non specifica (p.e.: per i lanciatori di giavellotto, le accosciate);
- esercizi analitici, per lo sviluppo dei maggiori gruppi muscolari impiegati nella disciplina sportiva oggetto di allenamento (p.e.: per i lanciatori di giavellotto, estensori dell'articolazione scapolare);
- esercizi che perfezionano l'impiego della forza in relazione alle principali esigenze ed abilità richieste dal tipo di sport, (p.e.: lancio del peso indietro, a due mani, al di sopra della testa).

GLI ESERCIZI DI FORZA COME MEZZI AUSILIARI

Per l'atleta abituato agli esercizi di forza, essi rappresentano un eccellente mezzo tonificante (I.P. Ratov, 1961). L'esecuzione di esercizi di forza, in minima quantità, tanto nel giorno stesso della seduta dedicata ai bilancieri, quanto nel successivo, influenza favorevolmente il rendimento sportivo. Questo influsso positivo viene utilizzato nell'elaborazione del microciclo ed in particolare nella preparazione alle competizioni. Così, numerosi campioni di salto in alto svolgono una breve seduta di musco-

lazione, il giorno prima della competizione (o anche il mattino del giorno di competizione), con pesi che raggiungono il 70-80% del massimo (V.M. D'jačkov, 1961). Immediatamente dopo l'esecuzione di un esercizio di forza, i movimenti effettuati con un carico leggero sono eseguiti più agevolmente. Si utilizza un effetto analogo di « facilitazione » per accrescere il rendimento nelle discipline sportive caratterizzate da un'elevata richiesta di forza veloce. Per esempio, l'allenatore propone all'atleta di compiere dei salti con carichi addizionali e successivamente senza questi carichi. Si ottiene così un miglioramento dei risultati o meglio una maggiore facilità di esecuzione.

Gli esercizi di forza servono anche come mezzo di prevenzione di traumi, distorsioni, strappi, ecc. Una forza sufficiente dei muscoli ed elevate qualità di elasticità e di solidità dei sistemi articolari, sono la migliore garanzia contro questi danni. Perciò, per ogni specialità sportiva, è necessario conoscere bene i legamenti ed i gruppi muscolari più suscettibili di lesioni al fine di rinforzarli. Per esempio, nei pugili, nei giocatori di pallavolo e di pallacanestro, i muscoli più impegnati sono quelli della mano; negli atleti in genere, le articolazioni del ginocchio e della caviglia; nei corridori velocisti, i muscoli della coscia. E' perciò importante eseguire movimenti in ogni direzione possibile, interessanti l'articolazione in questione. E' parimenti necessario scegliere esercizi che favoriscano l'ampiezza massimale delle contrazioni dei muscoli corrispondenti. Il miglior modo di prevenire gli infortuni dei muscoli ischio-femorali consiste nell'effettuare modificazioni massimali nella loro lunghezza (N.G. Ozolin, 1949; K. Fidelius, 1962). Ricordiamo che questi muscoli vengono maggiormente tesi nella flessione dell'articolazione coxo-femorale e nell'estensione di quella del ginocchio e più raccorciati nella situazione inversa delle stesse articolazioni.

IL METODO PER LO SPECIFICO AUMENTO DELLA MASSA MUSCOLARE

E' generalmente noto che la pratica degli esercizi di forza provoca un aumento del diametro fisiologico dei muscoli, cioè un aumento della massa muscolare. Tuttavia, è anche noto che i sollevatori di pesi, nel corso di numerosi anni di pratica sportiva, possono migliorare considerevolmente i loro risultati pur rimanendo sempre nella stessa categoria di peso corporeo. In questo caso, evidentemente, il miglioramento dei risultati è dovuto essenzialmente al perfezionamento della coordinazione motoria. Vi è però un'altra modalità d'allenamento con carichi che conduce ad un

notevole aumento della massa muscolare: l'allenamento dei culturisti (Mc Queen, 1954; Barker, 1959; Murray-Karpovič, 1956; Johnson-Heidenstam, 1958; Zakrzewskij, 1961). Nell'URSS, i metodi del movimento culturista occidentale non sono applicati (concorsi di bellezza plastica, ecc.), anche se il fatto di eseguire esercizi di forza con l'intento di migliorare le forme esteriori del corpo non presenti nulla di repressibile. Occorre però fare in modo che questo allenamento non rimanga indipendente, ma occupi un posto determinato nel processo globale dell'educazione fisica.

La conoscenza dei metodi adottati dai « culturisti » aiuta ad allargare il cerchio delle conoscenze metodiche dell'allenatore e ciò può essergli utile. L'impiego giudizioso di esercizi che tendono essenzialmente ad accrescere la massa muscolare è giustificato, in quanto si configura come uno dei mezzi per aumentare la forza dell'atleta. Inoltre, bisogna far notare che la forza raggiunta è conservata più a lungo se il suo aumento si accompagna parallelamente a quello della massa muscolare. Al contrario, la forza è persa più velocemente, se la massa muscolare non ha avuto un parallelo aumento (De Lorme ed altri, 1950). In alcune specialità, poi (i lanci, per esempio), bisogna qualche volta aumentare necessariamente il peso del corpo dello sportivo.

Il meccanismo dell'ipertrofia « attiva » dei muscoli può spiegarsi, in modo schematizzato, all'incirca come segue (V.A. Rogozkin/Jakovlev, 1960).

L'indice fondamentale dell'attività di ogni sistema vivente è il processo enzimochimico delle disgregazioni e delle ricostituzioni delle formazioni proteiche (« processo biologico fondamentale » - secondo I.S. Beritov, 1959). Questo processo è la forma particolare di movimento che distingue un sistema vivente da un sistema morto (Engels). La sintesi delle strutture proteiche necessita di una grande quantità di energie e perciò dipende dai legami fosforici che ne sono ricchi (A.E. Braunstejn, 1959). Nella cellula muscolare sollecitata, l'energia è soprattutto utilizzata per assicurare il lavoro esterno; perciò una veloce sintesi delle proteine trasformate diviene impossibile (V.S. Sapot, 1954). Si determina, quindi, una concorrenza nell'utilizzazione dell'energia dell'ATP: da una parte, per l'attività funzionale e dall'altra, per l'aumento della cellula muscolare, attraverso il ricambio plastico di ossigeno. Poiché in un lavoro intenso di breve durata, il bisogno di ossigeno supera il rifornimento, la resintesi dell'ATP consumato si attua essenzialmente con la fosforilizzazione anaerobica, che ha la particolarità di essere poco efficace energeticamente (esterizzazione con il fosfato di creatina e in particolare la glicolisi, N.N. Jakovlev, 1960). Con una glicolisi più accentuata,

aumenta in primo luogo la disgregazione delle proteine (Rubel, 1936); in secondo luogo, diminuisce, in seguito all'inefficienza della glicolisi, la quantità di ATP nei muscoli. Questo fatto crea premesse particolarmente sfavorevoli all'utilizzazione dell'energia dei legami energetici dei fosfati nel ricambio plastico di ossigeno.

L'utilizzazione forzata dell'ATP, per l'assicurazione energetica dell'attività muscolare, porta alla riduzione dei processi nei tessuti muscolari ed alla prevalenza della disgregazione delle proteine in rapporto alla loro resintesi. Ne risulta, dunque, una riduzione quantitativa delle proteine nei muscoli attivi, che si esprime, in particolare, con una diminuzione del tasso proteico e dell'azoto in generale (Miskis, 1936; Rogozkin, 1959). Poiché, secondo V.A. Engelhardt (1932), il processo iniziale di disgregazione richiede sempre la resintesi durante il periodo di riposo, si produce un ristabilimento (ed una sovracompensazione) del tasso proteico. Ciò, in definitiva, comporta un aumento della massa muscolare. Secondo i dati di N. Cagovec (1959), la supercompensazione proteica nei muscoli, durante il periodo di riposo, è tanto più marcata, quanto più il tasso proteico si era abbassato durante il lavoro. Un lavoro poco intenso e di lunga durata non provoca modificazioni essenziali del tasso proteico (Dogoskin, 1959), dunque non comporta una supercompensazione durante il periodo di riposo.

Questa spiegazione dei meccanismi dell'ipertrofia « attiva », da lavoro, dei muscoli consente di trarre alcune conclusioni in riferimento all'aumento della massa muscolare:

- a) I carichi usati debbono essere sufficientemente elevati. Solo a queste condizioni l'attività delle diverse cellule muscolari sarà così intensa da assicurare l'utilizzazione dell'energia di un gran numero di legami fosforici dell'ATP. Questo fatto, a sua volta, produce una sintesi molto rallentata delle strutture proteiche, a causa dell'assenza di un sufficiente approvvigionamento di energia: la disgregazione delle proteine supera la loro sintesi ed il contenuto proteico dei muscoli diminuisce (corrispondentemente aumenta nel sangue l'azoto liberato dai legami proteici). Ciò crea la possibilità potenziale dell'ulteriore ristabilimento e della sovracompensazione delle proteine. In un lavoro con il bilanciere, con carichi del 25%, 50% e 75% del massimo, si è notato il maggior tasso di azoto liberato dalle proteine nel sangue, con i carichi più pesanti (A.F. Makarova, 1958). Nel caso in cui l'aumento di acido lattico nel sangue (ciò indica indirettamente il grado di sviluppo dei processi glicolitici) sia pro-

porzionale al volume globale del lavoro effettuato, il tasso di azoto liberato dai legami proteici è proporzionale ai diversi sforzi (A.F. Makarova, 1957).

- b) Le tensioni muscolari non devono essere massimali, poiché in tal caso la somma totale del lavoro realizzato sarebbe poco elevata, il lavoro avrebbe una durata troppo breve e le variazioni metaboliche risulterebbero relativamente poco importanti.
- c) Poiché il carattere anaerobico dello scambio energetico, nei lavori di breve durata, è largamente determinato dal fattore tempo (o più precisamente, dal rallentamento dello sviluppo delle possibilità cardiovascolari e del sistema respiratorio, che permettono l'apporto di ossigeno ai muscoli), nel dosaggio degli esercizi di forza, diviene un fattore importante la durata della loro esecuzione. Per esempio, il lavoro con un carico, che si può sollevare 10 volte solamente, durerà relativamente poco tempo ($10 \text{ volte} \times 3-4'' = 30-40''$). L'attività si sviluppa dunque grazie alla resintesi anaerobica dell'ATP. Con la riduzione del carico aumenta la durata del lavoro; corrispondentemente la frazione di fosforilizzazione respiratoria dell'approvvigionamento energetico del lavoro diviene maggiore (N.I. Volkov, 1960). La respirazione, in quanto meccanismo energetico più efficace, può coprire le necessità dell'apporto energetico immediatamente, non solamente per l'attività funzionale, ma anche per lo scambio di ossigeno del ricambio plastico. Questo genere di lavoro però non contribuisce più all'aumento della massa muscolare. In questo caso, si dovrà dosare esteriormente il lavoro, orientandosi sul carico da sollevare

Di conseguenza, gli esercizi di forza utilizzati al fine di aumentare la massa muscolare debbono soddisfare almeno le seguenti esigenze:

- 1 — Essi debbono provocare una tensione sufficientemente elevata, tuttavia non massimale.
- 2 — La durata dell'esecuzione deve essere tale, che il riferimento energetico dell'attività si attui grazie ai meccanismi anaerobici. D'altro canto, deve svilupparsi per un tempo tale, che i processi di scambio di ossigeno possono essere attivizzati in misura sufficiente ed al momento opportuno.

Secondo il metodo culturista, era considerato come fondamentale che si potesse sollevare un peso 10 volte in modo continuativo, fino all'esaurimento. I culturisti iniziavano la seduta con carichi leggeri che venivano aumentati gradualmente fino a 10 MR. In base all'esperienza si riconobbe

che ciò produceva un effetto minore. Attualmente, si inizia direttamente con un carico di base massimo pari a 6-10 MR.

Tipici mezzi di allenamento sono movimenti uniformi e lenti che impiegano i maggiori gruppi muscolari (accosciate, inclinazioni del tronco, panchina, ecc.). Abitualmente, le sedute si effettuano a giorni alterni, in quanto si reputa che il riposo di una giornata sia necessario al processo di assimilazione.

Il metodo principale adottato dai culturisti, il cosiddetto « flushing » (afflusso del sangue), si basa sull'ipotesi che lo sviluppo muscolare abbia luogo per un'attivazione della circolazione sanguigna nei muscoli durante il lavoro. Praticamente si realizza nel modo seguente: con un peso di 10 MR si eseguono alcune (generalmente 3) serie di un esercizio qualsiasi, fino all'esaurimento. Vengono intercalate soltanto brevi pause, in modo che la capacità di rendimento non possa ristabilizzarsi completamente. Dopo queste tre serie, l'esercizio viene leggermente modificato. Per esempio, dopo aver eseguito in supinazione delle flessioni delle braccia con un bilanciere in mano, si continua con altre tre serie con una presa in pronazione, ecc. Questo esercizio viene eseguito come il primo (vale a dire 3 serie, di 6-10 ripetizioni). In seguito, lo si modifica un po', in modo che al lavoro partecipi ancora lo stesso gruppo muscolare. Non si raccomanda di alternare gli esercizi per i diversi gruppi muscolari. L'obiettivo è di allenare completamente un gruppo muscolare e solo successivamente passare ad un altro. Questo metodo porta molto rapidamente all'aumento del volume muscolare. Si nota anche un considerevole incremento del volume immediatamente dopo la seduta (secondo Mc Queen, il diametro del braccio sarebbe aumentato fino a 4 cm dopo 1h30' di allenamento). Per questo genere di allenamento è necessario molto tempo ed è impossibile realizzare un programma completo per tutti i gruppi muscolari in una seduta di allenamento. Perciò, in generale, si procede scegliendo 1 o 2 gruppi muscolari, ai quali rivolgere un'attenzione particolare per 4-8 settimane. Successivamente si muta il complesso degli esercizi utilizzati.

Abbiamo accennato alle caratteristiche più importanti di un metodo che ha per scopo l'accrescimento della massa muscolare (18). Confron-

(18) Per lo sviluppo della massa muscolare, un'alimentazione corrispondente costituisce un fattore altrettanto importante, quanto lo stesso metodo di allenamento. E' stato dimostrato sperimentalmente che in caso di insufficienza di contenuto proteico nel nutrimento, l'aumento della massa muscolare e quello della forza non si determinano (Kraut/Müller 1950; Kraut ed altri, 1953).

tando tale allenamento con il metodo sportivo di sviluppo della forza, già descritto, si può constatare che le differenze essenziali risiedono nella ricerca di un rafforzamento massimo dell'intensità dei processi di scambio di ossigeno nei muscoli.

Obiettivo del metodo dello sviluppo della forza, senza aumento notevole della massa muscolare, è la formazione di un sistema di collegamenti di riflessi condizionati che favoriscano la migliore coordinazione muscolare e intramuscolare. E' evidente, dunque, che si debbano usare carichi i più elevati possibile con un ridotto numero di ripetizioni per ogni serie e con lunghe pause di recupero fra di esse. Così, l'esecuzione di ogni esercizio, per quanto riguarda la coordinazione, corrisponderà perfettamente ai movimenti associati ad una resistenza massimale e si effettuerà in una condizione ottimale, non inibita dalla fatica, del S.N.C. Ciò, a sua volta, favorirà la formazione di collegamenti riflesso-condizionati più fini, nella corteccia cerebrale.

Schematizzando, si può dire che l'allenamento dei culturisti è imperniato sull'intensificazione dei processi metabolici intramuscolari, mentre lo sviluppo della forza in senso sportivo è orientato verso la creazione di collegamenti riflesso-condizionati nell'apparato nervoso centrale. Comprensibilmente, la distinzione è accettabile soltanto in parte e non si può dire che nell'allenamento predomini l'uno o l'altro elemento.

I dati sperimentali raccolti da V.I. Čudinov (1961) permettono di affermare che il miglior metodo per l'aumento della forza assoluta è quello che assicura un contemporaneo aumento della forza e della massa muscolare. In questo caso, il peso ottimale da usare dovrà consentire 5-6 MR. In un allenamento con un carico siffatto, vi è necessità di svolgere un sufficientemente elevato volume di lavoro.