

METODICA DI SVILUPPO DELLA RESISTENZA LA RESISTENZA COME QUALITÀ FISICA DELL'UOMO

DEFINIZIONE DEL CONCETTO

AFFATICAMENTO E RESISTENZA (20)

TIPI DI RESISTENZA

Quando l'uomo compie un qualsiasi lavoro, in un certo tempo, sente che la sua esecuzione progressivamente lo affatica. Tutta una serie di dati evidenzia questo stato, dai dati esterni (come la tensione della muscolatura mimica e l'apparizione della sudorazione) a quelli fisiologici più profondi. Malgrado la crescente difficoltà, il soggetto può conservare, per un certo tempo, l'intensità iniziale del lavoro, grazie a maggiori sforzi di volontà. Questo stato può essere denominato « fase di affaticamento compensato ». Se il lavoro viene proseguito, la sua intensità diminuisce. Si ha così la « fase di affaticamento non compensato ». Per affaticamento s'intende il calo temporaneo delle capacità di rendimento, calo provocato dallo sforzo fisico. L'affaticamento si esprime mediante l'aumento della difficoltà o l'impossibilità di proseguire nell'attività con l'efficacia precedente. Se diversi soggetti eseguono lo stesso esercizio, l'affaticamento si manifesta su di loro non nello stesso tempo. Verosimilmente la ragione di ciò risiede nei loro diversi livelli di resistenza.

Per resistenza s'intende la facoltà di svolgere per lungo tempo una qualsiasi attività, senza che si determini un calo della sua efficacia. In altri termini, la resistenza può essere intesa come facoltà di contrastare l'affaticamento. La prima, come la seconda fase della fatica, intervengono più tardi nei soggetti più resistenti. Base di valutazione della resistenza

(20) Nella letteratura specializzata non esiste concordanza di opinioni su quello che si deve intendere per affaticamento e resistenza. Introduciamo senza discussioni il sistema terminologico. I problemi qui sollevati sono trattati nelle opere di V.S. Farfel' (1939-45-49), di N.V. Zimkin (1955), di N.I. Vinogradov (1958), di N.N. Jakovlev, A.V. Korobkov, S.V. Yananis (1960), V.V. Rosenblatt (1961), Floyd e Wellford (1953), Barthoy (1957), Bongen (1960), Christensen (1960), Mellerowicz (1962), Margaria (1963), ecc.

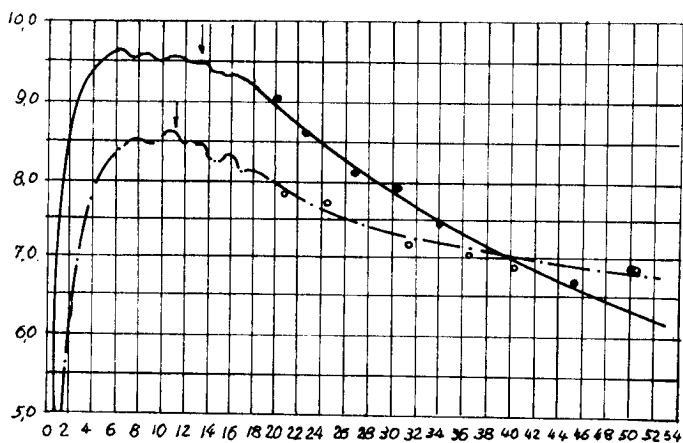


Fig. 27 — Risultato della misura diretta della resistenza di alcuni corridori podisti, in una corsa a velocità massima (N.I. Volkov, 1964). Le frecce indicano l'inizio del calo di velocità. Linea intera = sprinter; tratteggiata = fondisti. Sull'ascissa è riportato il tempo di corsa in secondi; sull'ordinata, la velocità di corsa in m/s.

è il tempo nel quale il soggetto è in grado di mantenere costante un'attività con intensità data (V.S. Farfel', 1938). Per misurare la resistenza si usano metodi diretti e indiretti. Con il metodo diretto, si propone al soggetto un compito qualsiasi (per esempio, correre ad una determinata velocità) e si determina il tempo « limite » di lavoro, tenuto conto dell'intensità espressa, fino a quando inizia la riduzione della velocità (fig. 27). Questo metodo diretto non è sempre di agevole attuazione pratica e perciò si impiegano più spesso i metodi indiretti. A titolo d'esempio, ricordiamo che il procedimento abituale per la misura della resistenza, nella pratica sportiva, è la determinazione del tempo necessario a coprire una qualsiasi distanza assai lunga (per esempio: 10.000 m, per quanto riguarda la corsa). Talvolta, la resistenza è misurata in riferimento al calo del livello di rendimento, nell'esecuzione di un compito caratterizzato da uno sforzo standard (per esempio la continuità e la precisione dei movimenti nella marcia), compiuto in un tempo uguale per tutti (S.N. Oplavin, 1956). Si distinguono quattro tipi di affaticamento:

1. - Affaticamento mentale (per esempio, nella soluzione di un problema matematico o nel gioco degli scacchi).
2. - Affaticamento sensoriale (per esempio, nella stressante attività degli analizzatori; dell'analizzatore visivo negli sport difensivi).

3. - Affaticamento emozionale (come conseguenza di condizioni emotive intense; la componente emotiva della fatica interviene sempre dopo la partecipazione a competizioni importanti, dopo l'esecuzione di movimenti in cui debba essere vinta la paura, ecc.).
4. - Affaticamento fisico (prodotto dall'attività muscolare).

Sebbene in ogni attività siano presenti elementi intellettuali (pensieri), sensoriali, emozionali e motori, nello sport è il punto 4 che riveste la maggiore importanza (in più ridotta misura anche il 3). I paragrafi successivi sono dedicati allo sviluppo della resistenza in funzione dei due ultimi tipi di affaticamento.

L'attività umana è molteplice e, anche nei singoli casi, il carattere ed i meccanismi della fatica sono differenziati. A titolo di esempio, la fatica causata dal lavoro all'ergografo digitale è poco somigliante alla fatica del maratoneta o del pugile. Si farà distinzione dunque tra i diversi tipi di resistenza. La resistenza, considerata in funzione di una attività ben definita, è denominata resistenza specifica. In questo senso si parla, per esempio, di resistenza specifica del podista, del saltatore, di resistenza negli esercizi di forza, ecc. In breve, i tipi di resistenza specifica possono essere molto numerosi. Tuttavia, i casi di affaticamento fisico possono essere compresi in un numero di gruppi relativamente circoscritto. Questa classificazione, sebbene incompleta, comprende gran parte dei casi più importanti per la pratica.

In relazione al volume dei gruppi muscolari partecipanti al lavoro, abbiamo (Scherrer-Monod, 1960):

- Un affaticamento locale, quando meno di $1/3$ del volume globale della muscolatura partecipa al lavoro.
- Un affaticamento regionale, quando da 1 a $2/3$ della massa muscolatura totale partecipa al lavoro.
- Un affaticamento globale (generale), quando più di $2/3$ dei muscoli del corpo partecipano al lavoro.

Il lavoro locale non è associato ad un'attivazione sensibile dei sistemi respiratorio-cardiovascolare. In questo caso, le cause dell'affaticamento sono da ricercare nelle zone dell'apparato neuro-muscolare che contribuiscono direttamente all'esecuzione del movimento. Qui sono i processi inibitori, di protezione, nei centri nervosi corrispondenti che rivestono l'importanza maggiore, come pure il bloccaggio delle sinapsi neuro-muscolari.

Quando più dei due terzi della muscolatura partecipano al lavoro, il dispendio di energia è generalmente notevole. Questo fatto impone delle sollecitazioni elevate ai sistemi dello scambio energetico, in particolare agli organi respiratori e della circolazione sanguigna. Sono proprio le insufficienti possibilità funzionali di questi sistemi di organi che, spesso, limitano la capacità di rendimento (Passmore-Durnin, 1955; Taylor, 1960; ed altri). I meccanismi della resistenza sono molto diversi, riguardo al lavoro locale e globale. Il possesso di una notevole resistenza in un esercizio locale non significa essere resistenti anche nel lavoro globale. Per esempio, si possono eseguire molte flessioni su di una gamba (sino a 150-200) ed essere un mediocre sciatore o fondista (V.M. Zaciorskij, 1965).

Nella letteratura straniera, la resistenza al lavoro locale è spesso indicata come resistenza muscolare, quella al lavoro globale, come resistenza vegetativa. Queste definizioni non sono soddisfacenti in quanto interpretano male il fenomeno. Per esempio, nel lavoro locale i meccanismi della resistenza non sono circoscritti al solo muscolo, ma comprendono tutto l'organismo, in particolare il S.N.C. Perciò, l'uso dei termini anzidetti è concesso solo in presenza di persone competenti, che ne comprendano il loro significato convenzionale. E' stato dimostrato sperimentalmente (Mc Cloy, 1956) che tra gli indici di resistenza muscolare e vegetativa si può osservare una correlazione molto debole.

Gli indici relativi alla resistenza locale, nei diversi gruppi muscolari, sono tuttavia in correlazione (Karpovič e altri, 1964), sebbene la resistenza di questi gruppi possa essere molto diversa (I.M. Tobin, 1958).

Nell'educazione fisica e soprattutto nello sport, si riscontra più spesso la fatica globale. In specialità come il podismo, il nuoto, lo sci di fondo, il canottaggio, lavorano quasi tutti i muscoli del corpo. Qui di seguito, dunque, tratteremo essenzialmente dello sviluppo della resistenza, in funzione di esercizi che esigono l'impiego della maggior parte dell'apparato muscolare.

Lo stesso esercizio può essere eseguito a diverse intensità. Conformemente alla durata massima della sua esecuzione, può variare da alcuni secondi a qualche ora. I meccanismi della fatica (e di conseguenza quelli della resistenza) saranno dunque anch'essi diversi. Perciò, è utile stabilire la classificazione degli esercizi fisici secondo la loro intensità. Fondamento di ciò è l'analisi del rapporto esistente tra la velocità di spostamento e il tempo massimo d'esecuzione di un movimento qualsiasi (la cosiddetta dipendenza velocità-tempo). La figura 28 rappresenta tale rapporto, stabilito secondo i record del mondo della corsa a piedi. Si constata che,

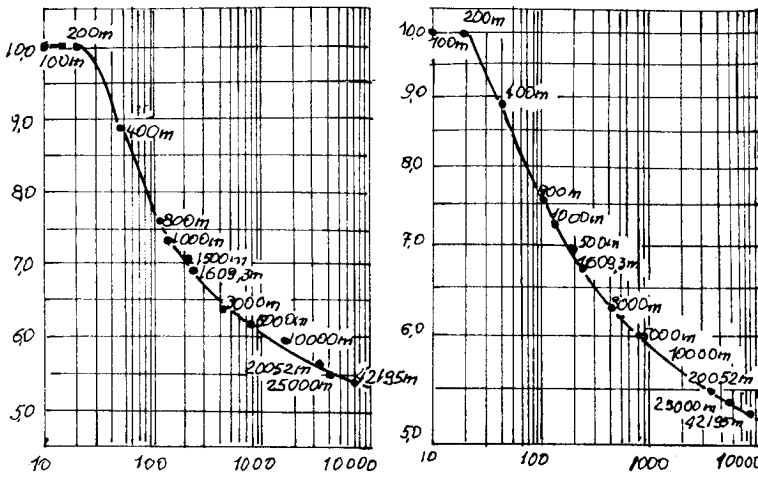


Fig. 28 — Curva dei record del mondo di corsa (a piedi): a) coordinate del tempo di corsa, espresso in scala logaritmica; b) coordinate della velocità e dei tempi, espressi in scala logaritmica. Si nota molto bene la divisione dei record del mondo in 4 parti, corrispondenti ai diversi gruppi di distanze. Sulle ascisse sono riportati i tempi di corsa in secondi; sulle ordinate, le velocità della corsa in m/s.

con la diminuzione della velocità, la durata della corsa aumenta. Il ragguaglio più importante riguardante il rapporto velocità-tempo può essere ottenuto utilizzando il grafico logaritmico, come era stato proposto da A.V. Hill (1925). Vi si riportano non i valori della velocità e del tempo, ma i loro logaritmi (fig. 28b). Si nota, allora, che tutta la curva si divide in quattro rette, che caratterizzano diverse zone della dipendenza. Queste zone (o porzioni), stabilite per la prima volta da V.S. Farfel' nel 1945, sono state denominate zone di intensità relativa. L'angolo d'inclinazione delle diverse porzioni, che determinano la curva dei record, indica la progressiva caduta della velocità con l'aumento della durata della corsa. Il fatto che l'indice in questione cambi, da un gruppo di distanze ad un altro, ha un rilevante significato fisiologico e fa risaltare il carattere differenziato dei processi che determinano la resistenza nei diversi gruppi di distanze. Se lo sforzo appartiene alla stessa zona (per esempio, gli 800 m ed i 1.000 m), i fenomeni fisiologici, i meccanismi della fatica e della resistenza sono molto vicini. Se gli sforzi cadono in zone diverse (per esempio i 200 ed i 10.000 m), le sollecitazioni imposte all'organismo saranno allora molto differenti. Si suddivide l'intensità relativa in:

- zona di intensità massimale;
- zona di intensità sub-massimale;

- zona di intensità elevata;
- zona di intensità media.

Quest'ultima è talvolta divisa, essa stessa, in due sottozone: — sottozona della respirazione « con idrati di carbonio »; — sottozona della respirazione « lipidica ».

La tabella 19 rappresenta una breve caratterizzazione delle zone anzidette. Come si sa, ciascuna retta, in un sistema di assi coordinati, può essere scritta sotto forma di equazione: $y = a + bx$. Per questo, ognuna delle rette riportate sulla figura 28b è rappresentata dall'equazione $\log. v + m \log. t = \log. k$, dove $v =$ velocità; $t =$ tempo, $m =$ tangente

Tabella 19 — *Caratteristiche fisiologiche di un lavoro di potenza relativa variabile (da V.S. Farfel', 1949; Bannister, 1956; Taylor, 1960; N.I. Volkov, 1961; Robinson, 1961; ecc.)*

Zone di lavoro di potenza relativa Indici	Potenza massimale	Potenza sub-massimale	Potenza rilevante	Potenza moderata
Durata massima di lavoro	— di 20"	da 20" a 5'	da 5' a 30'	più 30'
Dispendio d'energia (cal/sec)	4	4-05	0,5-0,4	0,3
Dispendio generale d'energia (cal)	meno 80	150	750	sino a 10.000
Consumo di O ₂ durante il lavoro	poco notevole	si avvicina al massimo	massimale	inferiore al massimo
<i>Consumo di O₂</i>				
Rapporto Richiesta di O ₂	— di 1/10	1/3	5/6	1/1
Debito di O ₂	— di 8 l	18 l	— di 12 l	meno di 4 l poco rilevante all'inizio del lavoro e dopo al livello del riposo
Ventilazione polmonare (l/m)	— di 50	100-150	100-150	— di 100
Debito minuto	inferiore al massimo	vicino al massimo	vicino al massimo	inferiore al massimo
Glicemia	normale o superiore	normale o superiore	normale	abbassata

dell'angolo d'inclinazione della retta, in rapporto all'asse dell'ascisse, $k = \text{costante}$. Dopo il passaggio dal logaritmo ai valori iniziali della velocità/tempo, otteniamo:

$$v \cdot t^m = K$$

Questa equazione fornisce il rapporto velocità/tempo per ciascuna delle zone di intensità relativa.

Esistono ancora altri metodi matematici per rappresentare la curva dei record (velocità/tempo). E' spesso praticamente utile usufruire di fattori indicativi (esponenziali) nella forma seguente: $y = a \cdot e^x$.

Questo tipo di equazione si presenta quando la modificazione di un qualsiasi fattore è proporzionale alla quantità presente (per esempio, quando il dispendio di un substrato biochimico, nell'unità di tempo, rappresenta una parte costante della quantità di questo substrato). Si sa che la cinetica delle reazioni biochimiche si appoggia su quella che viene chiamata la legge delle masse agenti. E' questa legge che determina, in particolare, l'esistenza dei rapporti esponenziali relativi alle modificazioni del substrato nel tempo (per maggiori dettagli, vedere un testo di biochimica). Poiché l'esplicazione del lavoro muscolare è legata al dispendio di una serie di sostanze biochimiche, che servono come fonti di energia, si può allora supporre che la curva velocità/tempo rifletta, in una certa misura, la velocità di esaurimento delle diverse fonti energetiche. In effetti, è stato dimostrato (Henry, 1954; N.I. Volkov, 1962), che la curva dei record è perfettamente espressa dall'equazione esponenziale di quinto grado, del tipo seguente:

$$v = a_1 e^{-k_1 t} + a_2 e^{-k_2 t} + a_3 e^{-k_3 t} + a_4 e^{-k_4 t} + a_5 e^{-k_5 t},$$

dove v è la velocità, t è il tempo, a e k le costanti. Le costanti di questa equazione (k_2, k_3, k_4, k_5) caratterizzano la velocità di esaurimento di una serie di risorse energetiche: $k_2 =$ sorgenti muscolari di energia alattacida, $k_3 =$ di energia glicolitica, $k_4 =$ della respirazione « con idrati di carbonio », $k_5 =$ della respirazione lipidica: k_1 indica la perdita di velocità sui tratti iniziali della distanza (fino a 60 m). L'impiego di questo tipo di equazione esponenziale, nell'analisi degli indici relativi ai singoli atleti, permette di determinare le loro particolarità individuali (« specificità biochimica ») e, conformemente, di tenerne conto nell'allenamento (21).

(21) Per l'analisi delle curve velocità-tempo sono applicabili anche altre formule, qui non riportate.

CAPACITÀ AEROBICA ED ANAEROBICA DI RENDIMENTO

La resistenza umana è condizionata da numerose cause, in particolare dalle proprietà del S.N.C. (A.N. Krestovnikov 1938; N.V. Zimkin, 1954-56; A.T. Puni, 1959, ed altri). Non reputiamo nostro compito esporre esaurientemente i meccanismi fisiologici della resistenza. Accenneremo soltanto brevemente ai principi di fisiologia e di biochimica che sono indispensabili per la successiva comprensione della metodica dell'allenamento. In questo paragrafo esamineremo i concetti relativi al rifornimento energetico necessario all'attività. L'assicurazione energetica è una condizione necessaria (ma non sufficiente) per l'ottenimento di risultati elevati. Non si può eseguire un esercizio senza soddisfare alla richiesta di energia. La legge della conservazione dell'energia è valida per l'uomo come per qualsiasi altro oggetto della natura. Tuttavia, può accadere che in presenza di grandi possibilità di apporto energetico al lavoro, l'atleta non realizzi elevate prestazioni per ragioni molteplici (insufficiente preparazione fisica, tecnica, tattica, volitiva, ecc.).

Ogni attività umana è legata ad un dispendio di energie. E' noto che, nella contrazione muscolare, l'ATP costituisce la fonte diretta di energia. Il tasso di ATP nelle cellule del nostro corpo è relativamente basso, ma molto costante. Le riserve di ATP eventualmente consumate debbono essere rapidamente reintegrate, altrimenti i muscoli perdono la loro contrattilità. Il ristabilimento (resintesi) dell'ATP è determinato da due tipi di reazioni chimiche: respiratorie o, in altri termini, aerobiche cioè con partecipazione dell'ossigeno; anaerobiche, cioè senza l'intervento dell'ossigeno. Il consumo di O_2 durante il lavoro riflette il processo aerobico. La quantità massima di ossigeno, di cui un uomo abbisogna in un minuto, caratterizza la sua capacità aerobica. Le trasformazioni anaerobiche provocano, nell'organismo, l'accumulo dei prodotti non completamente scissi. Questi prodotti vengono eliminati non solo durante il lavoro, ma anche durante il periodo di riposo che lo segue. Ciò provoca un aumento del consumo di O_2 durante il periodo immediatamente successivo al lavoro, in rapporto alla condizione di riposo. Il valore massimo del debito di O_2 è l'indice della capacità di *rendimento anaerobico* (22). Le possibilità aerobiche e anaerobiche forniscono il « valore limite » fun-

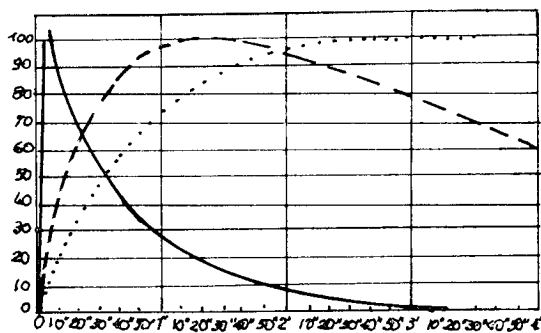
(22) I termini « possibilità aerobiche ed anaerobiche » (capacità di rendimento) soltanto da poco sono adottati nella letteratura specialistica sovietica e perciò non sono ancora generalmente ben conosciuti. Sono i corrispondenti dei termini stranieri « aerobic and anaerobic capacity » e « aerobe und anaerobe Kapazität ».

zionale del ricambio energetico dell'uomo, cioè *le sue possibilità energetiche globali*.

Le capacità aerobiche sono determinate dall'insieme delle proprietà nell'organismo favorevoli l'arrivo e l'utilizzazione dell'ossigeno nei tessuti. Ad esse appartengono le capacità di rendimento dei sistemi della respirazione (indici: volume minuto della respirazione, ventilazione polmonare massimale, capacità vitale, velocità di diffusione dei gas nei polmoni, ed altre), della circolazione del sangue (volume sistolico e volume minuto, frequenza cardiaca, velocità del flusso sanguigno), del sistema sanguigno (contenuto emoglobिनico), dell'utilizzazione tissutale di O_2 , che dipende dal livello della respirazione tissutale, come pure dalla sintonizzazione nell'attività di tutti questi sistemi.

Le possibilità anaerobiche dipendono dalla capacità di utilizzazione dell'energia in condizioni di assenza di ossigeno (indici: potenza dei sistemi fermentativi corrispondenti, riserve di materie energetiche nei tessuti),

Fig. 29 — Modificazione dell'intensità dei processi biochimici che assicurano l'energia all'attività muscolare, in relazione alla durata dell'esercizio (secondo N.I. Volkov). Sull'ascissa è riportato il tempo in minuti; sull'ordinata, la velocità del processo in % del valore massimo. La linea continua si riferisce ai processi del creatinfosfato; la linea tratteggiata, ai processi della glicolisi; la punteggiata, ai processi ossidativi della respirazione.



dalla capacità di compensazione delle variazioni nelle sfere interne dell'organismo (capacità tampone del sangue) ed anche dal livello di adattamento tissutale alle condizioni d'ipossia.

I processi anaerobici comprendono almeno due tipi di reazione. Il primo tipo è legato alla *reazione creatin-fosfochinasi* — disgregazione del creatinfosfato (CP) — i cui gruppi fosfatici vengono ceduti all'acido adenosindifosforico (ADP, che si resintetizza in ATP). Il secondo tipo — *la glicolisi* — consiste nella disgregazione fermentativa degli idrati di carbonio in acido lattico; l'energia che ne scaturisce è utilizzata per il ristabilimento delle riserve di ATP. In funzione del debito d'ossigeno, si distinguono due frazioni, quella « *alattacida* » collegata alla resintesi

Tabella 20 — Rapporto tra i processi anaerobici e respiratori dello scambio di energia nella corsa su distanze diverse

Distanze (m)	Tempi min e sec	Velocità m/s	Consumo di O ₂ durante il la- voro in % di richiesta	Debito di O ₂ di richiesta	Debito alatta- cido (% del debito totale)	Debito lattaci- do (% del de- bitto totale)	Tasso di acido lattico nel san- gue (in mg/%)
100	11,2	8,92	4	96	84	16	132
200	23,6	8,47	6	94	49	51	198
400	51,8	7,72	8	92	16	84	227
800	1.56,1	6,89	23	77	26	74	211
1.500	3.58,3	6,29	49	51	33	66	163
5.000	16.10,1	5,15	73	27	54	45	109
10.000	33.13,6	5,07	87	13	69	29	64

dei legami a contenuto fosforico (ATP - creatinfosfato) e quella « *lattacida* », che riflette l'eliminazione ossidativa dei lattati. La frazione alattacida del debito di O₂ è compensata molto rapidamente (la metà del suo valore iniziale si ossida nei primi 30 secondi del ristabilimento). La liquidazione della frazione lattacida del debito di O₂ (o, più semplicemente, il ricupero del debito lattacido) richiede da alcuni minuti a 1h30".

Nel corso di un'attività muscolare affaticante, i diversi meccanismi energetici partecipano al lavoro diversamente (creatinfosfato, glicolisi, respirazione) (fig. 29).

La reazione creatinfosfocinasica raggiunge il suo massimo dopo 2" - 3" di lavoro; poi, dal momento che le riserve cellulari di creatinfosfato non sono elevate, questa reazione decresce rapidamente. La glicolisi si sviluppa un po' più lentamente. Si riscontra la sua intensità massimale verso il primo o secondo minuto dell'attività. L'energia derivante dal processo glicolitico può durare alcuni minuti, in un lavoro intenso. Infine, i processi respiratori si sviluppano completamente solo verso il terzo-quinto minuto del lavoro. Questo fatto spiega perché, in attività svolte con durata diverse, il rapporto fra il processo dello scambio energetico anaerobico e aerobico è così differenziato (tabella 20). Quanto più la distanza è lunga, tanto maggiore importanza assumono i processi aerobici; al contrario, con la riduzione della distanza, all'inizio aumenterà l'importanza dei meccanismi glicolitici e, in seguito, quella dei meccanismi creatinfosfatici (tabella 21).

Tabella 21 — *Correlazione tra le prestazioni e gli indici massimi del debito di O₂ e del consumo (da N.I. Volkov, 1965)*

Numero	Distanza (m)	Coefficiente di correlazione	
		Debito di O ₂	Consumo di O ₂
1	100	0.56	—0.05
2	200	0.59	—0.14
3	400	0.72	0.05
4	800	0.60	0.41
5	1.500	0.26	0.48
6	3.000	0.29	0.75

Le possibilità aerobiche e anaerobiche, determinate dai valori del consumo massimale di O₂ e del debito massimo di O₂, sono il fattore decisivo da cui dipende la resistenza in un lavoro intenso (G. Efremov, 1949; Cureton, 1951; A.P. Borissov, 1955; Mellinkrodt e Valentin, 1958, Astrand e altri, 1963). Si nota molto spesso un rapporto diretto tra il risultato sportivo e questi indici (tabella 22). I valori relativi del consumo massimale di O₂ e del debito di O₂, in rapporto ad un chilogrammo di peso corporeo, sono particolarmente indicativi.

IL TRANSFERT DELLA RESISTENZA

LA COSIDDETTA « RESISTENZA GENERALE »

Nelle esercitazioni di resistenza, le possibilità funzionali dell'uomo sono determinate, da una parte, dalla presenza di abitudini motorie corrispondenti e dal grado di maestria tecnica; dall'altra, dalle sue possibilità aerobiche e anaerobiche. Le possibilità respiratorie sono relative, poco specifiche e non dipendono affatto dalla forza esteriore del movimento. Perciò, se un qualsiasi atleta, grazie all'allenamento alla corsa, ha aumentato il livello delle proprie possibilità aerobiche, questo miglioramento influirà anche sull'esecuzione di altri movimenti: marcia, canottaggio o sci di fondo (fig. 30). Le possibilità funzionali del sistema vegetativo, nell'organismo degli atleti, saranno elevate con l'esecuzione dell'allenamento. La letteratura su questo argomento è molto vasta (Zaciorskij, 1965). Questo carattere generale della condizione « vegetativa » di allenamento crea condizioni favorevoli ad un ampio transfert della resistenza. Nei singoli casi, però, il transfert sarà condizionato non solo dalle esigenze imposte alle capacità energetiche dell'organismo ma anche dal carattere

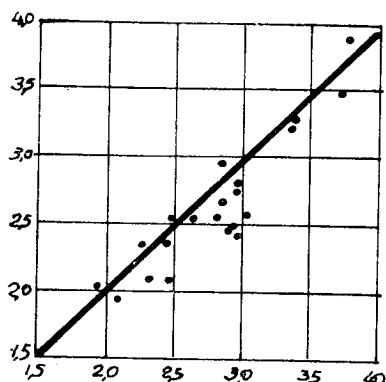


Fig. 30 — Grandezze massimali del consumo di O_2 nel nuoto e durante un lavoro all'ergometro in l/m (P.O. Astrand e altri, 1964). Nei due casi, le grandezze del consumo sono quasi analoghe.

delle correlazioni fra le abitudini motorie. Questo punto viene chiarito con un esempio (V.M. Zaciorskij, 1962). Le strutture della coordinazione dei movimenti sono molto diverse nella corsa e nella marcia. Perciò, il miglioramento della velocità nella corsa, ottenuto con l'allenamento, non si riflette praticamente sulla velocità massima della marcia. Non esiste transfert di velocità. Tuttavia, con l'allungamento della distanza, il collegamento tra i risultati ottenuti in corsa ed in marcia aumenta (tabella 23) e sulle lunghe distanze si verifica un transfert indiscutibile della « condizione » acquisita con l'allenamento tra la corsa e la marcia.

In questo caso, il risultato dipende in modo marcato dalle possibilità aerobiche. I soggetti con buone capacità aerobiche si dimostrano i più forti nelle due specialità (marcia e corsa prolungata). Se il marciatore inserisce la corsa nel suo allenamento, ciò può, contemporaneamente, de-

Tabella 22 — Possibilità aerobica dei migliori sciatori di fondo svedesi (da P.O. Astrand, 1956, riveduto)

Numero	Nomi	Statura (cm)	Peso (Kg)	Capacità vitale polmonare (l)	Consumo di O_2 (l/min)	Consumo di O_2 per Km per Kg (ml/Kg/min)	Piazzamento in gara
1	S. Ernberg	177	72	8,1	5,88	81,7	1
2	L. Larsson	174	67,5	5,8	5,49	81,3	2
3	P. Larsson	176	67	—	5,38	80,3	3
4	G.S. Gounarson	175	67	5,7	5,30	79,1	4
5	G. Samvelson	183	68	—	5,34	78,5	10

terminare un'influenza positiva ed una negativa. Vi è un miglioramento delle capacità aerobiche ma, a causa delle differenze tra le strutture coordinative dei due movimenti, vi può essere anche un'influenza negativa sulla tecnica della marcia.

Il beneficio derivante dalle possibilità aerobiche è messo a profitto nella pratica sportiva. Al fine di migliorare le possibilità funzionali dei sistemi cardio-vascolare e respiratorio, si possono usare esercizi totalmente diversi dalla disciplina praticata. Lo sci di fondo, il canottaggio, il nuoto, il cross sono dei mezzi particolarmente utili per lo sviluppo delle possibilità respiratorie.

Negli esercizi ciclici, più l'intensità del lavoro è ridotta, meno il risultato dipenderà dal livello di perfezionamento dell'automatismo motorio e più, invece, dalle possibilità aerobiche. In un lavoro di intensità molto bassa (corsa lenta, spostamento lento nello sci di fondo, ecc.); l'importanza delle capacità aerobiche diventa talmente elevata, che la resistenza, in questi tipi di lavori, riveste un particolare carattere di « generalità ».

« La resistenza generale » risponde al concetto di resistenza in rapporto ad un lavoro di lunga durata e di intensità moderata, comportante il funzionamento di una gran parte dell'apparato muscolare. Da quanto è stato detto precedentemente, le basi fisiologiche della resistenza generale sono le possibilità aerobiche di un uomo (23).

Tabella 23 — Dipendenza tra i risultati realizzati nella corsa e nella marcia, su differenti distanze, dai marciatori

Numero	Distanze in metri		Numero dei soggetti	Coefficiente di correlazione
	corsa	marcia		
1	300	200	24	0.107
2	600	400	24	0.189
3	1.500	1.000	23	0.561
4	5.000	4.000	23	0.711
5	10.000	10.000	20	0.797
6	20.000	20.000	14	0.913

(23) Il termine di « resistenza generale » è largamente usato nella letteratura sportiva. Sfortunatamente, non si dà a questo concetto un contenuto sufficientemente concreto. Nella maggior parte dei casi, il termine di « resistenza generale » è usato come sinonimo di « possibilità aerobiche ». Al fine di evitare una confusione di concetti, noi utilizzeremo il termine più appropriato di « possibilità aerobiche ». E' quello che noi raccomandiamo di fare ai lettori.

VALORI ASSOLUTI E PARZIALI (RELATIVI)
DELLA RESISTENZA - VELOCITÀ

All'inizio di questo capitolo è stato dimostrato che la resistenza è determinata dal tempo in cui l'individuo può effettuare un lavoro di una intensità conosciuta. Questa precisazione non è sempre sufficiente, in quanto non si specifica l'intensità dello sforzo; vale a dire, se lo sforzo è simile per tutti o in funzione delle possibilità di un soggetto. Facciamo il seguente esempio: due atleti, che chiameremo A e B, corrono gli 800 m. Raggiungono i 750 m insieme, ma nello sprint finale uno dei due non può sostenere lo sforzo e la sua velocità cade bruscamente. Il risultato di A è di 2'10", quello di B di 2'12". Si potrebbe, apparentemente, dedurre che A è più resistente di B. Tuttavia, supponiamo che A corra i 100 m in 10"5, mentre B in 15". Per le possibilità di velocità di A la sua prestazione sugli 800 m è scarsa; per B, al contrario, il suo tempo sugli 800 m dovrà essere ritenuto eccellente. Dunque, se si fa astrazione dal livello di velocità massimale degli atleti, A è più resistente di B, ma se si tiene conto di questo fattore, il rapporto muta: B sarà allora più resistente di A. Le esigenze pratiche richiedono che si stabiliscano due tipi di valori della resistenza (V.M. Zaciorskij, N.I. Volkov, N.G. Kulik, 1965):

- Valori assoluti, facendo astrazione dal livello di sviluppo della velocità o della forza (24).
- Valori parziali (relativi), tenendo conto dello sviluppo di queste qualità, quando la loro influenza venga evitata per una ragione qualsiasi.

Fino a questo punto, abbiamo considerato i valori assoluti della resistenza. Può essere elencato anche un numero sufficientemente elevato di valori parziali. Nelle attività sportive cicliche, per la misura parziale della resistenza, si usano dei valori calcolati indirettamente. Con questo procedimento, si confronta il tempo realizzato sulla distanza di controllo con il miglior tempo realizzato su di una distanza breve, che serve da campione e che esprime il livello di velocità massima. Per la corsa si usano di solito i 100 m, per il nuoto i 25 o 50 m. Generalmente la valutazione viene fatta con una delle seguenti grandezze:

(24) Le considerazioni riportate nell'esempio hanno un significato generalizzato. Riguardano non solo i casi in cui i livelli di velocità sono diversi, ma anche quelli in cui sono differenti le possibilità di forza.

- Con la « riserva di velocità » (N.G. Ozolin, 1959). Cioè la differenza fra il tempo medio necessario per coprire la distanza prescelta ed il miglior tempo ottenuto sulla distanza campione. La riserva di velocità è dunque:

$$RV = \frac{t_d}{n} - t_{ac}$$

dove: t_d = tempo realizzato sulla distanza (per esempio: 400 m in 48"), t_{ac} = miglior tempo sulla distanza campione (100 m = 11"); n = quoziente tra la lunghezza della distanza e quella della distanza campione (400 m : 100 m = 4). La riserva di velocità è: (48,0 : 4) — 11" = 1".

- Con l'indice di resistenza (Cureton, 1951): $I.R. = t_d - n \cdot t_{ac}$
Esempio: $I.R. = 48,0 - (4 \cdot 11,0) = 4,0$ secondi.
- Con il coefficiente di resistenza (G. Lazarov, 1962):

$$CR = t_d : t_{ac}$$

Esempio: $48,0 : 11,0 = 4,3636$ (fig. 31).

Tutte queste grandezze sono equivalenti e si esprimono con le seguenti correlazioni:

$$IR = n \cdot RV \quad ; \quad CR = n + \frac{IR}{t_{ac}}$$

Più frequentemente si usa l'indice della riserva di velocità. La sua grandezza dipende dalle particolarità individuali dell'atleta e dalla lunghezza della distanza (fig. 31). La correlazione fra gli indici parziali della resistenza ed i risultati atletici aumenta parallelamente all'aumento della distanza. Per esempio, nei nuotatori, l'indice di resistenza presenta la seguente correlazione con la prestazione: per 100 m, il coefficiente di correlazione è di 0,61; per i 200 m, di 0,85; per i 400 m, di 0,89 (Schramm, 1960).

Gli indici parziali sopra riportati sono pratici e semplici, ma presentano però un notevole difetto: caratterizzano la resistenza solo in rapporto ad un'attività strettamente precisata (per esempio i 400 m di corsa). Dal punto di vista scientifico, sono migliori i valori, che identificano la resistenza, in rapporto a tutte le attività che possiedono caratteristiche simili (per esempio, attività di submassimale e più elevata

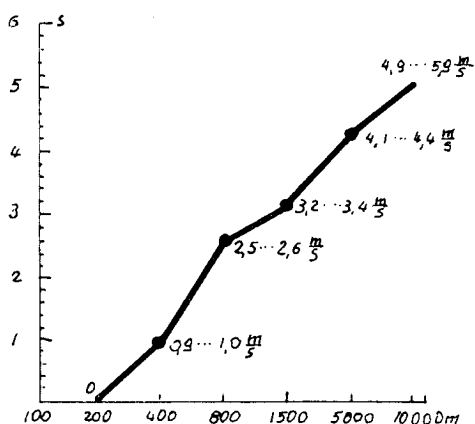


Fig. 31 — Riserva di velocità su diverse distanze di corsa a piedi (secondo N.G. Ozolin, 1959).

intensità). Simili valori, da noi chiamati « zonali », determinano, in contrapposizione a quelli sopra riferiti, designati come valori « puntuali », la resistenza in tutta una zona di sforzi fisici. Il metodo più usato per ottenere gli indici zonali della resistenza consiste nel misurare, nei soggetti, il risultato di un lavoro di intensità variabile (velocità, resistenza esterna). In seguito, si stabilisce il rapporto fra l'intensità ed il risultato: si possono anche utilizzare le dipendenze velocità-tempo o velocità-distanza o peso-tempo, ed altre. I rapporti anzidetti sono calcolati per approssimazione, con l'aiuto di espressioni matematiche i cui parametri individuali servono come caratteristiche zonali della resistenza. Per esempio, negli sforzi (statici) isometrici, il rapporto tra il valore relativo (in percentuale della forza massimale) dello sforzo ed il tempo massimo del suo mantenimento può essere riprodotto da una equazione di questo tipo:

$$t_{lim} = \frac{K}{F^n}$$

dove: t_{lim} è la durata massima di mantenimento, F , la grandezza dello sforzo muscolare (in percentuale della forza massimale), K od n , delle costanti individuali dei soggetti (Monod/Scherrer, 1957). E', tuttavia, più semplice usare dei rapporti lineari. A questo scopo è razionale utilizzare la conversione dei logaritmi.

Così, disponendo su di un grafico, che presenti un sistema di riferimento di coordinate logaritmiche, i valori individuali della velocità media di corsa ed il tempo necessario a coprire le distanze, il rapporto ottenuto

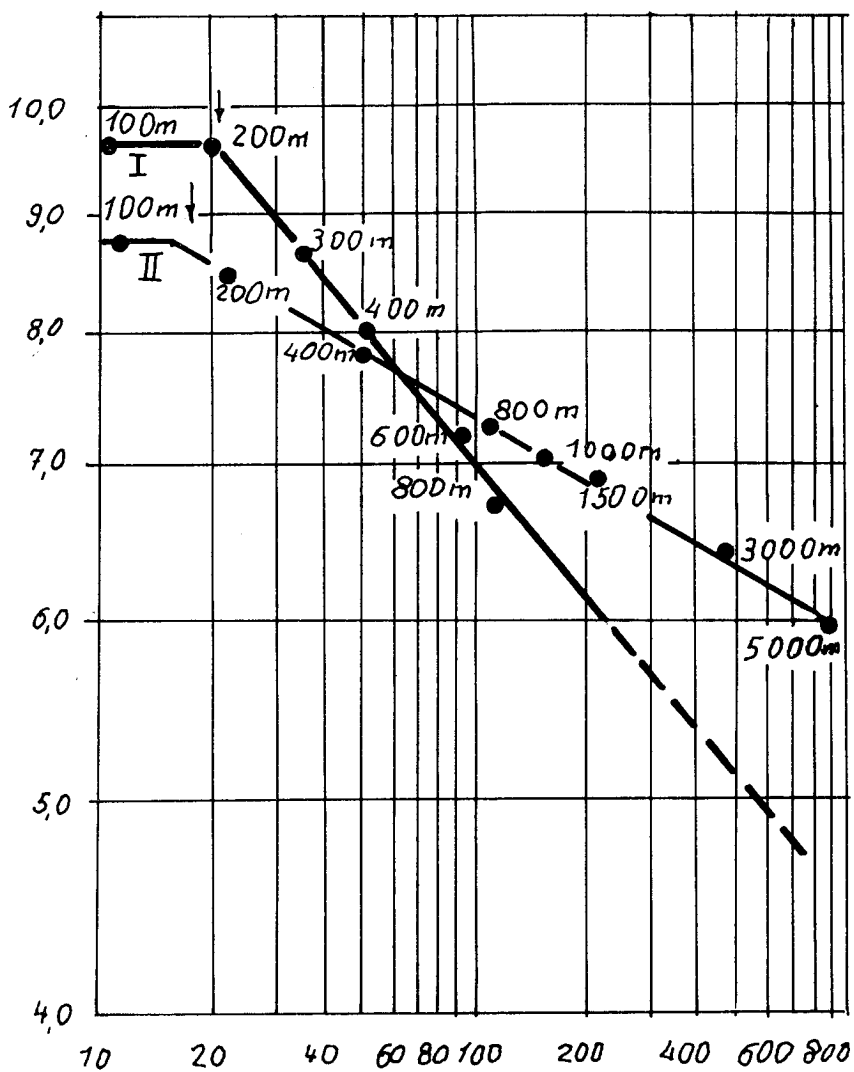


Fig. 32 — Curve riguardanti i risultati individuali nella corsa a piedi (V.M. Zaciorskij, N.I. Volkov, N.G. Kulik, 1965). La prima curva collega i punti dei record personali, realizzati da un velocista su diverse distanze; la seconda, quelli di un fondista. A sinistra i punti di intersezione delle curve del velocista che possiede i migliori risultati e a destra quelli del fondista. Sull'ascissa è riportato il tempo di corsa in secondi; sull'ordinata, la velocità in m/s.

viene allora, in genere, rappresentato da due linee rette (fig. 32). La prima (orizzontale) riflette il livello di velocità massima e la seconda, la perdita di velocità, in funzione dell'aumento del tempo di lavoro.

L'inclinazione del secondo tratto, in rapporto all'asse del tempo, varia a seconda degli atleti. Così, nei velocisti (curva I, fig. 32) quest'inclinazione è più accentuata di quanto non lo sia invece nei fondisti (curva II). La tangente dell'angolo di inclinazione della curva velocità-tempo, in rapporto all'asse del tempo, rappresenta il valore (zonale) parziale più importante della resistenza. In questo caso, il valore assoluto sarà costituito dalla distanza rispetto all'asse delle ordinate, vale a dire il tempo per il valore dato della velocità. Il valore corrispondente alla velocità massima riveste un interesse particolare (indicato sul grafico mediante frecce). Quando si conosce la velocità massima e la durata massima del suo mantenimento, come pure l'angolo di inclinazione della curva velocità-tempo, si può prevedere la prestazione di un atleta su qualsiasi distanza o frazione di distanza. L'utilizzazione del rapporto velocità-tempo, per la valutazione razionale della resistenza, permette di valutare quantitativamente non solo le possibilità di resistenza, ma anche il rapporto tra le possibilità aerobiche e anaerobiche del soggetto. Questo fatto, inoltre, dà la possibilità di formulare individualmente il processo dell'allenamento (25).

(25) Oltre ai valori anzidetti e secondo lo stesso principio, si possono stabilire altre caratteristiche zonali della resistenza. Citiamo, in particolare, l'interessante valore del « *tempo massimo* » (*tempo limite*), proposto da alcuni autori francesi (Scherrer e coll., 1954) e basato sul rapporto lavoro-tempo (negli esercizi ciclici: distanza-tempo). Fu utilizzato da Scherrer nel nuoto (1958).

PROBLEMI GENERALI RIGUARDANTI LO SVILUPPO DELLA RESISTENZA

La resistenza è il prodotto di numerosi fattori, che si possono schematicamente dividere in due gruppi:

- Le possibilità funzionali dei diversi sistemi dell'organismo (possibilità aerobiche e anaerobiche, grado di perfezionamento delle abitudini motorie e altre).
- Il livello della stabilità in rapporto alle variazioni sfavorevoli della sfera interna e degli elevati impulsi nervosi.

Sebbene questa ripartizione non sia del tutto rigorosa, essa giustifica la sua validità con il fatto che, nello sviluppo della resistenza, si impiegano non raramente metodi indirizzati ad una delle possibilità anzidette. Questo capitolo è dedicato alla presentazione di questi metodi.

CRITERI E COMPONENTI DEGLI SFORZI PER IL PERFEZIONAMENTO DELLA RESISTENZA

La resistenza viene sviluppata soltanto quando il soggetto, nell'allenamento, raggiunga le soglie indispensabili della fatica. In tal modo, l'organismo si adatta a questo stato, che si evidenzia esteriormente con un aumento di resistenza. La grandezza e la direzione delle modificazioni di adattamento corrispondono al grado ed al carattere delle reazioni provocate dal lavoro di allenamento. Dal momento che la fatica muta secondo i tipi di lavoro, diviene importante la questione relativa al tipo di affaticamento provocato. In altri termini, nello sviluppo della resistenza non è importante soltanto il grado dell'affaticamento, ma anche il suo carattere. Pertanto, l'obiettivo maggiore, nell'allenamento svolto per migliorare la resistenza, sarà quello di provocare nell'organismo delle reazioni di carattere e di valore desiderati.

Fino ad ora, purtroppo, è stato commesso l'errore di considerare, come valore qualificante l'unità d'allenamento, il raggiungimento della migliore prestazione o la realizzazione di una grande mole di lavoro. Alla luce di questa concezione veniva organizzata l'unità di allenamento, durante la quale si utilizzavano lunghi intervalli di recupero tra gli esercizi. *I migliori risultati debbono essere realizzati in gara e non nell'allenamento.* Un elevato volume dello sforzo non deve essere un obiettivo finale, ma soltanto il mezzo per raggiungere l'ampiezza indispen-

sabile nelle variazioni delle reazioni dell'organismo. Di conseguenza, se si può ottenere la stessa quantità di reazioni con un volume di lavoro inferiore, è utile aumentarlo. Nell'esecuzione di numerosi esercizi, ciclici in particolare, lo sforzo fisico si sintetizza nelle cinque seguenti componenti:

- Intensità dell'esercizio (velocità del movimento).
- Durata dell'esercizio.
- Durata degli intervalli di recupero.
- Carattere del recupero (riposo attivo).
- Numero delle ripetizioni.

A seconda del collegamento di queste componenti, non solo la grandezza delle reazioni sarà diversa, ma principalmente sarà diverso il carattere delle reazioni di risposta.

Intensità dell'esercizio (velocità di movimento)

L'intensità influisce direttamente sul carattere dell'apporto energetico all'attività. A velocità moderate, quando il dispendio di energia è ridotto e la quantità di O_2 richiesto inferiore alle possibilità aerobiche del soggetto, il rifornimento di O_2 copre perfettamente il fabbisogno (26). Il lavoro si svolge così in condizioni di vera stabilità. Queste velocità vengono designate come « sub-critiche » (Briggs, 1920; Balks, 1959; Bonjer, 1962). Nella zona delle velocità sub-critiche la richiesta di O_2 è all'incirca proporzionale alla velocità del movimento. Se il soggetto si muove più rapidamente, raggiunge allora la velocità « critica », dove la richiesta in O_2 è uguale alle sue possibilità aerobiche. In questo caso, il lavoro sarà realizzato in condizioni massimali di utilizzazione di O_2 . Il livello della velocità critica è tanto più elevato quanto maggiori sono le capacità respiratorie del soggetto (Astrand, 1952; Kirchoff ed altri, 1966; Rodahl/Taylor, 1960; Issekutz, 1962).

Nelle velocità « super critiche » la richiesta in O_2 eccede le possibilità aerobiche dell'atleta ed il lavoro si effettua con debito di ossigeno, grazie agli apporti anaerobici di energia. Nelle zone « super critiche » della velocità, a causa della debole efficacia dei meccanismi energetici anaerobici, la richiesta di O_2 aumenta in modo molto più rapido della velocità di movimento. Per quanto riguarda la corsa a piedi si ritiene,

(26) Astrazione fatta del debito di O_2 formatosi all'inizio del lavoro, quando i processi respiratori non sono compiutamente sollecitati.

approssimativamente, che la richiesta di ossigeno è all'incirca proporzionale al cubo della velocità (Sargent, 1962; A. Hill, 1927).

Ecco un esempio: con un aumento della velocità di corsa da 6 a 9 m/sec, vale a dire di quasi una volta e mezza, la richiesta di O_2 aumenta di circa $(1,5)^3$, cioè di 3,3-3,4 volte.

Ciò dimostra che anche un debole aumento della velocità eleverà considerevolmente la richiesta di O_2 e, corrispondentemente, il ruolo dei meccanismi anaerobici diventerà più importante. Il rapporto tra la richiesta di O_2 e la velocità del movimento può essere espresso più precisamente da un'equazione esponenziale di questo tipo (F. Henry, 1953):

$$y = a_1 \cdot e^{k_1 \times v} + a_2 \cdot e^{k_2 \times v}$$

in cui: y = richiesta di O_2 ; V = velocità; a e k = costanti, dipendenti da numerose condizioni, in particolare dal peso dei soggetti e dal grado di maestria motoria. Un'altra equazione per il calcolo della richiesta di ossigeno, secondo la velocità di corsa, è stata proposta nel 1963 da Walkman e Armstrong.

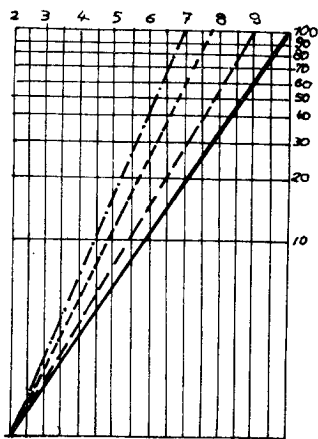


Fig. 33 — Dipendenza tra la grandezza relativa della richiesta di ossigeno e la velocità di corsa (secondo Mies, elaborazione di Sidorovic, 1965).

Simili formule possono essere usate per il calcolo di un valore orientativo della richiesta energetica durante una corsa su una distanza data. I programmi che si rifanno a tali formule sono molto pratici. La figura 33 fornisce un esempio di programma per la determinazione del valore della richiesta energetica d'intensità relativa, in funzione della velocità di corsa. Sull'orizzontale sono indicate le grandezze delle velocità, che vanno da 2 a 10 m/sec; sulla verticale, il rapporto

della grandezza della richiesta energetica con l'analogo valore in percento della gara di corsa. Le rette corrispondono alle prestazioni dei primatisti del mondo sui 100 m (10''), 400 m (44''9), 800 m (1'44''3) e 1.500 m (3'35''6). (n.d.r., i record si riferiscono al periodo in cui il libro è stato scritto). Così, per il quattrocentista primatista del mondo, con una velocità di corsa di 8,5 m/sec (che corrisponde a 400 m corsi in 47'') la richiesta di energia sarà del 70% in rapporto alla prova record (quello che in pratica viene chiamato « correre a 3/4 di forza »).

Durata dell'esercizio

La durata del lavoro, oltre che dalla lunghezza delle distanze coperte o dalla velocità di spostamento sulle stesse distanze, è anche condizionata dal genere di riserve energetiche, con l'aiuto delle quali l'attività sarà effettuata. Se la durata è inferiore a 3-5', i processi respiratori non possono adattarsi sufficientemente e allora le reazioni anaerobiche (27) provvederanno, a loro volta, all'approvvigionamento. Con l'ulteriore riduzione della durata del lavoro, il ruolo dei processi respiratori perderà sempre più d'importanza e si accrescerà invece il ruolo, dapprima dei processi glicolitici, ed in seguito di quelli creatinfosfocinasi. Al fine di migliorare la glicolisi si utilizzano soprattutto sforzi che durano da 20 sec ai 2 minuti; da 3 a 8 sec per lo sviluppo del meccanismo fosfo-creatinico. E' dunque la durata del lavoro che determina nella velocità « super-critica » la grandezza del debito di O₂; le velocità critiche e sub-critiche, invece, determinano la durata dell'attività tensiva dei sistemi che favoriscono l'apporto e l'utilizzazione dell'ossigeno. E' assai difficile, per l'organismo, assicurare l'attività armoniosa di questi sistemi per un lungo periodo.

Durata degli intervalli di recupero

La durata degli intervalli di recupero gioca un ruolo essenziale nella determinazione tanto della grandezza, che del carattere delle reazioni dell'organismo allo sforzo. In un'attività ripetuta, l'influenza esercitata nell'organismo da ciascun sforzo successivo dipende, da una parte, dal

(27) Quanto detto si riferisce solo al caso in cui il lavoro inizi da uno stato di riposo relativo. Se poco tempo prima era stato effettuato un altro lavoro, il livello dei processi respiratori sarà allora sufficientemente elevato ed il quadro cambia completamente. In questo caso, il carattere e la durata del riposo giocano un ruolo importante.

lavoro precedente (Christensen, 1960) e, dall'altra, dalla durata del recupero fra le ripetizioni (N.N. Jakovlev, 1961; Roskamm e altri, 1961; Reindell/Roskamm/Gerschler, 1962). Fissiamo tre caratteristiche dei processi di recupero che si attuano durante le pause:

- Il recupero si sviluppa in modo uniforme; dapprima è rapido ed in seguito più lento (Hebestreit, 1929; Simonson, 1938; ed altri).
- I diversi parametri si ristabiliscono secondo tempi diversi (il così detto eterocronismo dei processi di recupero (Volkov, 1960; Gippenrejtter, 1960; Andersen ed altri, 1960).
- Si osservano modificazioni fasiche della capacità di rendimento e dei singoli valori, nel corso del recupero (I.G. Vasil'ev/A.V. Knjazeva, 1926; Butin, 1960; ed altri).

Nei lavori svolti a velocità critiche e sub-critiche, con lunghi intervalli di recupero, sufficienti per una relativa normalizzazione delle funzioni fisiologiche, ciascun tentativo (o ripetizione) successivo inizia da uno stato di partenza che è quasi uguale a quello della prima prova. Ciò significa che, all'inizio, interviene il meccanismo dello scambio energetico fosfocreatinico ed in seguito, dopo 1-2', raggiunge il suo massimo la glicolisi. Soltanto dopo 3-4' si sviluppano pienamente i processi respiratori. Quando il lavoro è di durata relativamente breve, può accadere che questi ultimi non riescano a raggiungere il livello necessario e che il lavoro si realizzi praticamente in condizioni anaerobiche. Riducendo la durata degli intervalli di riposo, i processi respiratori vengono rallentati per breve tempo, mentre il successivo lavoro inizia subito con un'elevata attività dei sistemi di rifornimento d'ossigeno (circolazione del sangue, respirazione esterna, ecc.). Si può quindi concludere che, lavorando a velocità sub-critiche e critiche, la riduzione degli intervalli di riposo rende lo sforzo fisico più aerobico (Astrand ed altri, 1960). Al contrario, a velocità sub-critiche con pause di recupero insufficienti alla liquidazione del debito di O_2 , quest'ultimo aumenta di ripetizione in ripetizione. Di conseguenza, in queste condizioni (a velocità sub-critiche), la riduzione degli intervalli di recupero aumenterà l'incidenza dei processi anaerobici; il lavoro sarà più anaerobico.

Carattere del recupero

Il carattere del recupero (per esempio, corsa lenta in souplesse, tra le prove di corsa) eserciterà un'influenza diversa a seconda del tipo di lavoro fondamentale e della sua intensità. In un lavoro effettuato a

velocità vicina al livello critico, un'attività aggiuntiva di debole intensità permette di mantenere i processi respiratori ad un livello più elevato e di evitare così le conseguenze di un passaggio brusco dallo stato di riposo, a quello di lavoro e viceversa (Van Goar/Mosterd, 1961). Inoltre, un lavoro di media intensità, dopo una seduta di lavoro muscolare pesante (intensità critica e supercritica), accelera lo sviluppo dei processi di recupero (Christensen, 1932; Jerwell, 1928). Da questo punto di vista, i frequenti passaggi da un esercizio di elevata intensità ad un altro d'intensità inferiore rendono il lavoro più aerobico. Nelle particolarità delle pause « attive » di recupero risiede il principale vantaggio del cosiddetto metodo di allenamento « dello scambio » (*).

Numero delle ripetizioni

Il numero delle ripetizioni determina il grado di incidenza del lavoro sull'organismo. In un'attività aerobica, l'aumento del numero delle ripetizioni permette di mantenere elevato il livello dell'attività dei sistemi respiratorio e cardio-vascolare per un tempo più lungo. In un'attività anaerobica, l'aumento del numero delle ripetizioni porta prima o poi all'esaurimento dei meccanismi che agiscono senza l'intervento dell'ossigeno o al loro arresto attraverso il S.N.C. In questo caso, o il lavoro cessa o la sua intensità cala notevolmente. Di fatto, la situazione è molto più complessa, perché, in generale, non varia una sola delle componenti descritte, bensì tutte e cinque.

METODI DELLO SVILUPPO DELLE POSSIBILITÀ AEROBICHE

Per lo sviluppo delle possibilità aerobiche devono essere create tre condizioni:

- Lo sviluppo del massimo consumo di O₂.
- Lo sviluppo della capacità di mantenere a lungo questo livello.
- Uno sviluppo più veloce dei processi respiratori fino ai valori massimi.

Lo sviluppo delle possibilità respiratorie è favorito da esercizi che permettono il raggiungimento di valori massimali di rendimento cardiaco e respiratorio ed il mantenimento di un elevato livello del consumo

(*) L'autore intende con il termine « metodo dello scambio » un tipo di lavoro che prevede momenti di intensità variabile, a differenza del tipo di lavoro « a ripetizioni », in cui sono previsti dei momenti di interruzione dell'attività (n.d.t.).

di O₂, per lungo tempo (Metzner, 1962; Mies, 1963; Smodlaka, 1963; ed altri). Vengono svolti, a tal fine, movimenti che richiedono la partecipazione di una possibilmente elevata parte dell'intera massa muscolare (per esempio, lo sci di fondo è preferito alla corsa a piedi). Le sedute si svolgeranno possibilmente all'aperto, in luoghi ricchi di ossigeno (bosco, riva del fiume). Gli esercizi saranno eseguiti ad una velocità vicina alla critica. Poiché il livello della velocità critica dipende dalla grandezza massima del consumo di O₂ e dell'economia di movimento, esso varia da un individuo all'altro. Pertanto, deve essere diversa anche la velocità del movimento (fig. 33). Così, per i principianti, la velocità della corsa, per lo sviluppo delle capacità aerobiche (della resistenza generale) è dell'ordine di circa 6-7 minuti sui 1.000 m; per gli atleti di una certa levatura invece, di 4-4,5 minuti. Gli esercizi, la cui intensità sia molto inferiore al livello critico (marcia lenta, per esempio), dovrebbero essere scarsamente impiegati nell'allenamento (N.G. Ozolin, 1959). Negli ultimi anni, anche i marciatori hanno dedicato una parte notevole del loro allenamento alla corsa (tabella 24). Ciò ha permesso di agire in modo più attivo sul sistema respiratorio e cardiovascolare (fig. 34).

Per il miglioramento delle possibilità aerobiche si applicano simmetriche o anche differenziate varianti dei metodi delle ripetizioni o dello scambio (Robinson, 1941; Christensen ed altri, 1960; Astrand ed altri, 1960; Larsen, 1964; altri). Il metodo delle varianti simmetriche (*) è ampiamente utilizzato fin dalle tappe iniziali dello sviluppo delle possibilità aerobiche (nei principianti, fin dalla 1^a tappa del periodo di preparazione). L'armonia dell'attività dei sistemi, che contribuiscono al rifornimento dell'O₂, viene così migliorata durante il lavoro stesso. Questi miglioramenti intervengono, d'altra parte, in modo più efficace

Tabella 24 — *Chilometraggio annuale dedicato alla corsa da L. Spirin, campione olimpico dei 20 Km di marcia nel 1956 (secondo V.M. Zaciorskij, N.I. Volkov, A.M. Fruktov, 1959)*

Indici	1954	1955	1956	1957
Chilometraggio	243	731	1397	1554
Miglior tempo sui 20 Km di marcia	1.40'01"8	1.31'44"	1.28'01"8	1.27'28"6

(*) In pratica, in uno sforzo lento e prolungato (per esempio, 1 ora di corsa lenta e continua), le varie fasi di sforzo e di recupero presentano un andamento simmetrico per tutta la durata del lavoro (n.d.t.).

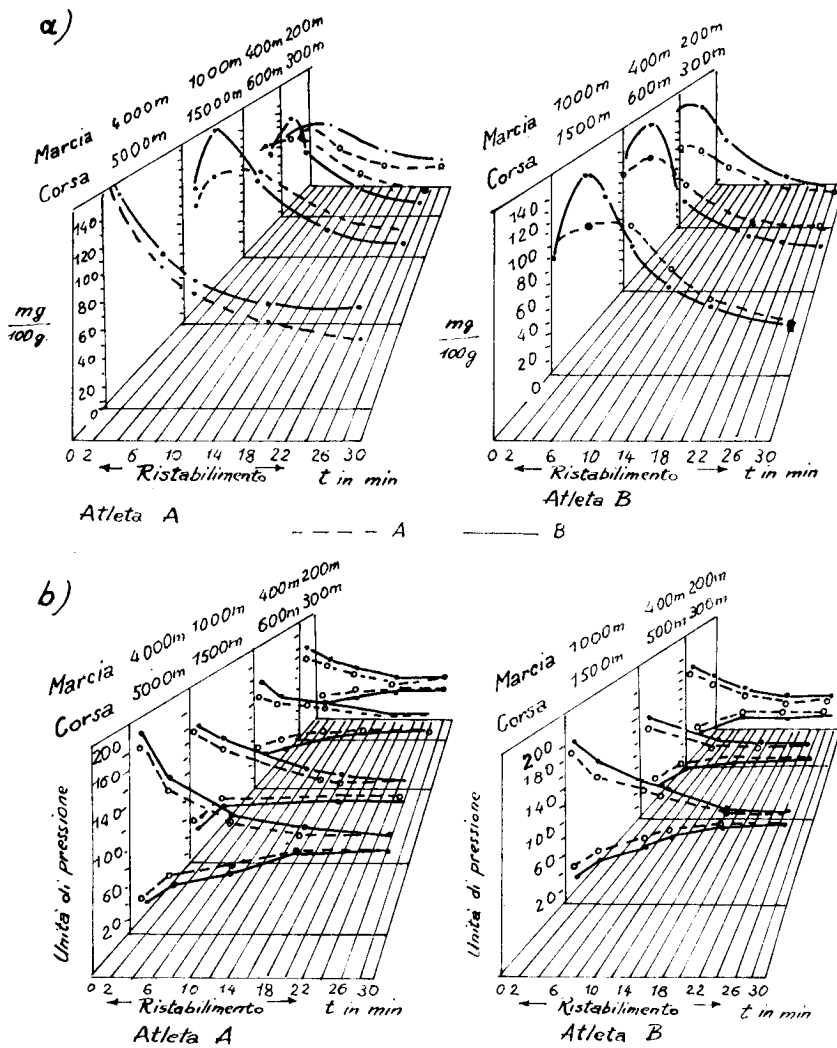


Fig. 34 — Modificazioni fisiologiche dopo la corsa e la marcia in tempi all'incirca uguali (V.M. Zaciorskij, N.I. Volkov, A.L. Fraktov, 1959). a = tasso di acido lattico nel sangue; b = pressione arteriosa. Dopo la corsa le modificazioni sono accentuate (----- marcia ——— corsa).

se gli esercizi di allenamento agiscono a lungo sull'organismo. E' anche molto importante tener presente che i massimi funzionali di alcuni organi e sistemi (che si manifestano con dolori nella regione del fegato e della milza), si elevano soprattutto con un lavoro poco intenso, ma prolungato (N.G. Ozolin, 1949). Tuttavia, in un lavoro ininterrotto,

il mantenimento di grandezze massime del consumo di O_2 è compito difficile per l'organismo. Abitualmente, la durata di un lavoro svolto al livello di consumo massimo di O_2 non supera i 10-30 minuti. Solo alcuni atleti altamente qualificati sono capaci di mantenere questa intensità di lavoro per un'ora. Per esempio, nelle prove di sci sui 15 Km, per un tempo di lavoro di 55-60', il consumo di O_2 si aggira sull'85-90% del massimo (Astrand/Bällbach ed altri, 1963). Interviene, in seguito, una dis coordinazione nell'attività dei sistemi cardiovascolare e respiratorio e l'utilizzazione dell' O_2 diminuisce, riducendo l'effetto dell'allenamento.

Il miglior effetto per lo sviluppo delle possibilità aerobiche non è dato da un lavoro di media intensità, svolto per un lungo tempo, bensì da un lavoro anaerobico, realizzato sotto forma di ripetizioni di breve durata, separate da brevi pause di recupero (Sinisalo/Inurtoala, 1957; Reindell ed altri, 1959-62; Holmgren ed altri, 1962) (28). I prodotti di un lavoro intenso, di breve durata, servono come potenti stimoli ai processi respiratori. Perciò, dopo questo tipo di lavoro, nei primi 10-30 sec, il consumo di O_2 continua ad aumentare e si elevano anche alcuni indici del rendimento cardiaco: se il lavoro successivo viene iniziato nel momento in cui questi indici sono ancora molto elevati, si osserverà allora, di ripetizione in ripetizione, un aumento del consumo di O_2 . Dopo aver raggiunto i limiti massimi, il consumo di O_2 rimane a questo livello e non diminuisce più, fino al termine del lavoro con ripetizioni (fig. 35). In questa figura si nota che è proprio verso la terza ripetizione che il consumo di O_2 raggiunge il massimo e si mantiene poi a questo livello. Si nota, anche, che il maggior consumo di O_2 si determina durante il riposo e non durante il lavoro.

Nel caso di un determinato rapporto tra lavoro e riposo, interviene, talvolta, un equilibrio tra la richiesta di O_2 ed il suo consumo corrente; il lavoro con ripetizioni può allora durare a lungo. Questa condizione dell'organismo, durante un lavoro con ripetizioni, è stata definita « condizione stabile » (« steady-state », N.P. Eremenko, 1956-60). Durante

(28) Per quanto riguarda i principianti, un lavoro ininterrotto ed un lavoro « frazionato », intercalato da pause di recupero, danno un risultato quasi simile (Mellewicz ed altri, 1961). Per quanto riguarda invece gli atleti di una certa levatura, l'adozione del lavoro intervallato è collegato alla necessità di una stretta regolamentazione dei regimi del lavoro e del riposo. Per questo motivo, si raccomanda di non utilizzare il metodo intervallato in modo continuativo, per più di 1,5 - 3 mesi. Nel tempo restante avrà prevalenza la variante simmetrica, cioè dello sforzo costante e medio, senza interruzioni. Così operano molti dei migliori atleti mondiali (A. Lydiard, 1965).

il lavoro con ripetizioni, i consumi di O_2 variano costantemente, raggiungendo talvolta un livello massimo e poi tal'altra riducendosi di nuovo. Le punte più elevate del consumo di O_2 , originate dagli sforzi ripetuti, superano talvolta il livello del consumo massimo di O_2 proprio del soggetto (I.G. Vasil'ev/N.I. Volkov, 1960). Questo è un potente stimolo per il miglioramento delle possibilità respiratorie.

Quando si utilizza questo metodo di lavoro, cioè con ripetizioni, per il miglioramento delle possibilità aerobiche, il maggior problema che si presenta risiede nella scelta della combinazione migliore tra lavoro e riposo. A questo riguardo, bisogna tener presente che le possibilità funzionali della respirazione polmonare e del sistema di utilizzazione

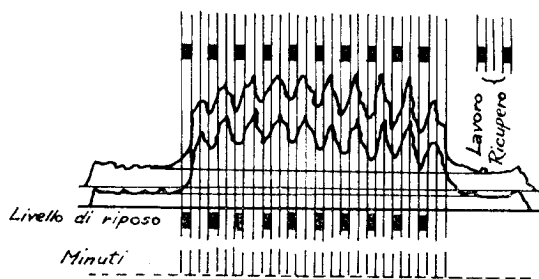


Fig. 35 — Consumo di O_2 ed eliminazione di CO_2 durante un lavoro con ripetizioni (secondo Van Hoov e Mosterd, 1961).

tissutale dell'ossigeno sono molto elevate. Normalmente esse non limitano le grandezze della massima utilizzazione di O_2 . Il « punto cruciale » sarà quindi la capacità di rendimento del sistema cardio-vascolare, caratterizzato dal volume minuto del sangue (Astrand, 1956; Hollman ed altri, 1960; Taylor, 1960; Michajlov/Zaciorskij/Gesekevič, 1966; ed altri). Perciò, lo sviluppo delle possibilità aerobiche si esprime, soprattutto, attraverso l'aumentata capacità di rendimento del cuore. Il volume minuto del sangue è infatti il prodotto del volume sistolico (gittata) per la frequenza cardiaca (al minuto). Nei soggetti allenati, in un lavoro affaticante, il volume minuto raggiunge valori considerevoli (fino a 35-40 litri al minuto). In tali condizioni, il cuore deve contrarsi con grande forza e spingere, in ciascuna sistole, una rilevante quantità di sangue (più di 180-200 ml). Ecco perché si constata un aumento del volume sistolico (Bevegard ed altri, 1963) e delle dimensioni cardiache negli atleti che si allenano alla resistenza. L'aumento si verifica per due ragioni:

- 1 — In seguito all'ipertrofia funzionale del miocardio (principalmente del ventricolo sinistro).
- 2 — In conseguenza della dilatazione delle cavità cardiache (la cosiddetta dilatazione omogenea del cuore).

Vi è una stretta correlazione tra il volume del cuore, il volume minuto ed il volume sistolico, da una parte, e le capacità aerobiche di rendimento dall'altra (Roskamm ed altri, 1961; Keul ed altri, 1961; Schmidt ed altri, 1962). Ne deriva che lo sviluppo delle capacità aerobiche diviene effettivo grazie alle favorevoli premesse create con l'aumento del volume sistolico. E' stato dimostrato da speciali ricerche (Reindell/Roskamm e altri, 1959-60 e 1962) che i valori massimi del volume sistolico non sono raggiunti durante l'effettuazione di un lavoro di breve durata, ma immediatamente dopo l'interruzione. Se il lavoro si compie in condizioni di debito di O_2 , subito dopo l'interruzione, il consumo di O_2 aumenta (Van Goor/Mosterd, 1961; L.P. Makarenko, 1963), mentre la frequenza delle contrazioni cardiache diminuisce. Ciò provoca un aumento del « polso di ossigeno » (consumo di ossigeno per ogni contrazione cardiaca) e rende più economico il lavoro del cuore. Elevati valori del volume minuto e del volume sistolico si combinano così ad una frequenza di battiti cardiaci relativamente ridotta (Reindell e altri, 1959; Van Goar e Mosterd, 1961). Quando si ha per obiettivo lo sviluppo delle capacità aerobiche, si raccomanda di intraprendere le prove successive del lavoro prima della scomparsa delle accennate favorevoli modificazioni (Reindell e altri, 1959).

Tenuto conto di quanto detto fin qui, per sviluppare le possibilità aerobiche consigliamo queste componenti del lavoro.

Intensità del lavoro

Dovrà essere superiore al livello critico, all'incirca al 75-85% del massimo. Un'intensità elevata fa in modo che la glicolisi, attivata, ostacoli la respirazione (il cosiddetto « effetto Pasteur contrario ») ed il livello del consumo di O_2 diminuisca (N.I. Volkov, 1962). La velocità di percorrenza viene scelta in modo tale che, al termine del lavoro, la frequenza del polso sia di circa 180 battiti al minuto (vedere più avanti la ragione di quest'esigenza).

Un lavoro di più ridotta intensità, che porta il polso a meno di 130 pulsazioni/minuto, non determina un aumento degno di nota delle possibilità aerobiche (Rodahl/Issekutz, 1962; Metzner, 1962; Hollman, 1963).

Lunghezza delle distanze

Sarà scelta in modo tale che la durata del lavoro non sia superiore a un minuto e mezzo. Soltanto in questo modo il lavoro si effettua in condizioni di debito di O_2 ed il consumo massimo di O_2 si manifesta durante il periodo di recupero (fig. 36).

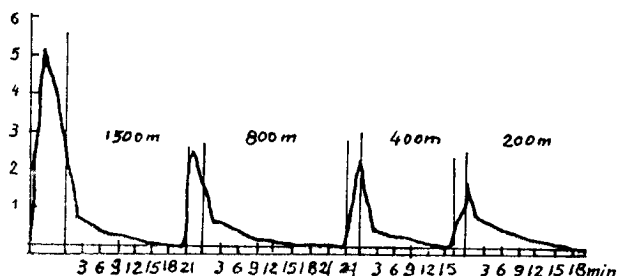


Fig. 36 — Consumo di O_2 in attività di diversa durata (L.A. Klockov e E.S. Vassileva, 1953). Quando la durata è breve (corsa di 200 m) si osservano i maggiori consumi nel 1° o 2° minuto dopo il lavoro.

Intervalli di recupero

Vengono scelti in modo tale da permettere l'inizio del lavoro successivo quando sono ancora presenti le favorevoli modificazioni create dal lavoro precedente. Orientandosi sulla grandezza del volume sistolico, l'intervallo dovrà essere di 45-90" (Reindell e altri, 1962). La maggior intensificazione dei processi respiratori (determinata dal consumo di O_2) è parimenti riscontrata dal 1° al 2° minuto di recupero (N.I. Volkov). In ogni caso, gli intervalli di recupero non debbono essere superiori a 3-4', perché allora si produrrebbe un restringimento dei capillari allargati durante il lavoro per l'irrorazione dei muscoli. In questo caso, la circolazione sanguigna verrebbe ostacolata nei primi minuti del lavoro successivo (Hollman, 1959).

Carattere delle pause

Se gli intervalli di recupero sono dedicati ad un lavoro di debole intensità (per esempio, nuoto rilassato e lento, per i nuotatori, ecc.) si riscontrano una serie di vantaggi: il passaggio dal lavoro al riposo, e viceversa, è più agevole ed i processi di recupero si svolgono più rapidamente. Tutto ciò permette l'effettuazione di una grande quantità di lavoro e di mantenere più a lungo la «condizione stabile». Per migliorare le possibilità aerobiche, perciò, il metodo dello scambio è superiore a quello delle ripetizioni.

Numero delle ripetizioni

E' determinato dalle possibilità dei soggetti di mantenere la « condizione stabile », vale a dire di lavorare ad un livello sufficientemente elevato, in condizioni di stabilità del consumo di O_2 . Quando interviene la fatica, il livello del consumo di O_2 si abbassa, l'intensità del lavoro precedente si mantiene ancora un po', grazie agli apporti anaerobici, poi la velocità inizia a diminuire. Generalmente, questo indice serve da segnale per l'interruzione del lavoro. In questa situazione, si utilizzano ugualmente gli indici della frequenza del polso, per dosare il lavoro. La velocità, gli intervalli di recupero ed il numero delle ripetizioni sono scelti in modo tale che, al termine della pausa, la frequenza del polso sia di circa 120-140 battiti al minuto (corrispondenti all'incirca a 170-180 al termine del lavoro). Se durante un lavoro muscolare la frequenza delle pulsazioni cardiache aumenta, assieme ad essa aumenta anche il volume sistolico. Tuttavia, se il cuore inizia a battere con maggior frequenza, la durata della sistole diminuisce considerevolmente. L'A.T.P. che si disgrega al momento della contrazione non può essere resintetizzato completamente in un tempo tanto breve e la forza delle contrazioni cardiache diminuisce. Questo fatto provoca una diminuzione del volume sistolico (Holmgren, 1956; Holmgren/Ovenfors, 1960; ed altri). Dunque, per questo tipo di allenamento, non è opportuno imporre un lavoro troppo intensivo, che provocherebbe un'elevata frequenza cardiaca. Lo sviluppo delle possibilità aerobiche non deve prevedere un aumento del numero delle ripetizioni che conduca ad un aumento del cosiddetto « debito pulsatorio » (Müller/Rohmert, 1959), vale a dire ad un aumento del numero delle contrazioni cardiache nel periodo successivo al lavoro. Per il controllo della somma dei battiti (specialmente del « debito pulsatorio »), si utilizzano, da alcuni anni, apparecchi portatili che sono dei veri e propri contatori del polso (N.G. Kulik ed altri, 1965; V.M. Zaciorskij/N.G. Kulik, 1966).

METODICA DELLO SVILUPPO DELLE CAPACITÀ ANAEROBICHE

Questo processo presenta alla base due problemi:

- L'aumento delle possibilità funzionali del meccanismo creatinfosfatico.
- Il miglioramento del meccanismo glicolitico (29).

(29) Si impiegano, talvolta, i termini di resistenza « alattacida » e di resistenza « lattacida ». Con la prima, s'intende la facoltà di utilizzare l'energia della reazione legata alla creatinfosfocinasi; con la seconda, quella della reazione glicolitica.

Gli esercizi fisici fondamentali di ogni particolare disciplina sportiva (la corsa, per il fondista; il nuoto, per il nuotatore; ecc.) servono come mezzi per il miglioramento di queste capacità. Si utilizzano altri mezzi quando, per una qualsiasi ragione, non si può far ricorso a movimenti o esercizi specifici della competizione. Così, per quanto riguarda lo sci, il pattinaggio sul ghiaccio ed altri sport stagionali, l'esecuzione del movimento fondamentale, nel ciclo annuale, inizia spesso con una « introduzione » in cui è necessario ristabilire la tecnica del movimento. Questa « ripresa » dura dalle 2 alle 3 settimane. Durante questo periodo è sfavorevole un allenamento tendente al miglioramento della velocità nella disciplina specifica. Affinché le capacità anaerobiche non diminuiscano notevolmente durante questo periodo, è necessario praticare, parallelamente agli esercizi della specialità, dei brevi test di velocità, basati su altri movimenti (per esempio, corsa a piedi, per gli sciatori e i pattinatori su ghiaccio). Bisogna tener presente che le capacità anaerobiche sono molto instabili e che la sospensione del loro allenamento particolare si accompagna rapidamente al loro calo (N.N. Jakovlev, 1955).

Ci sono dei rapporti stretti fra la reazione creatinfosfocinastica e la glicolisi: dipendono l'una dall'altra. Di conseguenza, i metodi che possono risolvere gli anzidetti problemi sono differenziati e vanno scelti in modo tale, che possano attivare di preferenza una delle reazioni e frenare le altre.

I lavori o cariche di allenamento orientati al perfezionamento del meccanismo creatinfosfocinastico si contraddistinguono per le seguenti caratteristiche (N.I. Volkov, 1964-65):

— *L'intensità del lavoro* deve essere vicina al massimo. La realizzazione di una grande quantità di lavoro a velocità massima può portare alla formazione della « barriera della velocità ». Una certa riduzione della velocità (per esempio, al 95% del massimo) permette di evitare questo pericolo e facilita il controllo della tecnica motoria. Nello stesso tempo, una riduzione così limitata non influisce praticamente sull'intensità dei processi metabolici e, di conseguenza, non si riflette sull'efficacia dell'allenamento.

— *La lunghezza delle distanze* è scelta in modo tale, che la durata del lavoro si aggiri fra 3 ed 8 secondi (corsa, 20-70 m; nuoto da 8 a 20 m; ecc.).

— *Gli intervalli di recupero*, in funzione dell'elevata velocità di compensazione del debito lattacido, debbono durare da 2 a 3 minuti.

Tuttavia, poiché le riserve di creatinfosfato nei muscoli sono molto limitate, con la 3^a o 4^a ripetizione, il meccanismo della creatinfosfocinasi esaurisce le proprie possibilità. In una delle esperienze (fig. 37), durante le prime 2-3 ripetizioni, il debito di O₂ aumentò senza un simultaneo accrescimento del tasso di acido lattico nel sangue. Questo fatto dimostrò che è la frazione alattacida la fonte del debito di O₂. Tuttavia, dopo la 3^a ripetizione ed in particolare dopo la 4^a, il tasso di lattato cominciò ad aumentare in modo notevole, testimoniando la considerevole attivazione della glicolisi. Poiché in questo caso, il compito prefissato non era lo sviluppo delle possibilità glicolitiche dell'organismo, evidentemente,

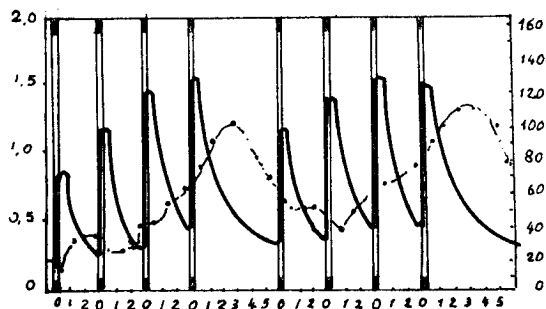


Fig. 37 — Modificazione del consumo di O₂ e del tasso di acido lattico nel sangue nella corsa di 60 m con ripetizioni (2 serie di 4 ripetizioni ciascuna). Linea intera = modificazioni del livello del consumo di O₂; linea tratteggiata = modificazioni del tasso di acido lattico nel sangue (secondo N.I. Volkov). Sull'ascissa è riportato il tempo in minuti; sull'ordinata di sinistra il fabbisogno di O₂ in l/mm; sull'ordinata di destra, il contenuto di acido lattico nel sangue in mg/100g.

il proseguimento del lavoro non era più desiderabile e bisognava concedere un riposo supplementare. E' conveniente frazionare il lavoro previsto nella seduta di allenamento in alcune serie (4-5 ripetizioni ciascuna). Il riposo fra le serie deve essere da 7 a 10' circa. Questi intervalli sono sufficienti, affinché gran parte dell'acido lattico formatosi possa venir ossidato. Contemporaneamente si può mantenere, con questi intervalli, una elevata eccitabilità dei centri nervosi.

— *Gli intervalli di riposo* svolti con altri tipi di lavoro trovano giustificazione soltanto nelle pause tra le serie. In questo caso, per non abbassare l'eccitazione del sistema nervoso centrale, è bene inserire un lavoro d'intensità molto ridotta che richieda la partecipazione di quei gruppi muscolari che sono stati messi in azione nell'esercizio principale (per esempio, il velocista non si siederà durante le pause, ma camminerà lentamente).

— *Il numero delle ripetizioni* viene determinato dal livello di preparazione dei soggetti. All'inizio, tale allenamento con serie su brevi distanze permette di realizzare una forte somma di lavoro senza ridurre la velocità (per i velocisti, sino a 1.500-1.600 m).

Per quanto riguarda il miglioramento del *meccanismo glicolitico*, i carichi di allenamento vanno così caratterizzati:

— *L'intensità del lavoro* è da stabilirsi in base alla lunghezza della distanza scelta per l'allenamento. La velocità del movimento dovrà essere prossima al massimo (90-95% del massimo). Dopo alcune ripetizioni, in seguito al manifestarsi dell'affaticamento, la velocità del movimento può diminuire notevolmente, ma deve restare tuttavia vicina al massimo consentito dallo stato momentaneo dell'organismo.

— *La lunghezza delle distanze* va scelta in modo tale che il lavoro duri all'incirca da 20" a 2': da 50 a 200 m nel nuoto, da 200 a 600 m nella corsa, ecc. (Tansei/Takagi/Kiuchi, 1960; Andersen ed altri, 1960).

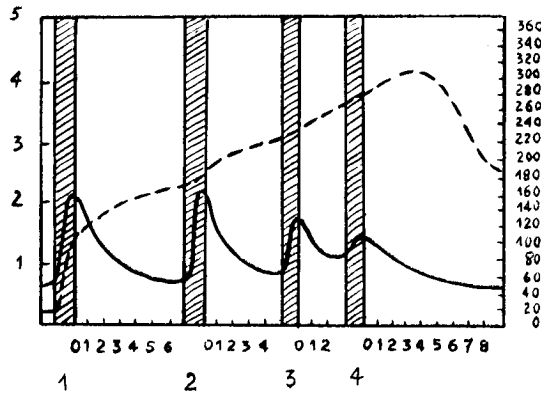
— *Gli intervalli di recupero* sono da determinarsi dalla dinamica della glicolisi che si può valutare dal tasso di acido lattico nel sangue. Nei lavori anzidetti, il tasso massimo di acido lattico nel sangue va riscontrato non immediatamente dopo l'arresto del lavoro, ma alcuni minuti più tardi. Si raccomanda di stringere, a poco a poco, gli intervalli di recupero. Ed in particolare di contenerli in 5-8', fra la 1^a e 2^a ripetizione; 3-4', fra la 2^a e la 3^a; 2-3', fra la 3^a e la 4^a ripetizione (fig. 38).

— *Nelle pause di recupero* è semplicemente da evitare il riposo completo.

— *Il numero delle ripetizioni*, quando le pause di recupero vanno riducendosi, è generalmente poco elevato (mai più di 3-4), a causa del rapido manifestarsi della fatica.

Già dalla 3^a-4^a ripetizione si nota un tasso più elevato di acido lattico nel sangue. Tentando di proseguire il lavoro, il meccanismo della glicolisi esaurisce le sue possibilità e l'apporto energetico si trasferisce alle reazioni aerobiche. La velocità tende allora a diminuire. Conseguentemente, è dunque preferibile realizzare un lavoro ripetuto, per serie di 3-4 ripetizioni, separate da pause decrescenti. La durata di queste pause deve essere tuttavia sufficiente a permettere la liquidazione di una parte notevole del debito lattacido e perciò mai inferiore a 15-20". I principianti e gli atleti di classe non elevata possono eseguire da 2 a 3

Fig. 38 — Modificazioni del consumo di O_2 e del tasso di acido lattico nel sangue in corse ripetute di $m 400 \times 4$ volte e con pause di recupero di durata crescente (secondo N.I. Volkov). Sull'ascissa è riportato il tempo in minuti; sull'ordinata di sinistra, il fabbisogno di O_2 in l/m ; sull'ordinata di destra, il contenuto di acido lattico nel sangue in $mg/100g$. La linea tratteggiata descrive l'andamento del contenuto di acido lattico; la linea continua, il fabbisogno di O_2 .



serie al massimo, per ogni seduta, mentre gli atleti ben preparati e di classe elevata possono effettuarne sino a 4-6.

Le metodiche per lo sviluppo delle possibilità anaerobiche, qui descritte, sono state elaborate in modo tale da esercitare un'azione preferenziale relativa su uno dei meccanismi anaerobici (creatinfosfatico o glicolitico). Nella loro applicazione pratica, oltre i carichi anzidetti, bisogna utilizzarne degli altri, la cui azione sia molto più ampia.

SVILUPPO COMBINATO DELLE POSSIBILITÀ AEROBICHE E ANAEROBICHE

Questa combinazione si fonda sui seguenti presupposti (N.N. Jakovlev, 1955; N.I. Volkov, 1961): le possibilità respiratorie sono fondamentali per lo sviluppo delle capacità anaerobiche; quelle glicolitiche, per lo sviluppo del meccanismo creatinfosfatico. In altri termini, le capacità lattacide sono fondamentali per lo sviluppo delle corrispondenti alattacide. Se un soggetto possiede eccellenti possibilità anaerobiche e mediocri capacità respiratorie, egli potrà allora sopportare un notevole debito di O_2 , ma i prodotti accumulati dalla disgregazione anaerobica saranno eliminati molto lentamente. In effetti, la velocità di compensazione del debito di O_2 è determinata dalla potenza dei meccanismi respiratori. Per questo motivo, se i lavori anaerobici si ripetono dopo pause di recupero brevi, cioè insufficienti per un recupero completo, il soggetto si affatica rapidamente e rimane, per così dire, asfissiato dall'accumulo dei prodotti anaerobici. Perciò vale la seguente regola: quando si inizia lo sviluppo delle possibilità anaerobiche di un atleta,

occorre dapprima creare una base alle capacità respiratorie (« la resistenza generale »).

Quanto detto spiega la necessità di migliorare la capacità di rendimento aerobico degli atleti la cui specialità sportiva comporti essenzialmente esigenze anaerobiche nell'allenamento. Per un buon nuotatore, i 100 m durano all'incirca 1 minuto e sono coperti con prevalenti apporti energetici anaerobici. Se questo nuotatore non possiede una « base » respiratoria eccellente, potrà nuotare solamente una volta i 100 m. E' perciò incapace, nella seduta d'allenamento, di ripeterli in numero congruo, dal momento che il recupero richiederà troppo tempo. Perciò molti nuotatori di classe elevata (prove veloci) coprono spesso lunghe distanze ad andatura moderata (da 3 a 7 Km). Ecco un altro esempio: nell'hockey su ghiaccio, il cambio dei giocatori si effettua ogni 1 o 2' ed il gioco viene svolto, in gran parte, grazie alle fonti energetiche anaerobiche. La possibilità del giocatore, durante il tempo d'impiego, di esprimersi con sufficiente intensità dipende dalle sue capacità anaerobiche. Ma dato che dopo 3-4 minuti di riposo, egli deve nuovamente entrare in gioco, la sua capacità di recupero sarà condizionata dalle possibilità respiratorie.

Si riscontra analogo comportamento riguardo alle due componenti anaerobiche. Lo sviluppo della capacità di utilizzare l'energia del processo glicolitico (resistenza lattacida) deve precedere quello della capacità di lavorare grazie all'energia della reazione creatinfosfocinasica (resistenza alattacida). Questa priorità è importante, perché l'energia della glicolisi è impiegata, nella prima fase del recupero, per la resintesi del creatinfosfato. Di conseguenza, se le capacità glicolitiche del soggetto sono insufficienti, la velocità di ristabilimento delle sue riserve di creatinfosfato sono rallentate dopo un lavoro intenso, di breve durata, influenzando in modo determinante il rendimento.

Lo sviluppo delle diverse componenti la resistenza (durante un ciclo di allenamento, per esempio) deve articolarsi secondo questa successione: all'inizio, le capacità respiratorie (resistenza generale), poi quelle glicolitiche ed infine le possibilità alattacide, che favoriscono la capacità di utilizzare l'energia della reazione creatinfosfocinasica. Per quanto riguarda la singola seduta di allenamento, generalmente è più opportuna la successione inversa.

MIGLIORAMENTO DELLA STABILITÀ

CONTRO LE MODIFICAZIONI SFAVOREVOLI DELLA SFERA INTERNA

E' questo un importante aspetto dello sviluppo della resistenza. Si presentano qui due problemi:

- Ampliamento dei limiti fisiologici della stabilità (aumento della capacità tampone del sangue, adattamento tissutale a condizioni di ipossia e ipercapnia, ecc.).
- Ampliamento dei limiti psicologici della stabilità.

L'ampliamento dei limiti fisiologici della stabilità si realizza durante una qualsiasi attività in cui si raggiunga lo stato di affaticamento. Se il lavoro viene effettuato in condizioni anaerobiche, i prodotti non ossidati del metabolismo verranno accumulati nel sangue e nei tessuti (acido lattico, acido piruvico ed altri). Inizialmente, l'azione di questi metaboliti viene neutralizzata dai sistemi tampone dell'organismo; tuttavia, appena la loro quantità supera la capacità di questi sistemi, il tasso dei prodotti non ossidati dello scambio energetico comincia ad innalzarsi. Il loro considerevole accumulo sposta il PH del sangue verso l'acidità, comportando un calo delle proprietà contrattili del muscolo e, innanzi tutto, un'inibizione protettiva nei centri nervosi. Con l'allenamento, la capacità dei sistemi tampone viene migliorata e la soglia dello stato inibitorio dei centri nervosi viene abbassata.

Per migliorare la stabilità dell'organismo, oltre ai procedimenti ed ai metodi generali destinati allo sviluppo della resistenza, si utilizzano anche procedimenti speciali, imperniati sull'aumento artificiale della ipossia e della ipercapnia. Più frequentemente si ricorre al trattenimento dosato della respirazione (S.V. Il'in, 1959-62; T. Racev, 1964). Per esempio, un nuotatore copre una determinata distanza eseguendo una sola respirazione ogni 3-4 cicli del movimento. Si creano così nell'organismo una mancanza artificiale di ossigeno e notevoli variazioni della sfera interna con un relativamente ridotto volume, e con un'intensità non elevata, dello sforzo.

Un allenamento particolarmente organizzato in altitudine è molto vicino a questi metodi. Dal momento che a quote elevate, la pressione parziale di O₂ è ridotta, il semplice soggiorno a queste altezze è sufficiente a sviluppare le possibilità respiratorie (in particolare, aumento del tasso di emoglobina del sangue) e la stabilità contro stati ipossici. Un tale allenamento accentua ancora di più l'influenza positiva dell'altitudine (A.P. Frolov, 1958; Bojko, 1964).

Per ottenere elevati valori di resistenza, è indispensabile che il gruppo delle qualità volitive assuma un ruolo eccezionale. Esso prende la denominazione di « capacità di sofferenza », cioè la facoltà di sopportare tenacemente delle forti sensazioni di affaticamento, continuando, malgrado ciò, l'attività. Nelle esercitazioni che richiedano resistenza, un'attitudine psicologica corrispondente può considerevolmente migliorare il rendimento (G.M. Morozov, 1958; A.T. Puni, 1959; P.A. Rudyk, 1960; Egorov, 1960; Ulrich/Burke, 1957; ed altri) ed anche inibire il formarsi di modificazioni fisiologiche sfavorevoli nell'organismo (A.S. Egorov, 1962). Non ci addenteremo ora nei problemi riguardanti la preparazione psicologica degli atleti che, d'altro canto, sono trattati nella letteratura specializzata.

LA RESPIRAZIONE E LA RESISTENZA

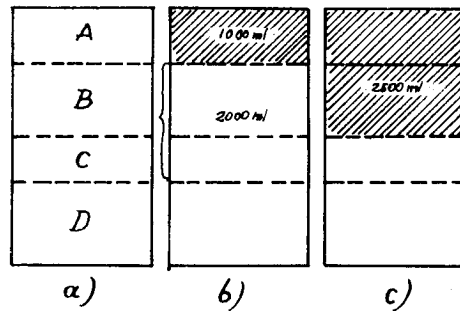
Sebbene la respirazione esterna (la resistenza polmonare) non sia (30) generalmente il fattore limitante delle capacità aerobiche (Otis, 1954; Slonim ed altri, 1957), essa riveste, tuttavia, grande importanza per la resistenza umana. L'insegnamento di una respirazione corretta è uno dei compiti igienici più importanti dell'educazione fisica.

Nella fase di riposo e nel lavoro fisico moderato è da preferirsi una respirazione profonda e poco frequente attraverso il naso. L'aria così si riscalda un po' e si purifica (la polvere si deposita sulla mucosa della cavità nasale). Anche le costanti eccitazioni delle numerose ramificazioni del nervo trigemino (oftalmico), che si trovano nella cavità nasale, hanno un effetto positivo. E' noto che esistono tre tipi fondamentali di respirazione: toracica, diaframmatica o mista. Quest'ultima è la più razionale. La scelta del tipo di respirazione può essere fatta con un semplice procedimento: una mano viene posta sul ventre e l'altra sulla gabbia toracica. Questo procedimento è parimenti utilizzato per insegnare la respirazione, che prima deve essere imparata da fermi e poi in movimento (marcia, bicicletta, ecc.). All'inizio, gli esercizi respiratori sono difficili ed esigono una concentrazione costante dell'attenzione. In seguito, diventano abituali.

In un'attività molto intensa quando bisogna assicurare una ventilazione polmonare massima, è razionale una respirazione sufficientemente profonda e frequente attraverso la bocca (F.P. Suslov, 1955; V.V.

(30) In questo paragrafo, il termine « respirazione » è riferito solamente alla respirazione esterna, cioè polmonare.

Fig. 39 — Volumi polmonari in funzione dei diversi processi respiratori: a) volume polmonare, b) volume con espirazione forzata, c) volume con inspirazione forzata. Parti tratteggiate = aria avente tasso elevato di CO_2 e un debole tasso di O_2 . Quella che figura delimitata dalla parentesi graffa rappresenta l'aria atmosferica che entra nei polmoni. Tenuto conto delle diverse varianti di respirazione, la stessa quantità di aria « pulita » (2.000 ml) si mescola nei polmoni con una quantità diversa di aria « sporca » (rispettivamente 1.000 e 2.500 ml). A = aria restante, 1 litro; B = aria di riserva, 1,5 litri; C = aria respiratoria, 0,5 litri; D = aria complementare, 1,5 litri.



Michajlov, 1960-61; Butler, 1960). Una respirazione a bassa frequenza, attraverso il naso, non permette il raggiungimento dei valori massimali della ventilazione polmonare. La respirazione attraverso la bocca, durante un lavoro molto intenso, è involontariamente di breve durata e perciò non può esercitare alcuna influenza sfavorevole. Nella respirazione si deve prestare attenzione all'espirazione e non all'inspirazione (D. Mateev/I. Ruščukliev, 1950). L'aria ricca d'ossigeno, che entra nei polmoni, si mescola poi con una ridotta quantità di aria di riserva ed aria residua il cui tasso di O_2 è nettamente inferiore, mentre quello di CO_2 è superiore a quello dell'aria atmosferica (fig. 39).

La seguente esperienza ribadisce l'importanza di un'espirazione forzata (N.G. Ozolin, 1959). Due gruppi di ragazze, principianti, corsero la distanza degli 800 m con una pausa di una settimana. Al momento del secondo test, uno dei due gruppi corse espirando profondamente durante tutta la distanza. Per questo gruppo il risultato medio migliorò in media di 13"5, mentre per quello di controllo soltanto di 3". E' utile far ricorso ad esercizi speciali, alla cosiddetta « ginnastica respiratoria » per migliorare la funzione della respirazione esterna.

All'inizio del XX secolo, fu molto sopravvalutata l'importanza della « ginnastica respiratoria » (G.A. Dupeyron, 1930). Si credeva che attraverso molti processi terapeutici, se ne potessero migliorare le possibilità funzionali. Si dimenticava che la respirazione polmonare non è, in realtà, che uno degli elementi nella catena della respirazione generale, il cui compito è l'ossidazione dei prodotti del metabolismo, direttamente nei tessuti. L'intensità della respirazione polmonare deve corrispondere strettamente ai bisogni correnti dell'organismo. Se la ginnastica respira-

toria viene utilizzata come principale mezzo nell'educazione fisica (e queste prove vennero fatte), la respirazione polmonare si rinforza sistematicamente, senza un rapporto con i bisogni reali di O_2 dell'organismo. Si determina così una disordinazione fra la funzione della respirazione esterna e gli altri elementi della catena respiratoria. Ciò, naturalmente, non trova giustificazione (A.A. Krasuskaja, 1928; A.M. Krestovnikov, 1929). La funzione respiratoria deve essere perfezionata principalmente attraverso l'esecuzione di un lavoro muscolare intenso. Tuttavia, esercizi speciali dell'apparato respiratorio possono essere un mezzo complementare, utile per influenzare positivamente singole parti in funzione della respirazione esterna (D.P. Poljakov, 1961; V.V. Michajlov, 1961, ed altri).

Gli esercizi per l'apparato respiratorio hanno fini diversi:

- Sviluppo della guida volontaria dell'atto respiratorio (per esempio, respirare secondo un ciclo di tre tempi: inspirazione - pausa - espirazione, con un aumento progressivo della durata dei tempi da 3-5" a 20-25").
- Aumento della forza dei muscoli respiratori (espirare in acqua, respirazione attiva in una posizione statica non confortevole; respirare con una maschera; respirare con la gabbia toracica stretta in busti elastici, ecc.).
- Aumento della massima ventilazione polmonare e della mobilità della gabbia toracica (respirazione profonda e frequente con diverse intensità, fino quasi al massimo).
- Aumento della capacità vitale (respirazione lenta e profonda con massima ampiezza dei movimenti respiratori).

Tutti gli esercizi per l'apparato respiratorio, collegati all'attivazione della respirazione, devono essere eseguiti per il miglior effetto durante un leggero lavoro fisico (per esempio, marcia), non a riposo. Un'accentuata iperventilazione dei polmoni provoca, a riposo, una diminuzione di anidride carbonica (ipocapnia) che, a sua volta, può ingenerare delle vertigini, a causa del restringimento dei vasi sanguigni del cervello.

METODI PER LO SVILUPPO DEGLI ASPETTI SPECIALI DELLA RESISTENZA

PARTICOLARITÀ RELATIVE ALLO SVILUPPO DELLA RESISTENZA NELLE ATTIVITÀ DI INTENSITÀ DIFFERENZIATA

Nelle attività d'intensità massima, l'affaticamento viene causato dal progressivo esaurimento delle riserve anaerobiche (in particolare del creatinfosfato), ma anche dall'inibizione dei centri nervosi, che si manifesta sulla base della loro elevata attività. Il miglioramento della resistenza ad un'attività d'intensità massimale presuppone la soluzione di due problemi:

- L'aumento del livello delle capacità anaerobiche (in egual misura dei meccanismi glicolitici e fosfocreatinici).
- L'aumento della capacità di rendimento dei centri nervosi, ovviamente nelle condizioni specifiche di un'attività ad intensità massimale (31).

Abbiamo già descritto la metodica per lo sviluppo delle possibilità anaerobiche. Per la soluzione del secondo problema, si utilizza la prova sulla distanza di gara, a velocità massima. Tuttavia, per evitare il formarsi della « barriera della velocità », occorre non abusare di questo tipo di lavoro.

Nel perseguire l'intensità massima ci imbattiamo nel caso in cui, per migliorare la resistenza, si fa sistematico ricorso a distanze uguali o anche superiori a quella di gara. Nelle attività d'intensità sub-massimale, elevata o moderata, il mezzo fondamentale è invece l'adozione di distanze inferiori a quella di gara. E' allora interessante ricordare che fino agli « anni trenta » si considerava valido l'allenamento che prevedeva essenzialmente distanze superiori a quella di gara. Per esempio, i fondisti dei 10.000 percorrevano 12 o 15 Km in una seduta. Gli sciatori di fondo, che si preparavano per i 50 Km, in una seduta di allenamento coprivano 70 Km, ecc. La scelta di distanze relativamente brevi fu suggerita dal-

(31) Nei principianti, la resistenza, in queste condizioni di lavoro, dipende anche dal grado di stabilità verso gli stati ipossici. Ciò è stato messo in evidenza dai lavori di Kühn (1959), che ha notato, nei principianti, una forte correlazione fra la durata dell'arresto volontario della respirazione ed il tempo realizzato sui 100 m di corsa. Questa dipendenza non si riscontra negli atleti di una certa levatura.

l'intento di allenare gli atleti a velocità superiori a quelle di gara. Dal momento che non si poteva conservare un'elevata velocità a lungo, furono raccorciate le distanze. Tuttavia, il coprire una sola volta la breve distanza esercitava un'influenza limitata sull'organismo. Di conseguenza, la breve distanza venne ripetuta più volte, in ogni seduta, allo scopo di ottenere un più elevato effetto allenante. Le particolarità concrete dello sviluppo della resistenza in attività di intensità sub-massimale, elevata o moderata, sono determinate dalla specificità delle sollecitazioni cui l'organismo viene sottoposto. Quanto più breve è la distanza, tanto maggiore sarà il ruolo svolto dai processi anaerobici e tanto più importante diverrà la capacità di svolgere l'attività in assenza di O₂. Al contrario, con l'aumento della distanza, accresce l'importanza delle reazioni aerobiche e della funzionalità del sistema cardiovascolare e respiratorio. In ogni caso, nello sviluppo della resistenza, si presentano tre compiti principali:

- Il perfezionamento delle capacità anaerobiche (principalmente della loro componente glicolitica).
- Il perfezionamento delle capacità aerobiche, principalmente dell'attività del sistema cardio-vascolare e respiratorio.
- L'aumento della soglia psicologica e fisiologica della stabilità verso le modificazioni della sfera interna, provocate da un lavoro molto intenso.

Molto spesso, il perfezionamento dei meccanismi della resistenza locale, nei gruppi muscolari che sopportano il carico maggiore, svolge parimenti un ruolo importante.

In dipendenza della lunghezza della distanza, variano le modalità ed il tempo impiegato per lo svolgimento di questi compiti. Quanto più lunga è la distanza, tanto maggiore attenzione bisognerà rivolgere allo sviluppo delle possibilità aerobiche. Al contrario, quanto più breve è la distanza, tanto maggiore sarà l'esigenza di perfezionare i meccanismi anaerobici.

I metodi moderni dello sviluppo della resistenza, impiegati nell'allenamento di atleti di elevata qualificazione, richiedono una quantità considerevole di lavoro, tanto nella singola seduta di allenamento, quanto nel ciclo annuale (tabella 25).

Per esempio, alcuni marciatori (secondo A.M. Fruktov) coprono fino a 100 Km al giorno! Il fondista francese Alain Mimoun percorse 85.000 Km negli anni della sua carriera sportiva. Ricordiamo che la circonferenza terrestre, all'equatore, è di 40.000 Km e che Magellano,

Tabella 25 — *Dosaggi massimi nelle sedute di allenamento di alcuni fondisti (secondo N.G. Ozolin, 1959)*

Nomi	Lavoro effettuato in una seduta di allenamento	
V. Kuc	Inverno:	40-50 × 400 m
	Primavera:	80 × 400 m
	Estate:	20-40 × 400 m
E. Zatopck	Inverno:	sino a 130 volte 400 m in 3 sedute al giorno
	Primavera:	40 × 400 m
	Estate:	60 × 400 m
N. Popov	Inverno:	70 × 100 m o 40 × 200 separati da intervalli di 100 m di souplesse
	Prim. ed Estate:	40 × 400 m separati da intervalli di 100 m

il primo circumnavigatore del globo, vi impiegò tre anni. Negli ultimi anni, si è manifestata la tendenza a ridurre la somma globale del lavoro e ad aumentare la sua intensità con una maggiore velocità di spostamento.

Naturalmente, quando si cerca di migliorare la resistenza, bisogna tener conto non solo della lunghezza della distanza, ma anche delle particolarità individuali degli allievi. E' importante ricordarsi che la stessa distanza può presentare differenti zone di intensità relativa, a seconda del livello d'allenamento del soggetto. Per un campione che realizza meno di 1'45" negli 800 m., questa distanza ha l'intensità di uno sprint; al contrario, per un principiante che impiegherà più di 3' a coprirla, questa distanza si assimila al fondo. I risultati della seguente esperienza sono molto istruttivi (N.G. Ozolin, 1959). Tre gruppi di ragazze principianti (285 in totale) si allenarono per gli 800 m. Per il primo gruppo, nella 1ª tappa dell'allenamento, la distanza fu progressivamente portata da 600 a 2.000 m, e percorsa ad una velocità costante (relativamente lenta). Nella 2ª tappa, la distanza fu gradualmente ridotta e portata da 2.000 a 800 m e la velocità aumentata per quanto possibile. Per il II gruppo fu adottato un lavoro a ripetizioni, 4×200 m, con dei recuperi di 5' e velocità superiori a quella di corsa sugli 800 m. Infine il III gruppo doveva correre gli 800 m, in ciascuna seduta, nel miglior tempo possibile. Il lavoro monotono annoiò presto i soggetti di quest'ultimo gruppo. Essi persero il desiderio di allenarsi ed al termine dell'esperienza realizzarono tempi inferiori. La tabella 26 fornisce i risultati di quest'esperimento.

Tabella 26 — *Efficacia comparativa di differenti metodi di sviluppo della resistenza nei principianti (secondo N.G. Ozolin)*

Numero	Numero dei soggetti	Miglioramento medio dei risultati		Note
		Corsa sui 100 metri	Corsa sugli 800 metri	
1	87	1.16	19.9	Un miglioramento di 13"3 fu notato in un test intermedio
2	71	1.84	11.4	
3	127	0.90	4.5	

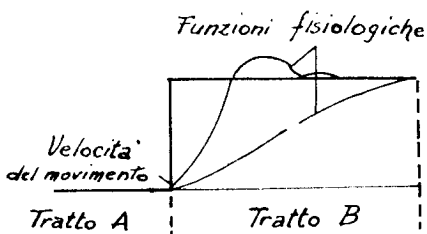
Il miglior risultato è stato dunque ottenuto dai soggetti del primo gruppo, che avevano iniziato con un lavoro prolungato e di debole intensità, dapprima migliorando le proprie possibilità aerobiche. In seguito, partendo da questa base, essi poterono svolgere un lavoro più intenso.

PARTICOLARITÀ DELLO SVILUPPO DELLA RESISTENZA NELL'ALLENAMENTO DI INTENSITÀ VARIABILE

Il mantenimento di una intensità quasi costante d'allenamento facilita l'ottenimento del miglior risultato (Christensen/Högberg, 1950; Mathews e collaboratori, 1963; Michajlov, 1963 e 1965). Le condizioni della forza, però, obbligano spesso a modificare considerevolmente la intensità del lavoro durante l'allenamento. Non tutti gli atleti possono sottoporsi a varianti di lavoro senza una particolare preparazione, perciò questa facoltà di adattamento deve essere allenata in modo specifico.

Esaminiamo che cosa accade a livello dei diversi indici fisiologici, quando si produce un'improvvisa modificazione dell'intensità di lavoro. Supponiamo che un soggetto corra ad una velocità prossima al punto critico e che si trovi in ottimali condizioni di stabilità. Gli indici delle diverse funzioni sono, all'incirca, ad un livello che tende a restare lo stesso (fig. 40, parte A). Se egli opera un repentino aumento della velocità, i diversi sistemi fisiologici debbono adattarsi al nuovo e più elevato livello del lavoro. Ma l'adattamento non può manifestarsi immediatamente, richiede un certo tempo. Durante questo lasso di tempo (fig. 40, parte B), si osserverà una divergenza tra le richieste correnti dell'organismo ed il livello di attività del sistema vegetativo. I diversi sistemi fisiologici si adatteranno al nuovo livello con un ritmo diverso. Per

Fig. 40 — Modificazione delle funzioni fisiologiche nel caso di aumento improvviso della velocità di spostamento (schema convenzionale).



esempio, la frequenza cardiaca salirà quasi istantaneamente, mentre la dilatazione dei capillari intra-muscolari avverrà soltanto dopo un certo tempo. Si verificherà quindi una minor coordinazione nell'attività di tutti questi sistemi. Poiché, a velocità ipercritica, anche un ridotto aumento della medesima provoca un considerevole fabbisogno di O_2 (nella corsa esso aumenta, all'incirca, proporzionalmente al cubo della velocità), parallelamente si crea anche un notevole aumento del debito di O_2 . Soggettivamente, questi processi si esprimono attraverso sensazioni estremamente fastidiose di fatica, che esigono, per il proseguimento del lavoro, sforzi di volontà considerevoli.

Con attività d'intensità variabile, il passaggio delle funzioni fisiologiche ad un nuovo ritmo di lavoro avviene più velocemente e maggiore diviene anche la capacità di adeguamento funzionale di tutti gli organi e sistemi. A tal fine, nell'allenamento, le distanze devono essere percorse con differente accelerazione, con intensità e durata variabili (Spurts). Le qualità morali svolgono qui un grande ruolo. L'atleta deve sapersi imporre di continuare l'allenamento con l'intensità voluta, malgrado la difficoltà. La preparazione di V. Kuc (*) per i Giochi Olimpici di Melbourne, nel 1956, può servire come esempio tipico d'allenamento della resistenza con intensità variabile.

L'inglese G. Pirie era probabilmente avversario più forte di Kuc e si distingueva per uno sprint finale eccellente. Era già accaduto, in precedenti competizioni, che V. Kuc « tirasse » Pirie durante tutta la gara e venisse superato, poi, negli ultimi metri. Durante la preparazione, con l'allenatore G.I. Nikiforov, si progettò di « stroncare » Pirie con frequenti cambi di ritmo. Perciò l'allenamento fu condotto con prove ad intensità variabile sia in pista che nella corsa in campagna. Ai Giochi Olimpici, Kuc riuscì a « stroncare » l'avversario con accelerazioni intermedie spossanti, Pirie a malapena portò a termine la gara senza naturalmente guadagnare alcuna medaglia.

(*) Leggi Kuz.

PARTICOLARITÀ DELLO SVILUPPO DELLA RESISTENZA
NEGLI SPORT DI CONFRONTO INDIVIDUALE E DI SQUADRA

In queste specialità sportive abbiamo a che fare con un lavoro che varia costantemente, tanto nell'intensità dell'impegno, quanto nella forma dei movimenti. Le variazioni di intensità possono essere tali da praticamente ripartire l'intero tempo dell'attività (gioco, partita) in un gran numero di periodi, separati da intervalli di recupero. Nel tennis, per esempio, la durata delle azioni attive rappresenta circa il 30% di tutta la durata della partita (Skorodunova, 1965). Perciò la resistenza, in queste discipline, dipenderà non soltanto dalla rapidità di affaticamento dell'atleta, ma anche dalla durata del suo recupero. L'economia dei movimenti, cioè la capacità di non disperdere forze inutili, esercita un grande ruolo negli sport di confronto individuale e di squadra. Essa si realizza con una buona tecnica e con adeguata decontrazione muscolare. Nel « Sambo » (*), per esempio, nella presa per tenere l'avversario, il lottatore di una certa levatura spenderà il minimo indispensabile di energia, mentre il novizio molta di più (Čumakov, Kulik). In queste discipline il soggetto più resistente non è soltanto quello che si affatica di meno, compiendo un certo lavoro, ma quello che può ottenere lo stesso effetto con un lavoro più ridotto del suo avversario, se ciò non va a scapito del risultato dell'incontro.

Le possibilità aerobiche ed anaerobiche hanno un'importanza considerevole per i cultori di queste specialità sportive. Se, durante i minuti più intensi, l'attività viene svolta essenzialmente grazie ai processi anaerobici, la velocità del recupero, durante i periodi di « calma » relativa, sarà determinata dall'efficienza dei meccanismi aerobici. Negli sport di confronto individuale difficilmente si può influire in modo specifico sulle singole funzioni dell'organismo; altrettanto difficile è il giusto dosaggio dello sforzo. Gli atleti di queste specialità utilizzano perciò esercizi ciclici per migliorare la resistenza (sci di fondo, cross, canottaggio, ecc.). Va però osservato che, senza esercizi specifici della disciplina che è oggetto di allenamento, non è possibile raggiungere un elevato livello di resistenza specifica.

Per sviluppare la resistenza, negli sport di confronto individuale e di squadra, si possono seguire tre indirizzi:

(*) Tipo di lotta (n.d.t.).

- L'intensità e la durata del lavoro d'allenamento possono corrispondere a quelle della gara. Così lavorando, si otterranno buoni risultati soltanto nelle tappe iniziali dell'allenamento.
- La durata dell'incontro può essere prolungata e l'intensità corrispondentemente ridotta (in rapporto a quella della gara). Nella lotta, per esempio, si possono utilizzare combattimenti della durata di 30-60'. Questo metodo è utile per il miglioramento specifico delle possibilità aerobiche, per l'ottenimento di esecuzioni economiche, della decontrazione e per lo sviluppo delle qualità volitive.
- L'intensità può essere aumentata e, di conseguenza, la durata dell'incontro leggermente ridotta e suddivisa in brevi periodi di gioco che saranno ripetuti alcune volte. In questi ultimi anni, simile ripartizione degli sforzi e dei recuperi è stata denominata « metodo intervallato » (Neugebauer, 1961). Nella pallavolo, nel tennis, nella scherma, dove gli incontri sono condotti fino alla vittoria, la suddivisione è fatta sulla base della loro probabile durata media. Per esempio, nel calcio, il tempo complessivo (due volte 45') viene diviso in 6 periodi di 15' ciascuno, durante i quali il giocatore è sollecitato a prodursi a ritmo elevato. Con il miglioramento della condizione dei giocatori, la durata del riposo fra i periodi viene, a poco a poco, ridotta, fatta eccezione per le interruzioni legate ai regolamenti della gara.

PARTICOLARITÀ DELLO SVILUPPO DELLA RESISTENZA

NEGLI ESERCIZI DI FORZA

La resistenza, in qualsiasi esercizio di forza, è valutata abitualmente dal numero di ripetizioni possibili di un dato esercizio (massimo numero di tirate e di piegamenti su una gamba, ecc.) oppure dalla durata massima registrata nel mantenere una posizione sostenendo un carico (32). Come in tutti i casi analoghi, esistono anche qui degli indici assoluti e degli

(32) Si utilizzano anche due altri gruppi di indici: a) il tempo più breve per l'esecuzione di un esercizio di forza (per esempio, 6 volte l'arrampicata alla fune di 5 m); b) il maggior numero di movimenti in un tempo stabilito (per esempio, il maggior numero possibile di piegamenti delle gambe, in 10-20-30 secondi).

Quando la grandezza della resistenza da vincere è debole, non vi è alcun rapporto tra il massimo numero possibile di ripetizioni (senza limitazione di tempo) e quello del numero di movimenti in un tempo determinato. L'aumento di uno di questi indici, per effetto dell'allenamento, non influisce sull'altro (Capen, 1951).

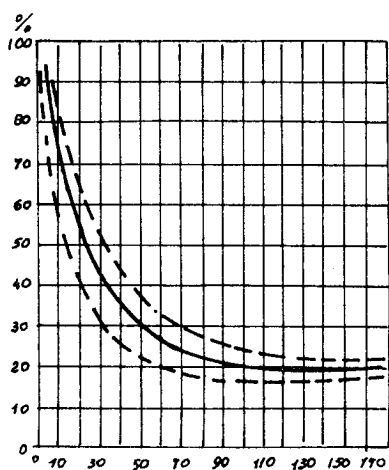


Fig. 41 — Dipendenza tra il carico (percentuale del carico massimale) e il numero degli strappi con bilanciere, nei sollevatori (V.M. Zaciorskij, N.I. Volkov, N.G. Kulik, 1965). Linea intera = valori medi eguagliati secondo il metodo dei minimi quadrati. Linea tratteggiata = scarti standard dalla media (± 0). Sull'ascissa è riportato il numero delle ripetizioni.

indici parziali di resistenza. Nella valutazione degli indici assoluti non si tiene conto dei differenti livelli della forza (per esempio, si chiede a tutti i soggetti di eseguire una distensione con un bilanciere di peso identico e di mantenere la posizione). Al contrario, nella valutazione degli indici parziali di forza, i soggetti sono distinti a seconda della loro possibilità (per esempio, si domanda loro di eseguire una distensione con un bilanciere di peso equivalente al 50% della propria forza massima). E' importante il problema che postula una dipendenza degli indici della resistenza dalle possibilità di forza. Gli indici assoluti della resistenza dipendono in modo accentuato dalla forza. I soggetti molto forti possono effettuare un esercizio di forza parecchie volte (vedi tabella 27 - secondo Zaciorskij-Kulik).

Questa dipendenza è però rilevabile soltanto quando la grandezza dello sforzo si aggira almeno attorno al 20-30% della forza massima. Con sforzi inferiori, il numero delle ripetizioni possibili o la durata del mantenimento della posizione (con carico) aumentano rapidamente (fig. 41) e non dipendono praticamente più dalla forza massima (Rohmert, 1960; Lille e altri, 1963). Gli indici parziali della resistenza non dipendono dunque dalla forza massima. Talvolta, ma raramente, è stata trovata fra di essi una correlazione negativa (Hettinger, 1953; Tuttle e collaboratori, 1955; Dann, 1960; e altri).

L'esempio seguente chiarisce quanto è stato detto in merito alla dipendenza tra forza e resistenza. Prendiamo due atleti, la cui migliore prestazione nella distensione sia rispettivamente di 100 e 60 Kg. E' evi-

Tabella 27 — Collegamento fra il risultato nella distensione dalla panca ed il massimo numero di movimenti di distensione con un bilanciere (secondo Zaciorskij-Kulik)

Numero delle prove	Forza massima dei soggetti				
	55 kg	60 kg	65 kg	70 kg	75 kg
Peso sollevato = 40 kg (r = +0,732)					
31-35					3
26-30			1	4	4
21-25		4	2	2	4
16-20		4	5	8	--
11-15	3	2	1		
6-10	3	3			
0-5	1				
Peso sollevato = 50 kg (r = +0,903)					
22-24					1
19-21					1
16-18			1	3	3
13-15			2	8	4
10-12		3	5	5	3
7-9	1	5	3		
4-6	4	4			
0-3	3				

dente che il primo effettuerà un maggior numero di distensioni del secondo con un bilanciere di 50 Kg. In questo caso i suoi indici assoluti della resistenza saranno superiori. Se si chiede agli stessi atleti di effettuare le distensioni con un carico di 10 Kg (meno del 20% della forza massima dei due atleti), non si può dire in anticipo quale dei due sarà il più resistente. In questo caso, la resistenza (il numero delle ripetizioni) non dipende dal livello della forza. Infine, quando entrambi eseguiranno la distensione con un carico equivalente al 50% della loro forza massima (rispettivamente 50 e 30 Kg), sarà nuovamente difficile dire in anticipo quale dei due sarà il più resistente; anche in questo caso, la resistenza non dipenderà dalla forza massima.

Dal momento che, tanto nella vita normale quanto nello sport, le persone si confrontano in base alla loro forza, ci interessano praticamente soltanto gli indici assoluti della resistenza allo sforzo. Come è già stato detto, questi indici dipendono in modo rilevante dal livello della forza e tanto più, quanto più elevata è la resistenza da superare. Perciò è indispen-

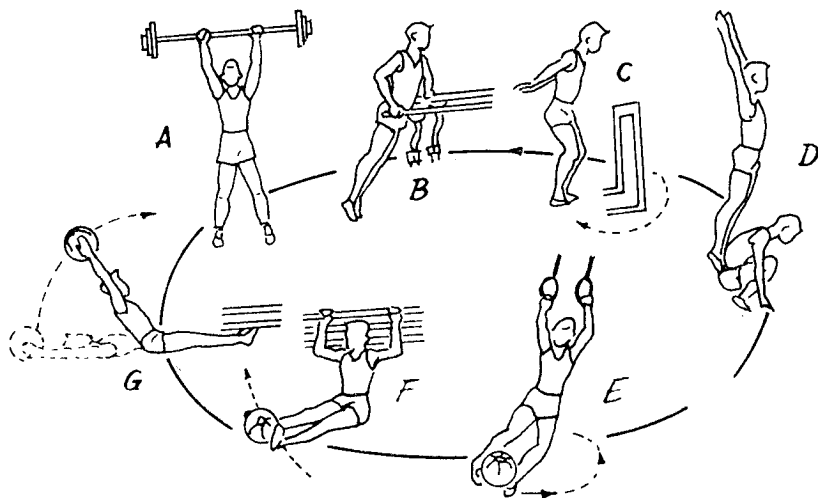


Fig. 42 — Allenamento in circuito. Una delle varianti possibili (da X. Dewbler, 1962).

sabile superare ripetutamente resistenze elevate (circa il 75-80% del massimo). A questo fine non si può allenare, in modo specifico, principalmente la resistenza e limitare lo sviluppo della forza (Mc Cloy, 1948; Capen, 1961; A.A. Zalej, 1965; e altri). Con resistenze inferiori, può essere accentuatamente sviluppata tanto la forza, quanto la resistenza. Per esempio, se il ginnasta non ha sufficiente « resistenza » per mantenere una croce agli anelli per 3", è necessario migliorare la forza e non la resistenza. Ma se egli, invece, esegue in una combinazione 4 croci e non è capace di tenerne una quinta, allora dovrà allenare la resistenza. In questo caso, per il miglioramento della resistenza, si adotteranno ripetuti esercizi di forza con carichi dell'ordine del 35-80% del massimo. Questi esercizi saranno eseguiti « fino all'esaurimento ».

Molto spesso, il cosiddetto « allenamento a circuito » (circuit-training) è un metodo efficace e pratico per il miglioramento della resistenza. Questo metodo ha avuto una larga diffusione nei paesi occidentali. Si articola in un gruppo di esercizi, suddiviso, a sua volta, in alcuni sottogruppi (6-10), a seconda del numero degli attrezzi (e dell'agibilità dell'ambiente in cui ci si allena).

Il soggetto esegue un esercizio in ciascuna stazione (attrezzo) e passa subito alla successiva e così di seguito, per tutto il circuito (fig. 42).

L'AFFATICAMENTO EMOZIONALE

Nel processo del miglioramento funzionale del fisico, la componente emotiva dell'affaticamento viene ad aggiungersi a quella fisica, rendendolo più pesante (I.S. Piralisvili, 1960-62). Per esempio, nei pugili, il recupero richiede un tempo nettamente più lungo dopo un combattimento, piuttosto che dopo una seduta d'allenamento, anche se durata a lungo. Dal punto di vista emotivo, sono le grandi competizioni che comportano uno sforzo straordinariamente elevato; il ristabilimento della capacità di rendimento può richiedere anche alcuni giorni. Per ridurre l'affaticamento emotivo, si consiglia quanto segue:

- Durante le sedute di allenamento, per quanto possibile, occorre limitare le emozioni negative (paura, ecc.). Per esempio, un ginnasta che abbia iniziato soltanto da poco ad eseguire da solo un esercizio pericoloso (salto), è meglio che lo ripeta un numero limitato di volte. Se si elimina la paura, prestandogli assistenza, si può aumentare considerevolmente il numero delle ripetizioni. Beninteso, presto o tardi, bisognerà fargli eseguire questo esercizio senza assistenza, ma l'allenatore è obbligato a tener conto, in questo caso, dello sforzo emotivo.
- Nelle gare dove l'atleta dovrà impegnarsi più volte (qualificazioni, finali, ecc.), egli va messo in condizione di non « esaurirsi » già nei primi tentativi.
- Al primo manifestarsi dell'affaticamento emotivo, è indispensabile sapersi « svagare », non pensare alla gara. Le passeggiate ed il pattinaggio su ghiaccio sono utili mezzi a questo fine. Se il sonno è disturbato (33) e, nei giorni che seguono, è necessario affrontare ugualmente delle gare, sono utili i medicinali che tranquillizzano il sistema nervoso, dietro ricetta del medico.

(33) In caso di affaticamento emozionale, diviene difficile prendere sonno. Al contrario, se si tratta di fatica fisica, l'atleta si addormenta facilmente. L'influenza che sarà esercitata dal sonno è un indice semplice per distinguere i due tipi di affaticamento: fisico o emozionale.