

CLASSIFICAZIONE DEGLI SPORT E DETERMINAZIONE DEI MEZZI DI ALLENAMENTO

P. BELLOTTI, G. BENZI, A. DAL MONTE,
A. DONATI, E. MATTEUCCI, C. VITTORI

Tratto da: Quaderni dello Sport, n. 1, Gennaio 1978, pagg. 15-22.

PREMESSA

Lo scopo del presente lavoro è quello di proporre, mediante semplici tabelle, una classificazione delle attività sportive che possa costituire, per l'allenatore, uno strumento pratico con il quale orientarsi concretamente nel determinare gli obiettivi cui deve mirare (allenare, nel nostro caso, un processo fornitore di energia piuttosto che un altro oppure una qualità fisica invece di un'altra) e nella scelta dei mezzi di allenamento che, per la loro specificità, meglio di altri possono consentirgli di raggiungerli.

Lo spunto iniziale per questo tentativo di classificazione delle specialità sportive ci è stato dato dal processo di revisione e di chiarificazione, tuttora in corso, dell'incidenza percentuale dei differenti meccanismi erogatori di energia nella prestazione agonistica. Tale processo di chiarificazione ha consentito di rivalutare soprattutto il ruolo che effettivamente gioca il processo anaerobico alattacido anche in quelle prestazioni nelle quali fino a poco tempo fa esso era considerato o scarsamente o addirittura per nulla interessato.

Sono stati soprattutto alcuni studiosi come Fox, Mathews, Taylor ad essersi interessati di questi problemi, anche se un'attenta lettura di alcuni testi precedenti, per esempio del fisiologo italiano Rodolfo Margaria, già consente di ritrovare i motivi che hanno portato alla riconsiderazione dei presupposti biofisiologici della prestazione sportiva. Gli Autori di questo scritto possono, d'altro canto, sostenere la validità di questi principi attraverso il contributo ottenuto dall'analisi dei risultati delle loro esperienze pratiche di allenamento.

Partendo dalla conoscenza delle caratteristiche e delle qualità fisiche che determinano il livello del risultato in una particolare specialità sportiva, occorre ricercare i mezzi di allenamento più efficaci per migliorare la capacità di prestazione dell'atleta. D'altro canto, la scelta dei mezzi più idonei per raggiungere questo scopo è fortemente condizionata dalla precisa individuazione del ruolo che ogni processo energetico riveste nelle diverse prestazioni agonistiche.

I processi erogatori di energia impiegati nel lavoro muscolare sono, come si sa, riconducibili ai tre seguenti:

- *processo anaerobico alattacido*, legato al pool dei fosfati (soprattutto ATP+CP), che costituisce il meccanismo più potente;

- *processo anaerobico lattacido*, legato alla scissione del glicogeno in assenza di ossigeno di potenza pari a circa il 45% del precedente;
- *processo aerobico*, legato alla ossidazione del glucosio e di potenza pari a circa il 63% del processo anaerobico lattacido e, dunque, al 27% circa di quello anaerobico alattacido.

Esaminiamo, perciò, uno per uno, questi tre fondamentali processi biochimici, cercando di metterne in luce gli aspetti più interessanti e più concretamente utilizzabili in campo pratico, avvertendo, nel contempo, che una visione moderna di questi problemi non significa assolutamente una modificazione dei presupposti scientifici già noti, ma piuttosto una più corretta interpretazione della dinamica di intervento di ciascuno nel corso della prestazione e delle loro interrelazioni.

PROCESSO ANAEROBICO ALATTACIDO

Esso si esplica attraverso l'utilizzazione dei fosfati, sostanze particolarmente ricche di energia, ma presenti in quantità tali da esaurirsi dopo 7-8 secondi di impegno massimale (per alcuni Autori ma per altri anche di più) o dopo impegni di durata inferiore ma ripetentisi a brevissima distanza di tempo. Si sa che, sottoposto ad impegni del tipo di quelli descritti, l'organismo può continuare a lavorare solo ricorrendo ad altri processi erogatori di energia, i quali consentono certamente di lavorare per più tempo ancora, ma con un'intensità via via decrescente poiché meno potenti.

Cosa significa aver chiarito l'effettivo ruolo che l'ATP-CP svolge nel corso della prestazione sportiva? Significa aver evidenziato che le possibilità di utilizzazione dei fosfati altamente energetici possono andare ben al di là dei 7-8 secondi con i quali, generalmente, si esprime la potenza, cioè l'energia potenziale chimica di questo meccanismo, qualora l'impegno muscolare sia tale da richiedere non la massima potenza del processo, ma percentuali più basse di essa (1).

Si può formulare un'ipotesi su ciò che si verifica all'interno di un muscolo allorché è impegnato in un determinato lavoro. Se questo lavoro corrisponde ad una potenza pressoché pari alle massime capacità del muscolo, la percentuale delle fibre impegnate nell'unità di tempo sarà elevatissima, quasi massima (sappiamo infatti come sia impossibile reclutare in toto tutte le fibre se non in condizioni di grande emer-

(1) La potenza è collegata con la velocità delle reazioni biochimiche che presiedono alla liberazione di energia; d'altra parte la velocità di reazione biochimica è, a sua volta, condizionata dall'attività di quei catalizzatori organici che sono gli enzimi. Pertanto si può affermare che la potenza è funzione dell'attività enzimatica di un sistema capace di autotrasformazione. La capacità è invece, sostanzialmente, legata alla disponibilità dei substrati trasformabili e, quindi, alla *energia chimica potenziale*. L'energia chimica disponibile per la prestazione è indicabile come energia chimica attuale, la quale è sempre una parte dell'energia chimica potenziale; alcuni eventi chimico-fisici possono elevare la quota di *energia chimica attuale* e, pertanto, aumentare la capacità attuale del sistema. L'allenamento può proprio agire su questi mezzi chimico-fisici (ad esempio pH, pO₂, pCO₂, ecc.) incrementando nell'atleta la quota di energia da lui utilizzabile rispetto alla quota di energia chimica potenziale.

genza). Se, invece, il tipo di lavoro richiede una potenza inferiore alla massima, il sistema nervoso provvederà a reclutarne solo una parte. Ma questo parziale reclutamento non avviene nella stessa proporzione della percentuale di potenza richiesta: per esempio, un lavoro che richiede una potenza del 98% della massima consentita, non ha bisogno del 98 per cento delle fibre, ma di una percentuale molto minore; la fisiologia insegna infatti che a misura che cresce l'intensità del lavoro, il costo energetico del lavoro esterno fornito cresce in maniera esponenziale. Logicamente, anche la diminuzione del costo energetico del lavoro, come conseguenza di potenze percentualmente più basse della massima, procede con un andamento esponenziale. Da quanto detto è facile concludere che, *allontanandosi anche di poco dalla massima potenza di lavoro si realizza un grande risparmio di energia e quindi si impegnano molte meno fibre*. Pertanto, nel caso di un lavoro di durata inferiore ai 7-8 secondi circa, si potrà senz'altro mantenere la massima potenza consentita, mentre per un lavoro di durata maggiore di 7-8 secondi o di durata anche inferiore, ma ripetuto una o più volte a breve intervallo, non si potrà in ciascun momento mantenere la massima potenza, ma una percentuale di questa. Ciò consentirà di tenere in attività solo una parte di fibre muscolari e di consumare quindi una quantità minore di fosfati.

Queste considerazioni consentono di capire perché, per esempio nelle distanze brevi dell'atletica leggera oltre ai 100 metri, come i 200 e i 400 metri, tale processo sia di fondamentale importanza ai fini del risultato cronometrico finale. Secondo Mathews e Fox l'incidenza di tale processo nelle prove sopra menzionate è rispettivamente del 98% e dell'80%.

Da quanto detto si rileva anche il ruolo importantissimo di quei mezzi di allenamento che hanno lo scopo di migliorare l'efficienza di questo processo sia dal punto di vista della potenza sia dal punto di vista della capacità, come pare sia possibile fare secondo diversi Autori.

Ci sembra più realistico considerare possibile l'incremento sia della potenza sia della capacità del processo anaerobico lattacido, contrariamente a quanti affermano che sia possibile influenzare soltanto la potenza. Per quanto riguarda la capacità si consideri il caso di uno sprinter duecentista che migliora il suo record personale sulla distanza dei 200 m. senza aver incrementato le sue punte di velocità massima. Si può verosimilmente pensare che il miglioramento della prestazione sarà stato conseguente alla possibilità di disporre nel finale di gara di una maggiore quantità di scorte energetiche, presumibilmente incrementate con mezzi di allenamento specifici.

Ammettiamo ora, invece, il caso di un atleta che sia in grado di sollevare un bilanciere di 80 kg. per una volta: questa è la sua alzata massima, il suo « massimale ». Lo stesso atleta sarà in grado, poniamo anche di sollevare per 4 volte di seguito un bilanciere di kg. 60. Allenando la sua forza massima egli riuscirà a portare il suo massimale ad un livello superiore, ad esempio kg. 100. E' evidente che l'atleta è diventato capace sia di reclutare un maggior numero di fibre sia soprattutto di sviluppare per ciascuna fibra una potenza maggiore. Abbiamo visto, d'altro canto, come numerose ricerche ammettano queste possibilità derivanti sia dall'incremento dell'attività enzimatica sia dall'incremento

delle scorte dei fosfati e sia dall'aumento di diametro delle stesse terminazioni nervose (2).

L'atleta divenuto capace di un « massimale » pari a 100 kg. riuscirà a sollevare il bilanciere di 60 kg. non solamente 4 volte, ma 4+X volte; in altre parole le modificazioni cui abbiamo accennato influiranno positivamente anche sulla sua capacità di resistenza assoluta.

Resta comunque difficile accettare l'idea di poter allenare in maniera differenziata i due aspetti del medesimo processo (la potenza e la capacità — resistenza — anaerobica alattacida); in realtà, a livelli iniziali di qualificazione atletica una diversificazione sostanziale dei mezzi di allenamento non è da ricercare, poiché la naturale reciproca influenza tra i due aspetti assicura il miglioramento dell'uno allenando l'altro. E' nella ulteriore e più elevata qualificazione che la differenziazione dei mezzi di allenamento diventa essenziale e qualificante.

Da tutto quanto abbiamo finora detto risulta evidente come il processo anaerobico alattacido interessi una gamma notevole di specialità sportive, raggruppabili fondamentalmente in questo modo:

1) specialità sportive individuali, nelle quali la prestazione è costituita da un impegno unico, continuo e massimo, di durata compresa tra qualche secondo e 40-45 secondi;

2) e 3) specialità sportive individuali e di squadra, nelle quali la prestazione non è di tipo continuo ed uniforme, ma in cui esiste un'alternanza di fasi di lavoro ad impegno massimo o quasi massimo, di fasi di lavoro ad impegno medio o scarso e di fasi di riposo.

In tutti i tre gruppi elencati di specialità sportive il ruolo del processo anaerobico alattacido è certamente importante, anche se nel 2° e 3° gruppo (comprendenti rispettivamente gli sport individuali di combattimento e gli sport di squadra) non è possibile definire con precisione la dinamica di intervento, di utilizzazione e di ripristino delle scorte di fosfati, non si può cioè precisare né il momento in cui le scorte vengono esaurite né il momento in cui esse sono completamente ricostituite. Ciò dipende da una serie numerosa di fattori e, in definitiva, da un modello di prestazione agonistica, non riproducibile ma solo ipotizzabile: caratteristiche psicofisiche e tecniche degli avversari, consegne tattiche, particolare ruolo rivestito all'interno di una squadra, tipo di pause, ecc.

Perciò, nella tabella n. 1 si può osservare come la suddivisione degli sport in base al processo energetico prevalente o determinante ai fini della prestazione metta in rilievo il fatto che non solo le specialità che prevedono un impegno unico continuo e massimo compreso tra pochi secondi e 40-45", ma tutti gli sport di squadra e tutti gli sport di combattimento (in definitiva tutti quelli che prevedono un'alternanza di fasi di impegno di diversa intensità) costituiscano un gruppo caratterizzato dalla notevole importanza del processo anaerobico alattacido nel determinare la prestazione. Per ciascuna di queste specialità è stata indicata l'incidenza, nella prestazione stessa, del processo anaerobico

(2) Si veda per esempio « Biochemische Adaptationsmechanismen der Skelettmuskeln an erhöhte Aktivität », di N.N. Jakowlew, in *Medizin und Sport*, vol. 15, n. 5/1975 pp. 132-137.

Tab. 1 - SPECIALITA' SPORTIVE CARATTERIZZATE DALLA PREVALENTE INCIDENZA DEL PROCESSO ANAEROBICO ALATTACIDO NEL DETERMINARE LA PRESTAZIONE

Specialità		Processo Anaerobico Lattacido	Processo Aerobico
		IMPORTANZA	IMPORTANZA
Sollevamento pesi	M	irrilevante	irrilevante
Atletica - peso	M/F	irrilevante	irrilevante
Atletica - disco	M/F	irrilevante	irrilevante
Atletica - martello	M	irrilevante	irrilevante
Atletica - giavellotto	M/F	irrilevante	irrilevante
Atletica - alto	M/F	irrilevante	irrilevante
Atletica - lungo	M/F	scarsa	irrilevante
Atletica - triplo	M	scarsa	irrilevante
Atletica - asta	M	scarsa	
Atletica - 100 m	M/F	scarsa	irrilevante
Atletica - 100 m ost.	F	scarsa	irrilevante
Atletica - 110 m ost.	M	scarsa	irrilevante
Atletica - 4 x 100 m	M/F	scarsa	irrilevante
Atletica - 200 m	M/F	discreta	irrilevante
Ciclismo pista - velocità (individuale e tandem)	M/F	elevata	scarsa
Atletica - 400 m	M/F	elevata	scarsa
Atletica - 4 x 400 m	M/F	elevata	scarsa
Nuoto - 100 m (4 stili)	M/F	elevata	scarsa
Patt. Ghiaccio - 500 m	M/F	elevata	scarsa
Patt. Rotelle - 500 m	M/F	elevata	scarsa
Atletica - 400 m ost.	M/F	elevata	scarsa
Sci - slalom speciale	M/F	discreta	scarsa
Ciclismo - 1 km da fermo	M	elevata	scarsa
Sci - slalom speciale	M/F	elevata	scarsa
Sci - discesa libera	M/F	elevata	scarsa
Scherma - 3 armi	M/F	irrilevante	irrilevante
Lotta - libera e greco rom.	M	elevata	scarsa
Judo	M/F	scarsa	irrilevante
Pugilato - dilettanti	M	elevata	discreta
Pugilato - professionisti	M	elevata	discreta
Tennis - singolo	M/F	discreta	scarsa
Tennis - doppio	M/F	scarsa	scarsa
Pallavolo	M/F	scarsa	scarsa
Pallacanestro	M/F	scarsa	scarsa
Pallamano - portiere	M/F	irrilevante	irrilevante
Pallamano - altri ruoli	M/F	scarsa	scarsa
Pallanuoto - portiere	M	irrilevante	scarsa
Pallanuoto - altri ruoli	M	elevata	discreta
Calcio - portiere	M/F	irrilevante	irrilevante
Calcio - altri ruoli	M/F	discreta	discreta
Rugby	M	discreta	discreta
Hockey su prato	M/F	discreta	discreta
Hockey su ghiaccio	M	discreta	discreta
Hockey a rotelle	M	discreta	scarsa
Baseball	M	scarsa	irrilevante
Softball	F	scarsa	irrilevante

Tab. 2 - PARTECIPAZIONE DEI PROCESSI ENERGETICI NEI DIVERSI SPORT

Attività sportive	% di partecipazione		
	ATP-PC and LA	LA-O ₂	O ₂
1. Baseball	80	20	—
2. Basketball	85	15	—
3. Fencing	90	10	—
4. Field Hockey	60	20	20
5. Football	90	10	—
6. Golf	95	5	—
7. Gymnastic	90	10	—
8. Ice Hockey			
a. forwards, defense	80	20	—
b. goalie	95	5	—
9. Lacrosse			
a. goalie, defense, attack men	80	20	—
b. midfielders, man-down	60	20	20
10. Rowing	20	30	50
11. Skiing			
a. slalom, jumping, downhill	80	20	—
b. cross-country	—	5	95
c. pleasure skiing	34	33	33
12. Soccer			
a. goalie, wings, strikers	80	20	—
b. halfbacks, or link men	60	20	20
13. Swimming and diving			
a. 50 yds., diving	98	2	—
b. 100 yds.	80	15	5
c. 200 yds.	30	65	5
d. 400, 500 yds.	20	40	40
e. 1500, 1650 yds.	10	20	70
14. Tennis	70	20	10
15. Track and field			
a. 100, 200 yds.	98	2	—
b. field events	90	10	—
c. 440 yds.	80	15	5
d. 880 yds.	30	65	5
e. 1 mile	20	55	25
f. 2 miles	20	40	40
g. 3 miles	10	20	70
h. 6 miles (cross-country)	5	15	80
i. marathon	—	5	95
16. Volleyball	90	10	—
17. Wrestling	90	10	—

(da «The Physiological basis of physical education and athletics», di D.K. Mathews, E.L. Fox - 1976, W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA, pagg. 577).

lattacido e di quello aerobico. Abbiamo cercato cioè, sulla base di precise indicazioni fornite — per molte prove sportive — da Mathews e Fox (v. tabella n. 2) e da altri Autori come Taylor, di indicare il grado di importanza dei diversi processi biochimici nella produzione dell'energia necessaria per compiere le differenti prestazioni.

Per concludere il discorso sul processo anaerobico alattacido e sulle discipline sportive che da questo sono caratterizzate, vorremmo far osservare che il ruolo di questo processo non si esaurisce in quanto finora

Tab. 3 - SPECIALITÀ SPORTIVE CARATTERIZZATE DALLA PREVALENTE INCIDENZA DEL PROCESSO ANAEROBICO LATTACIDO NEL DETERMINARE LA PRESTAZIONE

Specialità		Processo Aerobico	Processo Anaerobico Alattacido
		IMPORTANZA	IMPORTANZA
Pattin. rotelle - 1000 m	M	scarsa	discreta
Aletica - 800 m	M/F	scarsa	discreta
Nuoto - 200 m (4 stili e m.)	M/F	scarsa	discreta
Pattin. ghiaccio - 1500 m	M/F	scarsa	discreta
Pattin. rotelle - 1500 m	F	scarsa	discreta
Canoa - 500 m	M/F	scarsa	elevata
Canoa - 1000 m	M/F	discreta	elevata
Canottaggio - 1000 m	F	discreta	elevata
Aletica - 1500 m	M/F	discreta	discreta
Nuoto - 400 m (lib. e m.)	M/F	discreta	discreta
Ciclismo pista - inseq. ind.	F	discreta	discreta
Ciclismo pista - inseq. sq.	M	discreta	discreta
Ciclismo pista - inseq. ind. dilett. e profess.	M	discreta	discreta
Pattin. ghiaccio - 3000 m	M/F	discreta	discreta
Pattin. rotelle - 3000 m	F	discreta	discreta
Canottaggio - 1500 m jun.	M	discreta	discreta
Canottaggio - 2000 m	M	discreta	discreta
Pattin. ghiaccio - 5000 m	M/F	elevata	discreta
Pattin. rotelle - 5000 m	M/F	elevata	discreta
Aletica - 3000 m siepi	M	massima	discreta
Aletica - 3000 m	F	massima	discreta
* Pugilato - profession.	M	discreta	massima
* Tennis - singolo	M	discreta	massima
* Calcio (tranne portiere)	M	discreta	massima
* Rugby	M	discreta	massima
* Pallanuoto (tranne portiere)	M	discreta	massima

Nota - Le specialità contrassegnate con un asterisco (*) sono anche presenti nella Tab. 2 per i motivi indicati nel testo.

esposto: infatti dai dati cui ci siamo riferiti esso sembrerebbe incidere, per molte specialità, in misura percentualmente spesso assai maggiore di quanto non si pensasse in passato; tale divergenza dipende dal diverso modo di osservare il metabolismo energetico.

I due Autori americani citati, infatti, hanno considerato le connessioni esistenti tra un meccanismo e gli altri nella produzione dell'energia necessaria per compiere prestazioni sportive di diversa intensità e durata. Sappiamo ad esempio, come il meccanismo lattacido provveda alla risintesi dei fosfati quando le scorte di fosfocreatina sono pressoché dimezzate: così, in una gara di 200 metri di corsa la partecipazione del processo lattacido nel metabolismo energetico è quasi completamente rivolta alla risintesi della fosfocreatina; soltanto per il 2% infatti, esso partecipa alla produzione dell'energia *direttamente* necessaria a compiere la prestazione.

Per il restante 98% l'energia proviene dalla fosfocreatina la quale da una parte risintetizza in tale misura l'ATP necessario alla contrazione

muscolare, dall'altra è essa stessa risintetizzata dal meccanismo anaerobico lattacido, a partire — come abbiamo già detto — dal momento in cui le scorte sono dimezzate. La figura n. 1 mette in evidenza come la fosfocreatina sia la sola responsabile della produzione energetica per una durata inversamente proporzionale all'intensità del lavoro.

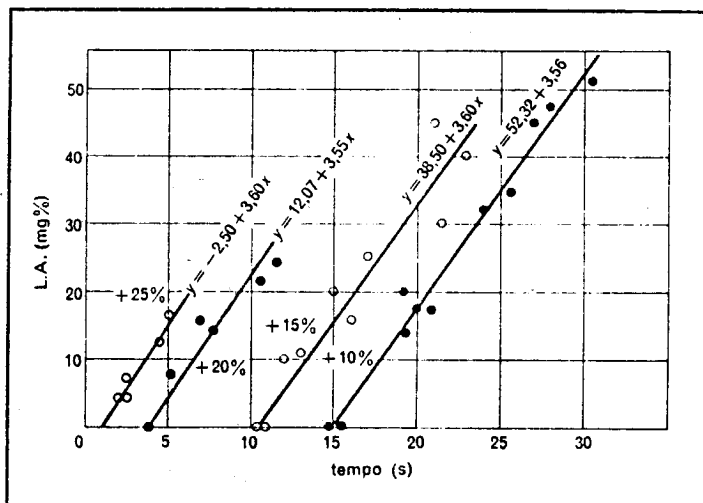
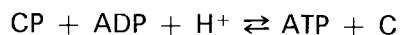


Fig. 1 - Concentrazione di lattati nel sangue in 4 lavori di differente intensità. Sull'ascissa si vede che l'apparizione dei lattati è legata all'intensità dell'impegno: se questa è molto elevata i lattati appaiono dopo pochi secondi; per intensità progressivamente inferiori l'apparizione è osservabile dopo molti secondi (il disegno è di Margaria e altri, 1964).

Si tenga sempre presente la necessità di distinguere tra energia primaria ed energia secondaria, intendendo per la prima l'energia libera che può essere trasformata in lavoro direttamente durante la degradazione dei substrati, mentre per la seconda la quota energetica che, durante la degradazione dei substrati stessi, non viene utilizzata direttamente per produrre lavoro, ma viene immagazzinata sotto forma di energia chimica nei cosiddetti « accumulatori di energia » (creatinfosfato, guanosintrifosfato, uridintrifosfato, ecc.).

L'energia primaria può essere distinta in energia primaria anaerobica (liberantesi nelle sequenze glucoso 6-P → Piruvato) ed energia primaria aerobica (liberantesi nel ciclo di Krebs). La scissione del CP è, d'altra parte, direttamente influenzata dalla funzionalità del meccanismo anaerobico lattacido, in quanto la lattacidosi (e pertanto l'incremento degli idrogenioni: H⁺) tende a spostare verso la destra il verso della reazione qui sotto indicata:



Questo incremento idrogenionico può essere pertanto utile per incrementare le quote di CP scindibili che risulteranno maggiori di quelle

che — a parità di ogni altra condizione — si sarebbero potute utilizzare senza l'intervento della lattacidosi.

Nell'esempio citato più sopra, se è vero che il 2% dell'energia primaria deriva dalla degradazione anaerobica del glicogeno, non va trascurato il fatto che il processo anaerobico lattacido provvede, in gran parte, alla liberazione di energia secondaria per la ricarica del CP. Questa energia, osservata sul versante dell'utilizzo, rientrerà in quel 98% che viene derivato dal pool dei fosfati labili.

Un discorso analogo a quello fatto per le connessioni tra il meccanismo anaerobico alattacido e quello lattacido va fatto anche per le connessioni di quest'ultimo con il meccanismo aerobico. Una interpretazione di questo genere permette di scegliere, nella pratica, mezzi di allenamento che vadano ad influire in modo specifico sul processo energetico *direttamente* responsabile della produzione dell'energia necessaria per la prestazione. In questo caso il meccanismo necessario per la risintesi verrà comunque allenato, ma nello stesso modo indiretto con il quale risulta impegnato durante la prestazione medesima, senza cioè renderlo oggetto di mezzi diretti di allenamento.

PROCESSO ANAEROBICO LATTACIDO

Abbiamo già descritto il ruolo di risintesi indiretta dell'ATP svolto dal meccanismo anaerobico lattacido allorché esso risintetizza la fosfocreatina (energia secondaria anaerobica). Poiché però, come è stato dimostrato da Margaria e da altri Autori, la fosfocreatina, in esercizi di durata ad impegno sub-massimale, « giunge all'esaurimento in un tempo normalmente non superiore a 30-40 secondi » (3), occorre aggiungere che nel caso di competizioni di durata superiore a circa 40 secondi, il meccanismo anaerobico lattacido esalta l'altra sua capacità di risintesi diretta dell'ATP, quindi senza la risintesi della fosfocreatina (energia secondaria aerobica).

Da quanto detto risulta che il processo anaerobico lattacido è fondamentale per la produzione dell'energia necessaria a compiere la prestazione sportiva nelle seguenti specialità:

1) quelle individuali che si realizzano con un impegno unico, continuo e con intensità pressoché costante, di durata compresa tra i 40-45 secondi e 4 minuti circa;

2) gli sport individuali di combattimento nei quali, in seguito alla durata ed alla intensità media particolarmente elevata, il processo anaerobico lattacido può anche giungere a risintetizzare direttamente l'ATP, dopo l'esaurimento quasi totale delle scorte di fosfati;

3) gli sport di squadra, nell'ambito dei quali alcuni atleti, in seguito all'impegno particolarmente gravoso e continuo che viene loro richiesto dalle esigenze tecnico-tattiche della squadra, possono venirsi a trovare nelle situazioni descritte nel punto precedente.

(3) Margaria R., Fisiologia muscolare e meccanica del movimento, Biblioteca della EST, Mondadori, 1975, pag. 31.

Nella tabella n. 3 sono indicate le specialità sportive nelle quali il processo anaerobico lattacido prevale rispetto agli altri nel determinare la prestazione. Come nella tabella n. 1, anche nella n. 3 è stata indicata l'importanza degli altri due processi erogatori di energia. Nella categoria degli sport individuali di combattimento e in quella degli sport di squadra sono stati nuovamente inseriti il pugilato professionisti (facendo particolare riferimento agli incontri di durata superiore alle 6-8 riprese), il tennis (nella specialità del singolo, con particolare riferimento agli incontri che si protraggono molto a lungo), il calcio con riferimento a quegli atleti che, per caratteristiche proprie e degli avversari, oltre che per le disposizioni tattiche ricevute, forniscono un tipo di impegno particolarmente continuo ed intenso), il rugby, la pallanuoto.

Un discorso analogo si potrebbe fare per l'hockey sul prato, a rotelle e su ghiaccio e per la pallacanestro, anche se occorre mettere in evidenza che, in queste specialità, meno frequentemente si arriva ad impegni così intensi, massicci e ripetuti da richiedere l'intervento consistente del processo anaerobico lattacido nella risintesi *diretta* dell'ATP.

PROCESSO AEROBICO

Anche per il processo aerobico è opportuno sottolineare la duplice possibilità di intervento nel corso della prestazione sportiva:

a) esso può agire in stretta connessione con il processo anaerobico lattacido (mentre questo risintetizza l'ATP, l'aerobico provvede alla degradazione dell'acido lattico);

b) oppure può risintetizzare direttamente l'ATP.

L'una o l'altra modalità di funzionamento del processo aerobico dipende dalla intensità dell'impegno muscolare richiesto: se tale impegno si situa su un'alta intensità, il processo aerobico sarà chiamato a svolgere una funzione *prevalentemente* di sostegno nei confronti del processo anaerobico, mentre per intensità progressivamente più basse la sua funzione *prevalente* sarà quella di risintetizzare direttamente l'ATP.

Per quanto riguarda l'intensità con la quale il processo aerobico viene chiamato in gioco nelle specialità sportive, c'è da osservare (e potrebbe sembrare singolare) che le condizioni più idonee per stimolare al massimo la potenza del meccanismo sono proprio quelle in cui la risintesi dell'ATP viene prevalentemente realizzata dal processo anaerobico lattacido. Infatti, in tali casi, il processo aerobico viene chiamato a risintetizzare le scorte energetiche di un meccanismo la cui potenza è circa doppia rispetto a quella dello stesso processo aerobico, nella

(4) Si ricordi, d'altro canto, come l'aumento della concentrazione tissutale di lattato, di ADP e di AMP rappresenti uno degli stimoli più efficaci per indurre il fenomeno dell'adattamento enzimatico mitocondriale, ossia la capacità degli enzimi mitocondriali — processo aerobico — viene proprio stimolata dalla iperattività del processo lattacido. D'altra parte la lattacidosi costituisce uno degli elementi più attivi nel determinare una riduzione delle resistenze della circolazione periferica: questo implica una facilitata irrorazione delle masse muscolari per aumento flussimetrico locale.

Tab. 4 - SPECIALITÀ SPORTIVE CARATTERIZZATE DALLA PREVALENTE INCIDENZA DEL PROCESSO AEROBICO NEL DETERMINARE LA PRESTAZIONE

Specialità		Processo Anaerobico Lattacido	Processo Anaerobico Alattacido
		IMPORTANZA	IMPORTANZA
Nuoto - 800 m s.l.	F	discreta	discreta
Pattin. rotelle - 10.000 m	M	massima	discreta
Atletica - 5000 m	M	elevata	scarsa
Nuoto - 1500 m s.l.	M	discreta	scarsa
Sci nordico - 5 km	F	elevata	discreta
Atletica - 10.000 m	M	elevata	scarsa
Sci nordico - 10 km	M/F	elevata	scarsa
Pattin. rotelle - 20 km	M	elevata	scarsa
Pattin. ghiaccio - 20 km	M	elevata	scarsa
Canoa - 10.000 m	M	discreta	scarsa
Ciclismo strada - cron. ind.	M	elevata	scarsa
Ciclismo pista - stayer	M	elevata	scarsa
Atletica - marcia 10 km	M	discreta	irrilevante
Sci nordico - 20 km	M	discreta	irrilevante
Atletica - 1 ora e 20 km	M	discreta	irrilevante
Ciclismo pista - 1 ora	M	discreta	irrilevante
Ciclocross	M	discreta	discreta
Pattin. rotelle - 50 km	M	scarsa	irrilevante
Atletica - marcia 20 km	M	scarsa	irrilevante
Ciclismo strada - in linea	F	scarsa	discreta
Ciclismo strada - 100 km sq.	M	discreta	scarsa
Atletica - Maratona	M	scarsa	irrilevante
Sci nordico - 50 km	M	scarsa	irrilevante
Atletica - marcia 50 km	M	irrilevante	irrilevante
Ciclismo strada - in linea e a tappe	M	discreta	discreta
Sci nordico - gran fondo	M	irrilevante	irrilevante
Atletica - gran fondo	M	irrilevante	irrilevante

sua massima espressione ($\dot{V}O_{2max.}$) (4). C'è da osservare però che il processo aerobico riesce a toccare il suo massimo livello soltanto allorché il lavoro di alta intensità si prolunga per un tempo sufficientemente lungo (almeno superiore a 1'30"/2').

Ciò significa pertanto che per impegni nei quali il processo aerobico viene ritenuto la fonte principale di produzione della energia, ma di durata inferiore a 1'30" circa, il processo aerobico si esprime con una potenza progressivamente crescente ma che giunge fino ad una *percentuale*, sia pure elevata, del massimo consumo di ossigeno. Bisogna d'altra parte ricordare che i fisiologi definiscono « lavoro di intensità sovramassimale » l'impegno fisico nel quale la potenza erogata è superiore a quella che il solo processo aerobico sarebbe in grado di assicurare: il surplus di potenza è, logicamente, assicurato dalla componente anaerobica.

Mediamente il $\dot{V}O_{2max.}$ può essere mantenuto per un tempo non superiore ai 10', oltre i quali l'atleta non riuscirebbe più a sopportare la concentrazione crescente di acido lattico che si verificherebbe nella sua muscolatura per un lavoro di tale intensità.

Per gare individuali di durata superiore ai 10' circa, pertanto, l'atleta deve necessariamente adottare una intensità di lavoro più bassa, rinunciando così ad una quota di energia anaerobica che gli permette di arrivare più tardi al livello critico nella concentrazione dei lattati.

D'altro canto il progressivo abbassamento della intensità della prestazione di gara, con l'aumentare della sua durata, rende possibile — in contrapposizione — il progressivo incremento del ruolo del processo aerobico nella risintesi diretta dell'ATP, proprio per la sua migliore economicità.

Si può sinteticamente concludere che il processo aerobico è fondamentale per la produzione dell'energia necessaria a compiere la prestazione sportiva nelle specialità individuali che si realizzano con un impegno unico continuo e con intensità pressoché costante di durata superiore a 4' circa. Nell'ambito di queste specialità occorre però operare una distinzione tra:

a) le specialità di durata compresa tra i 4' e i 10' circa, nelle quali è possibile mantenere il 100% del $\dot{V}O_2\text{max.}$ e risintetizzare una grande parte dell'ATP per mezzo del processo anaerobico lattacido;

b) le specialità di durata superiore ai 10' circa, nelle quali si può mantenere solo una percentuale (decrescente con l'aumentare della durata della gara) del $\dot{V}O_2\text{max.}$ e risintetizzare la maggior parte dell'ATP per mezzo del processo aerobico.

Nella tabella n. 4 sono indicate le specialità nelle quali il processo aerobico prevale rispetto agli altri nel determinare la prestazione. Come nelle tabelle precedenti (n. 1 e n. 3), anche in questa è stata indicata la partecipazione degli altri due processi erogatori di energia (anaerobico lattacido e anaerobico lattacido) nella risintesi dell'ATP.

LA DETERMINAZIONE DEI MEZZI DI ALLENAMENTO

Il processo di allenamento si realizza mediante tre tipi di esercitazioni;

- generali;
- speciali;
- di gara e simili.

Gli ultimi due gruppi si definiscono nel modo sopradetto per il fatto che essi sono costituiti da esercitazioni che richiamano o tendono a riprodurre in maniera più o meno completa il gesto di gara. Per questo si definiscono « esercitazioni con finalità prevalentemente tecniche ».

Ciascuna specialità sportiva si caratterizza rispetto alle altre per un particolare assemblaggio dei tre gruppi di esercitazioni: ogni gruppo è, quindi, costituito da elementi diversi o combinati in maniera diversa rispetto al corrispondente gruppo di un'altra specialità sportiva.

Gli elementi che costituiscono il gruppo delle esercitazioni possono essere definiti « mezzi di allenamento »; in quanto tali essi rappresentano lo strumento pratico per provocare sull'organismo dell'atleta sollecitazioni adatte per la specialità praticata, per il periodo di allenamento in cui vengono proposte, per il livello di qualificazione dell'atleta, per lo scopo che con esse si intende raggiungere.

Tab. 5 - ATTIVITA' SPORTIVE DI DESTREZZA

con rilevante impegno muscolare	con impegno muscolare e scopo posturale e direzionale	con scarso impegno muscolare
<i>Pattinaggio Artistico</i>	<i>Equitazione</i>	<i>Tiro a segno</i>
maschile e femminile	completo dressage concorso	pistola libera e automatica carabina
<i>Ginnastica Artistica</i>	<i>Pilotaggio</i>	<i>Canottaggio</i>
maschile e femminile	automobilismo motociclismo motonautica aviazione	timoniere <i>Tiro a volo</i>
<i>Sci alpino</i>	aereo-aliante	skeet piattello
<i>Sci salti</i>	<i>vela</i> (tutte le categorie)	
<i>Scherma</i>		
fioretto spada sciabola		
<i>Tuffi</i> m 3 m 10		

(da «Proposta di una classificazione ad orientamento biomeccanico delle attività sportive», di A. Dal Monte - *Medicina dello Sport* 22, 501, 1969).

In generale, i mezzi di allenamento hanno lo scopo di produrre degli adattamenti di carattere fisico, nervoso, tecnico e psicologico, vantaggiosi ai fini della prestazione agonistica.

Determinare i mezzi di allenamento per le diverse specialità sportive significa — pertanto — definire, con la maggiore precisione possibile, la loro struttura più adatta agli scopi che si intendono raggiungere. Il nostro compito, chiaramente, è quello di determinare soltanto i mezzi di allenamento che influenzano prevalentemente le caratteristiche fisiche dell'atleta.

Tab. 6 - CLASSIFICAZIONE DELLE SPECIALITA' SPORTIVE A SECONDA DELLA LORO DURATA E DELLE CARATTERISTICHE BIO-ENERGETICHE RICHIESTE

Resistenza generale	Aerobico		Anaerobico Lattacido		Anaerobico Alattacido		Mezzi di allenamento prevalentemente la	Specialità sportiva
	Potenza aerobica	Capacità lattacida	Potenza lattacida	Capacità alattacida	Potenza alattacida			
				■	■■■		Sollevamento pesi	M
				■	■■■		Atletica - peso	M/F
				■	■■■		Atletica - disco	M/F
				■	■■■		Atletica - martello	M
				■	■■■		Atletica - giavellotto	M/F
				■	■■■		Atletica - alto	M/F
				■	■■■		Atletica - lungo	M/F
				■	■■■		Atletica - triplo	M
				■	■■■		Atletica - asta	M
			■	■	■■■	■■■	Atletica - 100 m	M/F
			■	■	■■■	■■■	Atletica - 100 m ost.	F
			■	■	■■■	■■■	Atletica - 110 m ost.	M
			■	■	■■■	■■■	Atletica - 4 × 100 m	M/F
		■	■	■	■■■	■■■	Atletica - 200 m	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Cicl. pista - vel. ind., tandem	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Atletica - 400 m	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Atletica - 4 × 400 m	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Nuoto - 100 m (4 stili)	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Pattin. ghiaccio - 500 m	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Pattin. rotelle - 500 m	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Atletica - 400 m ost.	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Sci - slalom speciale	M/F
	■	■	■	■	■■■	■■■	Ciclismo - 1 km da fermo	M
■		■	■	■	■■■	■■■	Sci - slalom gigante	M/F
■		■	■	■	■■■	■■■	Sci - discesa libera	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Pattin. rotelle - 1000 m	M
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Atletica - 800 m	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Nuoto - 200 m (4 stili e m.)	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Pattin. ghiaccio - 1500 m	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Pattin. rotelle - 1500 m	F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Canoa - 500 m	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Canoa - 1000 m	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Canottaggio - 1000 m	F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Atletica - 1500 m	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Nuoto - 400 m (lib. e m.)	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Ciclismo pista - ins. ind.	F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Cicl. pista - ins. squadra	M
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Cicl. pista - ins. ind. dil. e prof.	M
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Pattin. ghiaccio - 3000 m	M/F
■	■	■	■	■	■■■	■■■	Pattin. rotelle - 3000 m	F

■	■	■	■	■	■	Canottaggio - 1500 m	M
■	■	■	■	■	■	Canottaggio - 2000 m	M
■	■	■	■	■	■	Pattin. ghiaccio - 5000 m	M/F
■	■	■	■	■	■	Pattin. rotelle - 5000 m	M/F
■	■	■	■	■	■	Nuoto - 800 m s.l.	F
■	■	■	■	■	■	Pattin. rotelle - 10.000 m	M
■	■	■	■	■	■	Atletica - 5000 m	M
■	■	■	■	■	■	Nuoto - 1500 m s.l.	M
■	■	■	■	■	■	Sci nordico - 5 km	F
■	■	■	■	■	■	Atletica - 10.000 m	M
■	■	■	■	■	■	Sci nordico - 10 km	M/F
■	■	■	■	■	■	Pattin. rotelle - 20 km	M
■	■	■	■	■	■	Pattin. ghiaccio - 20 km	M
■	■	■	■	■	■	Canoa - 10.000 m	M
■	■	■	■	■	■	Cicl. strada - cron. ind.	M
■	■	■	■	■	■	Cicl. pista-stayer	M
■	■	■	■	■	■	Atletica - marcia 10 km	M
■	■	■	■	■	■	Sci nordico - 20 km	M
■	■	■	■	■	■	Atletica - 1 ora e 20 km	M
■	■	■	■	■	■	Cicl. pista - 1 ora	M
■	■	■	■	■	■	Pattin. rotelle - 50 km	M
■	■	■	■	■	■	Atletica - marcia 20 km	M
■	■	■	■	■	■	Cicl. strada - in linea	F
■	■	■	■	■	■	Cicl. strada - 100 km sq.	M
■	■	■	■	■	■	Atletica - Maratona	M
■	■	■	■	■	■	Sci nordico - 50 km	M
■	■	■	■	■	■	Atletica - marcia 50 km	M
■	■	■	■	■	■	Cicl. str. - linea e a tappe	M
■	■	■	■	■	■	Sci nordico - gran fondo	M
■	■	■	■	■	■	Atletica - gran fondo	M
■	■	■	■	■	■	Scherma (fior., spada, sciab.)	M/F
■	■	■	■	■	■	Lotta - libera e greco rom.	M
■	■	■	■	■	■	Judo	M/F
■	■	■	■	■	■	Pugilato dilettanti	M
■	■	■	■	■	■	Pugilato professionisti	M
■	■	■	■	■	■	Tennis - singolo	M/F
■	■	■	■	■	■	Pallavolo	M/F
■	■	■	■	■	■	Pallacanestro	M/F
■	■	■	■	■	■	Pallamano - portiere	M/F
■	■	■	■	■	■	Pallamano - altri ruoli	M/F
■	■	■	■	■	■	Pallanuoto - portiere	M
■	■	■	■	■	■	Pallanuoto - altri ruoli	M
■	■	■	■	■	■	Calcio - portiere	M/F
■	■	■	■	■	■	Calcio - altri ruoli	M/F
■	■	■	■	■	■	Rugby	M
■	■	■	■	■	■	Hockey su prato	M/F
■	■	■	■	■	■	Hockey su ghiaccio	M
■	■	■	■	■	■	Hockey a rotelle	M
■	■	■	■	■	■	Baseball	M
■	■	■	■	■	■	Softball	F

La rappresentazione dei tre simboli (■■■) sta a significare l'importanza massima da attribuire al processo energetico cui essa si riferisce e quindi ai metodi che servono per svilupparne la capacità e/o la potenza. Conseguentemente la rappresentazione dei

due simboli (■■) indicherà la discreta importanza, quella di un simbolo (■) soltanto la scarsa rilevanza ed, infine, l'assenza del simbolo la trascurabilità del processo nella prestazione della specialità analizzata.

Per quanto riguarda queste caratteristiche, abbiamo ritenuto importante riferirle al fattore fisiologico di gran lunga più importante: il metabolismo energetico (5).

Non è stato però possibile fare ciò per quelle specialità caratterizzate soprattutto dalla « destrezza » e per le quali si è provveduto a fornire una tavola apposita (tab. 5).

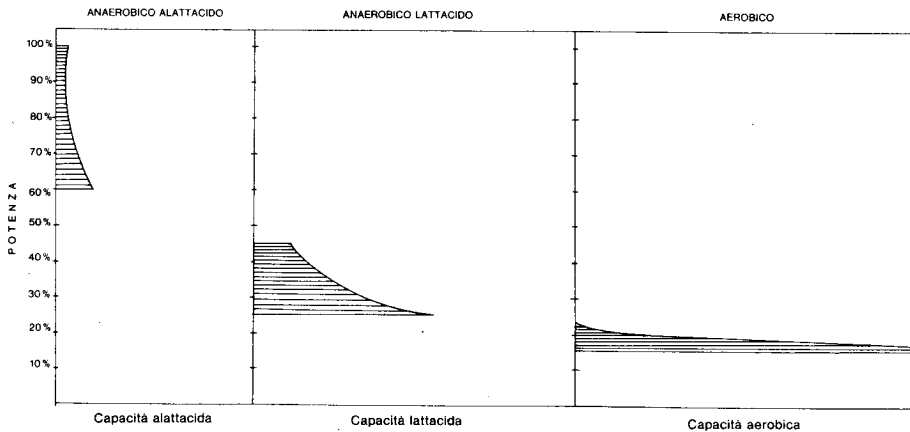


Fig. 2 - Rappresentazione grafica dell'andamento della potenza e della capacità dei 3 principali processi di produzione dell'energia.

Dal momento che il metabolismo energetico si estrinseca soprattutto attraverso tre processi fornitori di energia, abbiamo fatto riferimento proprio a questi, cercando di precisare l'importanza nelle diverse specialità sportive.

Da un esame di questo genere è scaturita una classificazione dei mezzi di allenamento comprendente *tre* distinte categorie (o gruppi):

1) categoria dei mezzi per lo sviluppo della potenza e della capacità anaerobica alattacida. Questa categoria comprende tutti quei mezzi

(5) E' chiaro che la prestazione sportiva dipende da numerosi altri fattori, di ordine fisico, sovente in grado di esercitare un ruolo importante o addirittura determinante. Tra questi si possono citare l'altezza, il peso, la massa corporea, la proporzione tra la lunghezza e/o la massa degli arti e/o la lunghezza e la massa del tronco, la scioltezza articolare, la coordinazione, la capacità di reazione, le capacità elastiche della muscolatura. Per apprezzare convenientemente la complessità e la variabilità dell'insieme delle caratteristiche individuali che concorrono a determinare la prestazione, si tenga presente la connessione che esiste tra alcune delle caratteristiche sopra menzionate e il metabolismo energetico. Per esempio, tra elasticità muscolare e processo anaerobico alattacido o tra elasticità e capacità aerobiche addirittura, poiché il migliore sfruttamento del fenomeno elastico consente un miglior rendimento anche nella prestazione di una certa durata.

di allenamento in grado di sollecitare la muscolatura di uno o più distretti del corpo ad un impegno tale da:

- stimolare l'incremento complessivo delle scorte dei fosfati labili e/o l'incremento di attività di quegli enzimi che presiedono alla interconversione dei partecipanti al pool dei fosfati labili, mettendo in crisi il meccanismo attraverso un impegno elevato di durata pressoché pari al tempo della sua autonomia (ed in questo modo aumentare sia la potenza sia — soprattutto — la capacità complessiva del meccanismo lattacido).

2) Categoria dei mezzi per lo sviluppo della potenza e della capacità lattacida. Questa categoria comprende tutti quei mezzi di allenamento aventi come obiettivo quello di provocare:

- o un rapido e massiccio impiego del meccanismo lattacido, con la conseguenza di raggiungere rapidamente una più elevata concentrazione di lattati nella muscolatura impegnata nel lavoro; si tratterà in definitiva di agire principalmente sulla potenza del meccanismo, per mezzo di impegni di alta intensità e di durata compresa tra i 20" ed i 60" circa;
- oppure un accumulo di lattati progressivamente crescente ma diluito nel tempo. Si tratterà cioè di adoperare una esercitazione che preveda molte fasi di lavoro che, mentre singolarmente non determinano una elevata concentrazione di lattati, sommate tra loro provocano — invece — una concentrazione finale anche massima di tali sostanze. Mezzi di allenamento così strutturati consentono di sviluppare soprattutto la capacità da parte dell'atleta di sopportare a lungo un progressivo accumulo di lattati.

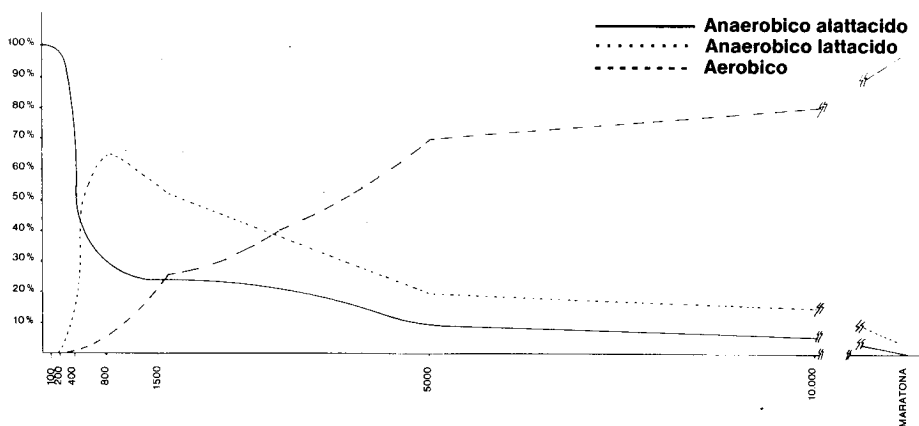


Fig. 3 - Andamento della partecipazione percentuale dei principali processi energetici, calcolato sui dati di Matthews e Fox, per le corse di atletica.

3) Categoria dei mezzi per lo sviluppo della potenza e della capacità aerobica. Questa categoria comprende tutti quei mezzi di allenamento che permettono di:

- o incrementare la massima utilizzazione di ossigeno nell'unità di tempo per mezzo di esercitazioni di durata ed intensità tali da garantire sempre l'impiego del meccanismo aerobico alla sua massima potenza;
- o migliorare la capacità dell'atleta di utilizzare per un dato tempo una percentuale più elevata possibile della massima potenza aerobica. Tale capacità viene infatti espressa comunemente in percento del $\dot{V}O_{2max}$.

Come si può notare, per ciascuna delle tre categorie di mezzi di allenamento, si è operata una distinzione tra mezzi orientati prevalentemente verso lo sviluppo della *potenza* dei processi energetici e mezzi orientati invece verso lo sviluppo prevalente della *capacità* dei tre processi in questione. Tale distinzione ci permette di porre in rilievo anche il rapporto esistente tra la potenza e la capacità di ciascuno dei tre processi in questione. Tale rapporto è di proporzionalità inversa poiché, a misura che l'intensità dell'impegno muscolare corrisponde a percentuali sempre più basse della massima potenza del processo erogatore di energia, aumenta in maniera sempre più spiccata la sua durata temporale (e dunque la sua capacità). Tale distinzione è di fondamentale importanza per la comprensione della struttura dei modelli di prestazione e, corrispondentemente, dei mezzi di allenamento che, a seconda delle esigenze specifiche della specialità, devono essere scelti tra quelli che influenzano prevalentemente la potenza dei processi oppure la capacità dei medesimi riferita ad una percentuale variabile della massima potenza.

La figura che segue illustra questo principio e permette di visualizzare rapidamente l'aumento di tipo esponenziale che si verifica nella durata dei 3 processi energetici allorché sono chiamati in azione ad una percentuale sempre più bassa della loro massima potenza (fig. 2).

I contenuti della tabella n. 6 vanno esaminati tenendo presenti i valori indicati per le diverse specialità sportive nelle tabelle n. 1, n. 3 e n. 6.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Benzi G., « Progressi in Biologia dello Sport », *Atleticastudi* 1-6, 1976.
- 2) Dal Monte A., « Proposta di una classificazione ad orientamento biomeccanico delle attività sportive », *Med. Sport.* 22; 501, 1969.
- 3) Jakowlew N.N., « Biochemische Adaptationsmechanismen Der Skelettmuskeln an Erhohte Aktivitat », *Medizin und Sport*, vol. 15, 5/1975, pp. 132-137.
- 4) Margaria R., « Fisiologia muscolare e meccanica del movimento », *Biblioteca della EST*, Mondadori, 1975.
- 5) Mathews D.K., E.K. Fox, « The physiological basis of physical education and Athletics », W.B. Saunders Company, Philadelphia 1976.
- 6) Taylor A.W., « The scientific aspects of sports training », Charles C. Thomas, Springfield, 1976.