

Il limite di queste apparecchiature è principalmente l'impossibilità di svolgere allenamenti a frequenze respiratorie e volumi di esercizio.

Le tipologie delle sedute di allenamento (tabella 9.1) sono costituite da fattori differenti rispetto ai lavori svolti in iperpernea isocapnica.

I parametri che compongono la seduta, variabili del processo allenante, sono i seguenti:

- numero di atti respiratori per serie;
- numero di serie;
- pausa tra le serie;
- numero di sedute nella giornata;
- intensità dello sforzo per compiere l'atto respiratorio, parametro spesso regolabile con la regolazione della valvola;
- postura assunta durante la seduta allenante.

Le tipologie allenanti proposte all'atleta deriveranno dalle metodiche tipiche che hanno come obiettivo il miglioramento della forza o della forza resistente.

9.2.2 IPERPNEA ISOCAPNICA

Su un principio totalmente differente è basato lo strumento progettato, dopo studi ventennali, da Urs Boutellier e coll.

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Sett. di apprendimento	2x10 a.r.	Riposo					
1ª settimana	2x10 a.r.	1x30 a.r.	2x10 a.r.	1x30 a.r.	2x10 a.r.	1x30 a.r.	Riposo
2ª settimana	3x10 a.r.	1x40 a.r.	3x10 a.r.	1x40 a.r.	3x10 a.r.	1x40 a.r.	Riposo
3ª settimana	4x10 a.r.	1x40 a.r.	4x10 a.r.	1x40 a.r.	4x10 a.r.	1x40 a.r.	Riposo
4ª settimana	2x10 a.r.	Riposo					

TABELLA 9.1 Esempio di allenamento respiratorio con strumenti a carico respiratorio resistivo. a.r. = atti respiratori.

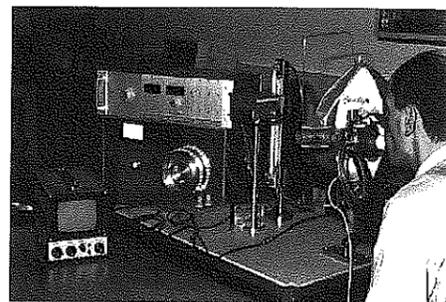


FIGURA 9.6 Prototipo e sperimentazione dello strumento per l'allenamento respiratorio in iperpernea isocapnica.

denominato Spirotiger. Esso permette di allenare la resistenza delle fibre della muscolatura respiratoria basandosi sul principio dell'iperpernea isocapnica.

Come si è evidenziato, in seguito a uno sforzo muscolare particolarmente intenso o protratto nel tempo, frequenza e profondità del respiro vengono aumentate perché il nostro organismo richiede un maggior apporto di ossigeno. Questo aumento della ventilazione, giustificato da una esigenza fisiologica, è denominato iperpernea.

Volendo incrementare frequenza e profondità del respiro senza che questo sia effettivamente necessario, cioè senza il compimento di alcuno sforzo fisico, il risultato sarebbe una ventilazione maggiore rispetto a quella effettivamente richiesta dall'organismo in quel momen-

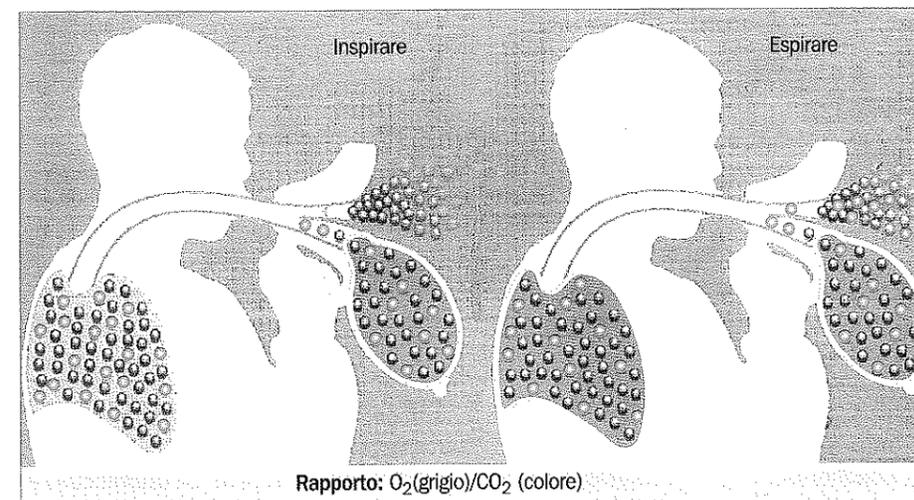


FIGURA 9.7 Isocapnia.

to. L'aumento della ventilazione non giustificato da un'esigenza fisiologica è detto iperventilazione. Iperventilazione e iperpernea generano nell'organismo un'alterazione del rapporto ossigeno-anidride carbonica sbilanciandone la proporzione a favore dell'ossigeno (iperossia) a scapito dell'anidride carbonica (ipocapnia). Avviene perciò un aumento della pressione parziale di ossigeno e una diminuzione della pressione parziale di anidride carbonica. Tale condizione innesca dei processi biochimici che portano a una riduzione del flusso sanguigno a livello cerebrale dovuto al fenomeno vaso-

costrittorio prodotto. Gli effetti generati da questi processi si ripercuotono sull'efficienza del metabolismo dei tessuti, sulla funzione respiratoria, sul cuore, sull'attività nervosa e muscolare con l'avvento di ipoacusia (riduzione dell'udito), riduzione della vista, senso di vertigini e irrigidimento muscolare. Nell'allenamento della muscolatura respiratoria in iperpernea isocapnica è possibile compiere atti respiratori profondi e veloci senza incorrere negli inconvenienti dell'iperventilazione visti in precedenza. Il fisiologico rapporto ossigeno/anidride carbonica resta invariato.

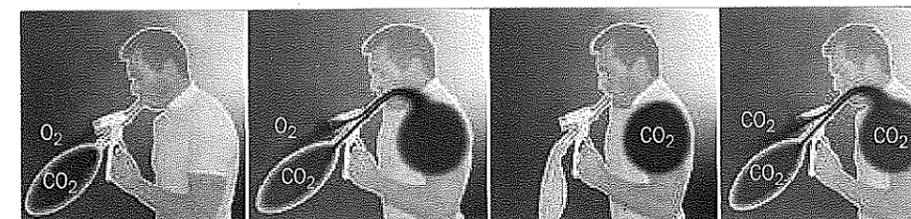


FIGURA 9.8 Fasi respiratorie con strumento che permette di svolgere iperpernea isocapnica (tratto da: www.spirotiger.it).

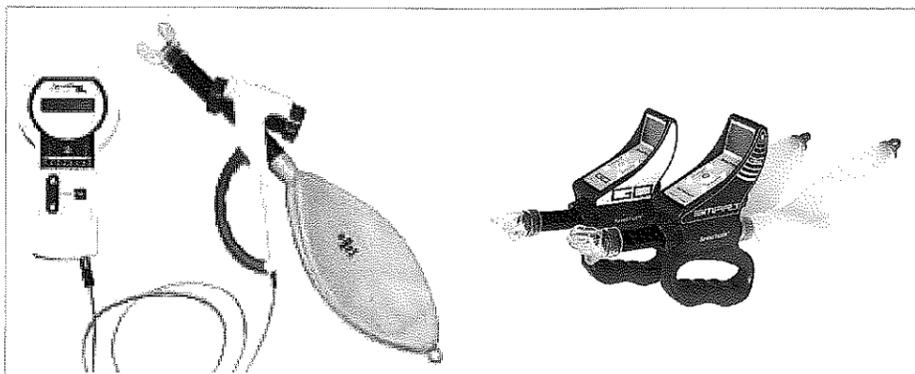


FIGURA 9.9 Strumenti per l'allenamento respiratorio in iperpernea isocapnica (Spirotiger).

Gli unici strumenti attualmente disponibili che permettono di svolgere questa metodica allenante (fig. 9.9) sono composti da una manopola portatile munita di sacca per il riciclo di aria e da una valvola che, gravitando in un campo magnetico e variando la sua posizione in relazione ai flussi di aria in inspirazione e in espirazione, effettua un monitoraggio di questi ultimi dati forniti dallo spostamento della valvola. Questi parametri vengono inviati a un software che controlla e comunica all'atleta l'effettiva realizzazione dell'isocapnia. Lo stesso software fornisce contemporaneamente le indicazioni per effettuare la respirazione corretta (respiro più o meno profondo, ritmo più o meno veloce) interrompendo l'allenamento nel caso in cui il numero di respirazioni superiore a quattro venga effettuato al di fuori dei giusti parametri. Una base elettronica infine registra ogni singolo allenamento. Questo sistema permette di allenare i muscoli respiratori a intensità e per durate non raggiungibili con le metodologie classiche.

Il limite di questi dispositivi è l'impossibilità di aumentare la resistenza opposta dallo strumento per compiere gli atti respiratori e di conseguenza incrementa-

re la forza che l'atleta deve compiere per vincere tale opposizione. In questo caso il miglioramento delle componenti organiche di forza della muscolatura respiratoria è limitato.

9.2.3 CEROTTI NASALI

I cerotti nasali sono costituiti da due strisce di materiale plastico semirigido unite da un adesivo ipoallergenico. Non hanno alcuna funzione allenante ma, con azione dilatatrice sulle narici, consentono una più agevole ventilazione nasale. È opportuno ricordare che l'atleta a livelli di esercizio sostenuti passa involontariamente

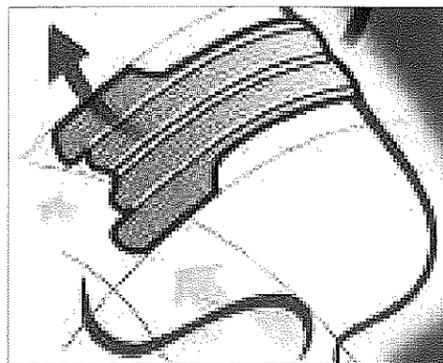


FIGURA 9.10 Azione del cerotto nasale.

dalla respirazione nasale a quella orale, per soddisfare le aumentate richieste fisiologiche di ossigeno. In questo caso l'azione del cerotto nasale è vana. L'azione del cerotto è quindi d'ausilio alla muscolatura inspiratoria concomitante nasale soprattutto nelle fasi di recupero o in esercizi di ridotta intensità.

9.3 ALLENAMENTO

I lavori proposti nel seguente capitolo sono relativi alla metodica di allenamento della muscolatura respiratoria in iperpernea isocapnica. Essa, rispetto agli strumenti a carico respiratorio resistivo, ha il vantaggio di permettere all'atleta di svolgere lavori a frequenze respiratorie e a volumi correnti specifici propri della disciplina sportiva. I parametri e le metodiche adottate saranno proprie degli allenamenti di resistenza.

L'allenamento è definibile come un processo contraddistinto dalla formazione di modificazioni morfo-funzionali stabili che avvengono nell'organismo umano e il relativo passaggio a un più elevato livello delle capacità specifiche prestantive. Per organizzare questo processo bisogna ottimizzarne i contenuti nel tempo e secondo gli obiettivi da raggiungere. L'allenamento di un atleta deve essere strutturato allo scopo di utilizzare completamente la *riserva attuale di adattamento* (RAA). La RAA permette all'organismo un adeguamento temporaneo a condizioni estreme sino a che la capacità specifica di lavoro non raggiunge un livello stazionario. Quando i parametri della capacità specifica di lavoro cominciano a diminuire cala l'effetto allenante. Considerando la struttura dell'anno di allenamento divisa in due periodi la rea-

lizzazione della RAA avviene mediamente in circa 18-24 settimane. Si possono inoltre fare le seguenti considerazioni:

- per ottenere adattamenti aerobici sono necessarie non meno di 4 settimane di lavoro. Un buon adattamento necessita di circa 8-12 settimane di allenamento;
- per ottenere adattamenti lattacidi sono necessarie almeno 3 settimane di allenamenti specifici. Un buon adattamento necessita di circa 6 settimane.

Per programmare il periodo allenante è indispensabile considerare i seguenti fattori:

- obiettivo dell'effetto allenante dei carichi: su quali sistemi fisiologici ed energetici è diretto l'effetto allenante;
- esatta formulazione degli obiettivi dell'allenamento: cioè il risultato che si vuole ottenere.

Vanno valutati i seguenti parametri:

- le capacità funzionali dei sistemi fisiologici ed energetici responsabili della capacità specifica di lavoro di ogni atleta;
- l'inerzia adattativa di questi sistemi;
- la variabilità temporale nello sviluppo delle reazioni d'adattamento dei vari sistemi vitali dell'organismo durante il processo di allenamento.

La capacità dell'atleta di adattarsi alle sollecitazioni a cui è soggetto si manifesta con una reazione globale detta *sindrome generale di adattamento* (SGA). Ogni stimolo è considerato come un'aggressione all'organismo il quale reagisce sviluppan-

cui si inizia ad accumulare acido lattico nel sangue e altro viene allontanato (McArdle D., Katch F.I., Katch V.L.). Si sottolinea una risposta estremamente individuale a carichi teoricamente uguali.

Durante l'allenamento respiratorio in iperpernea isocapnica, a regimi ventilatori blandi, la concentrazione del lattato nel sangue è molto simile a quella registrata a riposo (1 mmol/l circa). Aumentando le frequenze respiratorie, con l'intervento della muscolatura accessoria e ausiliaria, la concentrazione di lattato nel sangue comincia ad aumentare sino a valori medi di 3-4 mmol/l al termine di test incrementale massimale.

Per semplificare e per meglio comprendere cosa accade nell'organismo si consideri un solo muscolo respiratorio, ad esempio il diaframma. Con il progressivo aumento dell'intensità di lavoro del muscolo aumenta la spesa energetica necessaria e il suo consumo di ossigeno sino a un certo livello d'intensità in cui non aumenta più la quantità di ossigeno da esso consumato. In questa situazione per aumentare la produzione di energia (ATP) sino a soddisfare la richiesta metabolica, il muscolo deve ricorrere al meccanismo energetico lattacido. Appena prima che si arrivi al massimo consumo di ossigeno inizia la produzione di una quantità significativa di acido lattico.

Se si considera la muscolatura respiratoria che entra in funzione durante un allenamento in iperpernea isocapnica si rileva che, a determinate frequenze respiratorie, alcuni muscoli producono con il meccanismo aerobico tutto l'ATP necessario per il lavoro e altri muscoli lavorano grazie all'intervento di meccanismi energetici lattacidi. La quantità dei muscoli che interviene e che ricorre al meccanismo lattacido rappresenta una piccola percen-

tuale dell'intera massa dei muscoli respiratori. A frequenze respiratorie elevate la quantità di acido lattico da essi prodotto per ogni istante è tale da impedire all'atleta di mantenere una certa intensità dello sforzo per più di un determinato periodo. Essi possono essere definiti "muscoli limitanti". Se l'intensità viene mantenuta costante la durata dello sforzo respiratorio è limitata proprio dalla crisi di questi muscoli.

9.4 ALLENAMENTO RESPIRATORIO

A regimi ventilatori bassi (fr da 22 a 28 atti/resp/min) la muscolatura respiratoria non deve produrre elevati valori di forza per mantenere la velocità necessaria all'inspirazione e all'espiazione (TI e TE). Ad esempio la muscolatura inspiratoria a 26 atti/min deve contrarsi in circa 1,15 sec alternandosi alla contrazione della muscolatura espiratoria. Il lavoro in questo caso è esclusivamente a carico della fibre lente (ST). Dopo un numero elevato di cicli respiratori protratti nel tempo, maggiore quanto più elevato sarà il grado di condizionamento dell'atleta, alcune fibre si affaticheranno per esaurimento delle scorte di glicogeno muscolare. Per continuare lo sforzo richiesto verranno chiamate in causa le fibre intermedie che lavoreranno a loro volta presumibilmente con il meccanismo aerobico.

A regimi ventilatori medi (fr da 30 a 36 atti/resp/min) aumenterà il coinvolgimento delle fibre intermedie. I valori di lattato varieranno di poco. Le fibre intermedie producono una minima quantità di lattato che, passando nel liquido extracellulare viene catturata da fibre lente poste nelle vicinanze. Una parte di lattato, dopo essere entrata nel sangue e tra-

sportata nel torrente circolatorio, viene consumata da parte del miocardio e da altre fibre.

A regimi ventilatori elevati (fr superiori ai 38 atti/resp/min) a velocità inspiratorie ed espiratorie maggiori, è richiesta una disponibilità tale di ATP nell'unità di tempo da rendere necessario un elevato intervento del meccanismo lattacido. A 50 atti/min il tempo necessario alla muscolatura inspiratoria ed espiratoria per contrarsi è di circa 0,6 sec. Aumenta il coinvolgimento di fibre di tipo II. Cresce sia l'accumulo di ioni H^+ , con conseguente diminuzione di pH, che l'accumulo di lattato. L'aumento di questi parametri rende difficoltosa l'azione delle fibre che non sono più in grado di produrre ATP sino a quando non hanno eliminato parte di ioni idrogeno e lattato. La ridotta efficienza di alcuni muscoli porta il gesto respiratorio a discostarsi dalla corretta esecuzione. L'atleta si allontana progressivamente dai parametri che dettano la precisione del gesto sino a interrompere la prova.

9.4.1 POTENZA E CONSUMO CALORICO DELLA RESPIRAZIONE

La potenza sviluppata dalla muscolatura respiratoria può variare da 3 cal/min con un lavoro di 0,02 W a 170 cal/min con un lavoro di 12W (Cerretelli e coll.). L'entità del lavoro respiratorio è correlato alla frequenza respiratoria.

L'organismo è in grado di regolare spontaneamente la ventilazione in base all'in-

tensità dell'esercizio cercando il dispendio minimo di energia dei muscoli respiratori. La frequenza respiratoria ad ogni livello di sforzo fisico fornisce solitamente il volume respiratorio ottimale ed eguaglia la frequenza respiratoria che è scelta spontaneamente dal soggetto (Bunc V., Heller J., 1986). È chiaro però che gli automatismi respiratori errati e i vizi della tecnica respiratoria in esercizio protratti nel tempo portano l'atleta a ventilare spontaneamente in modo errato. In contrasto con quanto evidenziato sino ad ora dagli studi scientifici si ritiene che un'attenta educazione e un successivo periodo di training respiratorio, possano indirizzare l'atleta a ventilare a frequenze respiratorie e a volumi correnti più efficienti e ottimali per le fasi dell'esercizio in corso. Per fare ciò è necessario abbinare il lavoro respiratorio a test specifici di valutazione funzionale in laboratorio che definiscano i più efficienti parametri respiratori in corso di esercizio. Il continuo confronto tra i dati che emergono dagli allenamenti respiratori e quelli rilevati dai test di laboratorio fornisce le ottimali frequenze respiratorie e il più conveniente volume corrente legati entrambi alla posizione dell'atleta durante il gesto sportivo.

Per un dato livello di ventilazione polmonare l'entità del lavoro respiratorio dipende dalla frequenza respiratoria. W_b risulta relativamente più elevato a frequenze respiratorie molto basse o molto alte, mentre raggiunge un minimo a un valore di frequenza respiratoria ottimale (grafico 9.1).

Frequenze respiratorie basse
Frequenze respiratorie alte
Frequenze respiratorie ottimali

Lavoro respiratorio più elevato
Lavoro respiratorio più elevato
Lavoro respiratorio minimo

TABELLA 9.7 Lavoro respiratorio in relazione alle frequenze respiratorie.

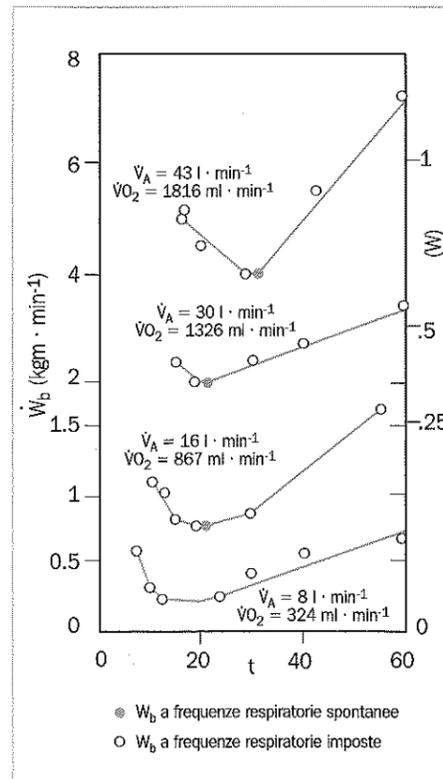


GRAFICO 9.1 Lavoro respiratorio W_b ($\text{kgm} \cdot \text{min}$ e W) in funzione della frequenza respiratoria (fr) a differenti valori di V_A e VO_2 . (tratto da: Milic-Emili e Petit, 1959).

Il rendimento energetico della respirazione aumenta proporzionalmente con l'aumentare del consumo calorico. Il rapporto fra consumo calorico in kcal/min e la ventilazione polmonare l/min e cioè kcal/l, esprime le calorie corrispondenti a 1 l di aria ventilata e quindi il rendimento respiratorio ai fini energetici. Il coefficiente è 0,23 (Margaria R., 1965). Dal rilevamento della sola ventilazione polmonare si può avere una valutazione del consumo calorico come nell'esempio sottostante:

$$\begin{aligned} \text{Ventilazione} &= \\ &= 40 \text{ l (valore dato dallo strumento} \\ &\text{per iperpnea isocapnica)} \\ &40 \text{ l} \times 0,23 = 9,2 \text{ kcal/min} \end{aligned}$$

Quando il metabolismo è superiore a 15 kcal/min la ventilazione aumenta maggiormente e il coefficiente si abbassa. Questa modificazione è imputabile alla formazione di acido lattico e alla conseguente diminuzione di pH nel sangue.

9.4.2 RITMO CIRCADIANO DELLE CAPACITÀ VENTILATORIE

La maggior parte delle funzioni biologiche mostrano oscillazioni periodiche circadiane. La frequenza cardiaca, la temperatura corporea, la pressione arteriosa, possono condizionare considerevolmente la prestazione sportiva. I ritmi circadiani più importanti che influenzano la prestazione sportiva sono il ciclo veglia-sonno e la temperatura corporea. Molti studi hanno evidenziato che esistono ore migliori nelle quali svolgere l'allenamento o la prestazione sportiva. Conoscere i momenti in cui questi diversi fattori sono al loro apice permette di ottimizzare l'organizzazione e il rendimento dell'allenamento.

Le capacità ventilatorie sia nelle fasi di esercizio intenso sia in quelle di recupero sono massime nel tardo pomeriggio. Di conseguenza anche la scelta del momento in cui svolgere le sedute di allenamento respiratorio influenza l'entità dello sforzo percepito dall'atleta.

9.4.3 PERIODIZZAZIONE

Periodizzare significa attribuire una collocazione temporale a tutti i parametri di allenamento formulando un insieme di tappe sequenziali rivolte all'otteni-

mento della massima forma sportiva. I differenti stimoli allenanti non possono essere somministrati casualmente ma devono essere organizzati e strutturati in rapporto alle loro caratteristiche e agli obiettivi che ci si propone. La programmazione della stagione verrà scomposta in differenti unità e sottounità così organizzate:

- annata;
- periodo;
- blocco;
- ciclo;
- settimana;
- seduta.

Annata

Un anno di allenamento può prevedere la pianificazione di due o tre grandi periodi allenanti. Ad esempio l'annata nel ciclismo è divisibile in due periodi che hanno come primo obiettivo le corse di primavera (Giro delle Fiandre, Parigi-Roubaix, Freccia Vallone, ecc.) e come secondo traguardo le corse a tappe e in linea che si svolgono da metà luglio (Tour de France, Olimpiadi) o che hanno luogo al termine della stagione (Campionato del mondo, Giro di Lombardia). Spesso il corridore deve rispettare altre scadenze che si presentano nel corso dell'annata, in questo caso bisognerà fissare gli obiettivi e organizzare il tempo che li separa dall'inizio della preparazione. Anche in molti altri sport individuali l'annata è suddivisibile come precedentemente illustrato. Al contrario negli sport di squadra il livello prestativo richiesto deve essere medio-alto con picchi di forma che dovrebbero coincidere con gli appuntamenti più importanti.

In queste situazioni è necessario:

- definire quali sono le tendenze e le caratteristiche quantitativo-temporali del processo di adattamento dell'organismo a lungo termine;
- definire la direzione degli effetti allenanti necessari per lo sviluppo del processo di adattamento dei sistemi fisiologici ed energetici dell'organismo ed elaborare i criteri per la diversificazione dei carichi di allenamento;
- classificare i carichi specifici di allenamento a seconda della loro direzione prioritaria e selezionarli in base al loro potenziale allenante;
- elaborare un metodo di controllo della dinamica dello stato funzionale dell'atleta;
- individuare il tipo di strategia adattativa per ogni singolo atleta.

Periodo (macro ciclo)

Il periodo deve essere opportunamente programmato prevedendo un carico di intensità maggiore rispetto al livello funzionale attuale dell'atleta. Attualmente si tende ad adottare una strategia a doppia periodizzazione con una ripartizione del volume che sarà inversamente proporzionale all'intensità. Ogni periodo sarà composto mediamente da 12-16 settimane, ripartite a loro volta in unità definite blocchi.

Blocco

Secondo Vercoshanski per sviluppare una determinata qualità occorre darle una priorità per una durata abbastanza lunga, in modo tale che avvengano gli adattamenti rivolti a spostare il livello

prestativo a uno stadio superiore. Un blocco è mediamente composto da due o tre cicli.

Ciclo (mesociclo)

Il ciclo nella periodizzazione dell'allenamento è distinguibile in due tipologie (Tschien P., 1977):

- *Ciclo di 4 settimane:* utilizzato preferibilmente nell'ambito di processi allenanti rivolti al miglioramento della resistenza. Nel caso specifico dell'allenamento respiratorio si riscontra un rapido adattamento agli stimoli allenanti. Di conseguenza la soluzione migliore è quella di adottare cicli con 3 settimane di carico progressivo e una settimana di scarico (3:1) in cui svolgere test valutativi per reimpostare i carichi del ciclo successivo.
- *Ciclo di 3 settimane:* preferibile nell'ambito della metodologia adottata negli allenamenti rivolti al miglioramento della forza.

Settimana (microciclo)

Nel training respiratorio le sedute consigliate vanno da un minimo di due a un massimo di cinque settimanali, in relazione alla programmazione, al livello dell'atleta e al rapporto che l'allenamento respiratorio avrà rispetto alle altre metodiche condizionanti, specifiche della disciplina.

Seduta

È la singola unità all'interno della settimana.

È divisibile nelle seguenti fasi:

- *Riscaldamento:* frequenze respiratorie progressivamente crescenti (26-28-30 atti/resp/min) per preparare il sistema alla fase centrale della seduta. La durata varia da 2 min a 5 min in relazione all'impegno metabolico e muscolare della fase centrale.
- *Fase centrale:* sarà variabile in relazione all'obiettivo che si vorrà raggiungere e alla programmazione del periodo, blocco, ciclo, settimana.
- *Defaticamento:* frequenze respiratorie decrescenti (30-28-26-24 atti/resp/min) per riportare il sistema nelle condizioni iniziali. La durata consigliata è di circa 3 min.

9.5 PROTOCOLLI DI ALLENAMENTO RESPIRATORIO

La ciclicità della respirazione è tale anche nel corso delle discipline sportive. Negli sport ciclici la frequenza respiratoria si inserisce nel gesto fornendo la cadenza alla bracciata nel nuoto, alla spinta nello sci di fondo, alla pedalata nel ciclismo, ecc. In molti esercizi fisici la frequenza respiratoria tende a essere legata al ritmo del movimento, specialmente nell'esercizio in cui lo sforzo di locomozione tende a deformare il complesso toracico (Åstrand e Rodahl, 1986). Nel kajak, ad esempio; la ventilazione, legata alla frequenza di vogata, può influire anche sulla potenza aerobica specifica (Cermak e coll., 1975).

Negli sport di situazione gli atti respiratori sono regolati spesso inconsciamente anticipando l'impatto con il pallone o il contrasto con l'avversario. Inoltre la respirazione viene modificata nel corso di uno scatto o per prepararsi a un salto. Durante una partita di calcio o di rugby,

ad esempio, le fasi di recupero sono il più delle volte trascurate pur essendo come numero di minuti le più numerose. Dalle analisi delle partite è emerso che in questi sport la maggior parte dei metri sono percorsi a una velocità compresa tra gli 0 e i 15 km/h. Se ben condizionato dal punto di vista respiratorio, in questi istanti, il giocatore ha la possibilità di recuperare efficacemente ossigenando i tessuti e mantenendo così elevata la concentrazione per tutto l'incanto. In questo modo, nei momenti concitati del gioco e anche nelle fasi finali del match, sarà in grado di avere una visione chiara del rapporto spaziotemporale rispetto al movimento dei compagni, degli avversari e del pallone. Egli riuscirà a scattare più efficacemente, a colpire il pallone in modo più vigoroso e preciso, a contrastare più energicamente. Inoltre un riscaldamento respiratorio sarà efficace per permettere al giocatore di entrare in campo avendo, come si dice in gergo, già "rotto il fiato". I risultati emersi dalle ricerche svolte (Pagani L. e coll., 2005) evidenziano un minor valore di fc_{min} , media e massima registrata tramite rilevazione telemetrica in un gruppo di calciatori professionisti (gruppo sperimentale) nel corso del match rispetto al gruppo di controllo, soprattutto nella seconda fase di gioco. Il ristoro risulta più rapido nel raggiungere valori di fc_{basali} al termine delle due frazioni di gara. Vista l'impossibilità di esporre tipologie di allenamento specifiche per tutte le discipline sportive, verrà illustrata una proposta di training respiratorio per il ciclista, cercando comunque di fornire al tecnico spunti dai quali attingere per formulare la programmazione propria di ogni sport.

Prima d'impostare i protocolli di allenamento sono state analizzate accuratamente le fasi della competizione.

9.5.1 CICLO INTRODUTTIVO O DI APPRENDIMENTO (2-4 SETTIMANE)

Oltre a fare apprendere la corretta gestualità respiratoria, questo ciclo introduce l'atleta alle fasi successive più complesse e impegnative. Nell'allenamento della muscolatura respiratoria è necessario porre attenzione sia agli aspetti propriocettivi che alla variazione della frequenza e dell'ampiezza del respiro, utilizzando una adeguata progressione di esercizi finalizzati ad apprendere la corretta tecnica (Alberti G. e coll., 2006).

9.5.2 VIVIAN TEST IN STAZIONE ERETTA

In questa fase il test è necessario per definire l'esatto volume di sacca che verrà modificato, come vedremo in seguito, in relazione alle diverse tipologie di allenamento e alle corrette frequenze respiratorie di lavoro. Bisognerà registrare la fc_{max} respiratoria per impostare tutti i programmi di lavoro successivi.

9.5.3 CICLO GENERALE O PREPARATORIO (6-8 SETTIMANE)

Questo ciclo è caratterizzato dalla variabile quantità. Fornendo i prerequisiti metabolici, in preparazione alle fasi successive, si determinano effetti a lunga scadenza. Sono consigliati 20-30 min continuativi in stazione eretta e l'inserimento di sedute in posizione specifica nel corso della ultime settimane del ciclo.

9.5.4 VIVIAN TEST IN POSIZIONE SPECIFICA DI ESERCIZIO

In questa fase il test è necessario per definire l'esatto volume di sacca, le corrette frequenze respiratorie di lavoro in posizione specifica e valutare la fc_{max} respiratoria.

9.5.5 CICLO SPECIFICO (4-6 SETTIMANE)

Determina effetti a breve scadenza. Questa fase è caratterizzata dalla variabile intensità. Si devono proporre allenamenti simili o uguali alle situazioni di corsa, utilizzando le posizioni tipiche che il ciclista mantiene nei differenti momenti della gara. A questo punto è consigliabile somministrare sedute di allenamento nelle quattro posizioni che ricercano la similitudine del gesto specifico, non tralasciando però il lavoro in stazione eretta.

È possibile fare svolgere gli allenamenti specifici sulla bici posizionata sui rulli oppure, per semplificare la seduta e dare la possibilità di svolgere il lavoro in qualsiasi luogo (alberghi, camper, ecc.), è consigliabile l'utilizzo di un semplice piano di appoggio per gli arti superiori e per l'ischio. Kuznetsov (1980) ha evidenziato come i limiti del gesto specifico siano molto precisi e definiti. Di conseguenza i parametri della gestualità in posizione specifica dello sport considerato devono essere rispettati.

Nelle posizioni specifiche il gesto respiratorio viene vincolato e di conseguenza il volume corrente ridotto. Bisognerà perciò condizionare l'atleta a eseguire la respirazione con la costrizione vincolante della bicicletta.

A causa dei fattori che limitano il gesto respiratorio si consiglia, in questa fase, di lavorare con volumi di sacca ridotti di circa il 10-15%.

Posizioni specifiche

Stazione eretta, mani in appoggio su sostegno e capo esteso

Questa posizione può essere considerata sia didattica, quindi proposta nel ciclo introduttivo e di apprendimento, che di facilitazione all'acquisizione del gesto respiratorio corretto in posizione specifica nel ciclista.

L'estensione del capo riduce la tensione del sistema legamentoso e delle strutture anatomiche che uniscono il diaframma al tratto cervicale determinando una più agevole escursione diaframmatica.

La posizione indicata in fig. 9.11 degli arti superiori permette il pre-solleva-

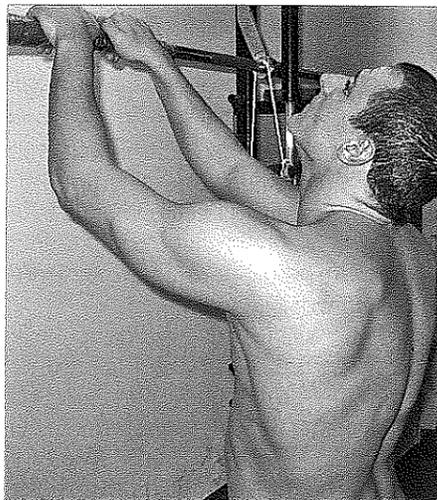


FIGURA 9.11 Posizione arti superiori in appoggio e capo esteso.

mento della gabbia toracica e la conseguente facilitazione dell'inspirazione.

Gomiti in appoggio sul Piano (GP)

In questa posizione il ciclista svolge le fasi meno animate della corsa, quando si trova in centro al gruppo o quando il ritmo imposto dalla corsa è blando. Essa è assimilabile alla posizione che il tronco assume quando le mani sono in appoggio sulla parte alta del manubrio con arti superiori distesi (fig. 9.12).

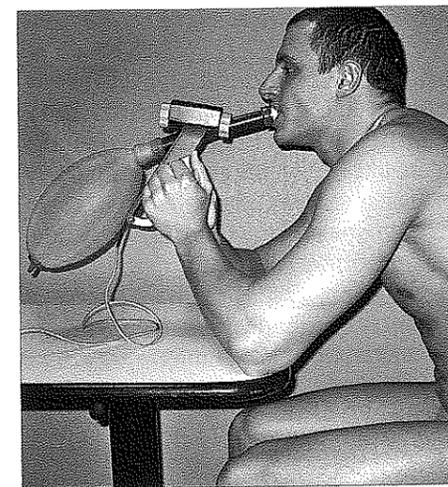


FIGURA 9.12 Posizione mani alte sul manubrio.

In questa posizione il busto è pressoché verticale così da permettere la ventilazione in maniera agevole con ridotte costrizioni.

L'atleta posiziona sul piano il corpo dello strumento inserendolo sull'apposito supporto, impugna la manopola con entrambe le mani, poggia i gomiti sul piano stando seduto e ventila.

Gomiti in appoggio sulle Ginocchia (GG)

Questa posizione simula l'atteggiamento che il tronco assume quando le mani sono in appoggio sulle leve dei freni ad arti superiori piegati (fig. 9.13). Il tronco inizia a "schiacciarsi" e a perdere progressivamente la posizione verticale.

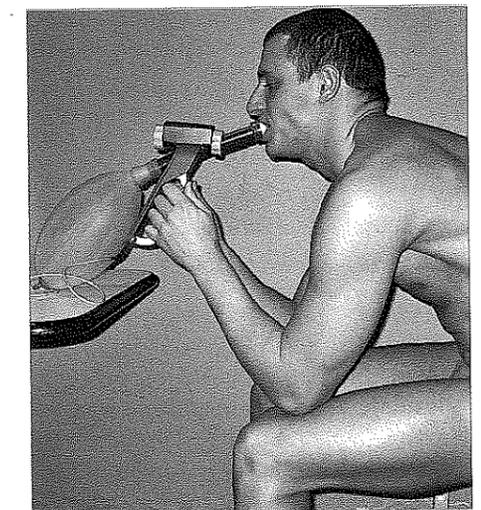


FIGURA 9.13 Posizione mani sulle leve.

L'atleta posiziona sul piano il corpo dello strumento inserito sull'apposito supporto, impugna la manopola con entrambe le mani e, stando seduto, poggia i gomiti sulle ginocchia.

Posizione Cronometro (C)

Questa posizione è paragonabile alla posizione assunta durante una prova a cronometro o alla postura che il tronco assume quando le mani sono in appoggio sulla parte bassa del manubrio alla ricerca della massima aerodinamicità.

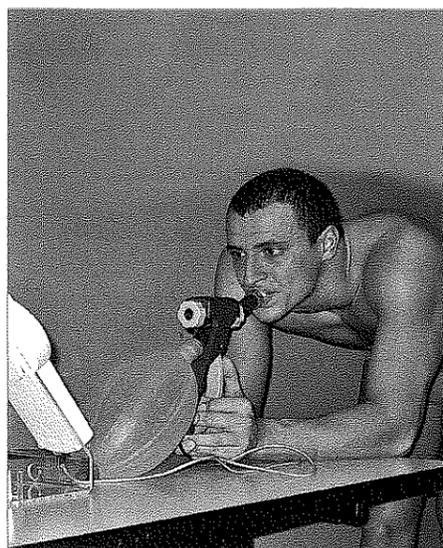


FIGURA 9.14 Posizione crono.

L'atleta pone sul piano il corpo dello strumento inserito sull'apposito supporto, impugna la manopola con entrambe le mani, poggia gli avambracci sul piano mantenendo il tronco parallelo al terreno.

Il capo dovrà essere racchiuso tra le spalle, l'appoggio ischiatico e gli arti inferiori leggermente piegati.

Posizione Sprint (S)

È una posizione simile alla precedente ma senza appoggio ischiatico.

Il bacino è più alto rispetto alla linea delle spalle.

La chiusura dell'angolo del busto rispetto al piano rende sempre più difficoltoso il gesto respiratorio. La posizione del diaframma è resa più verticale con l'inclinazione sempre più accentuata del busto. A tronco parallelo, il diaframma

incontra difficoltà di contrazione riscontrando modificazioni biomeccaniche di azione.

L'azione della muscolatura accessoria (sternocleidomastoideo, scaleni, trapezio), essendo già al termine della fase concentrica, incontra difficoltà nella contrazione e nel sollevamento della gabbia toracica.

Grazie all'allenamento respiratorio l'atleta potrà amministrare il gesto anche durante le fasi concitate della corsa.

9.5.6 CICLO COMPETITIVO O AGONISTICO (4-8 SETTIMANE)

In questo ciclo si ricerca il raggiungimento del massimo stato di forma. Volume e intensità vengono ridotti per permettere all'atleta di eseguire nel modo migliore le corse-obiettivo della stagione. Le sedute settimanali e i minuti di lavoro si riducono del 50-60%.

La riduzione dell'intensità è ottenuta attraverso la diminuzione delle frequenze respiratorie e dei volumi di sacca.

9.5.7 FASE DI TAPERING

Nella programmazione questa fase dell'allenamento ha come obiettivo il raggiungimento della massima forma prestativa. Si consiglia di lavorare blandamente o sospendere per 5-6 giorni l'allenamento respiratorio e svolgere il giorno prima della competizione una seduta di circa 5 min con VS ottimale a 30-32 atti/resp/min. In discipline in cui la muscolatura respiratoria è sottoposta a un notevole stress (ciclismo, podismo, nuoto, sci di fondo, ecc.) a causa dei volumi respiratori richiesti nel corso degli allenamenti specifici, si suggerisce

di concedere dei periodi anche di alcuni mesi di riposo, eliminando o riducendo drasticamente le sedute di training respiratorio.

Insistere nel processo allenante produrrà nell'atleta un eccessivo affaticamento (*overreaching*) con un transitorio calo delle capacità prestantive o, nel peggiore dei casi, uno stato di esaurimento complessivo psicofisico di tipo cronico (*overtraining*), che provocherà un calo della "performance" associato a sintomi di tipo muscolare, psichico e una diminuzione della motivazione.

9.5.8 CICLO DI TRANSIZIONE (2-3 SETTIMANE)

È un ciclo di collegamento al periodo successivo (seconda fase della stagione). In questa fase si ha un calo dello stato di forma con una ricostruzione della riserva di adattamento.

Si propongono stimoli sotto la soglia allenante. L'atleta deve mantenere le qualità acquisite nelle fasi precedenti ed essere pronto per riprendere il lavoro a un livello più elevato per il periodo successivo.

9.6 CARATTERISTICHE ALLENANTI DELLE SEDUTE IN RELAZIONE AI PROCESSI ENERGETICI

La muscolatura respiratoria risulta essere molto recettiva nei confronti dei processi allenanti somministrati. Il continuo e incessante susseguirsi di contrazioni sia a riposo, quindi a bassi regimi ventilatori, sia durante l'attività fisica intensa, predispongono l'atleta a raggiungere rapidamente un maggior livello

di allenamento dei muscoli respiratori rispetto a ciò che accade per i muscoli locomotori.

Successivamente alla fase di apprendimento, in un periodo variabile da 3 a 4 settimane, si riscontrano già significativi miglioramenti.

9.6.1 LAVORO RESPIRATORIO CONTINUO (LUNGA O LUNGHISSIMA DURATA)

Il lavoro respiratorio continuo è la base utile per effettuare le sedute specifiche che verranno effettuate successivamente. Esso consente anche un più facile e pronto recupero dall'affaticamento accumulato tra un allenamento e l'altro e/o tra diverse prove all'interno delle competizioni.

Il lavoro continuo può essere svolto con le seguenti modalità:

- frequenza e profondità respiratoria costante;
- frequenza e profondità respiratoria variabile. La variazione può essere prescritta dal tecnico o affidata alla sensibilità dell'atleta.

9.6.2 LAVORO RESPIRATORIO INTERVALLATO (INTERVAL-TRAINING, INTERMITTENTE, FRAZIONATO, PROVE RIPETUTE)

Permette di svolgere un volume di lavoro respiratorio elevato a intensità superiori, non solo a quelle del lavoro continuo, ma quasi uguali o superiori all'intensità di competizione. Alte intensità di lavoro per tempi estremi coinvolgono a livello più o meno elevato i processi lattacidi.

Il tempo e le modalità della pausa sono fattori fondamentali per la stesura e la proposizione di un lavoro intervallato.

Le unità da considerare, per elaborare un lavoro respiratorio intervallato, sono le seguenti:

- tipo di prova e conseguente specificità del carico;
- intensità;
- numero delle prove e delle serie.
- durata (costante, di durata crescente, di durata decrescente) e modalità della pausa tra le prove e tra le serie (riposo passivo o attivo);
- tipo e modalità dell'esecuzione.

9.6.3 ALLENAMENTI AEROBICI

Sedute di resistenza-capacità aerobica

Questa tipologia di sedute è da proporre di norma come prima seduta settimanale o, in relazione al periodo della

stagione, anche durante la settimana. Il meccanismo aerobico consente la risintesi dell'ATP in presenza di ossigeno mediante una serie di reazioni intramitochondriali che portano alla produzione di anidride carbonica e acqua. Come substrati sono utilizzati il glicogeno e i lipidi.

Il meccanismo aerobico è in grado di sostenere la risintesi dell'ATP per un tempo teoricamente indefinito ma con poca potenza erogata. Il limite sarà dato dall'adeguatezza della quantità di substrati.

Sedute di soglia anaerobica (equilibrio dinamico tra la produzione e il consumo di acido lattico).

La soglia anaerobica è un equilibrio dinamico tra la produzione e il consumo di acido lattico. Da proporsi durante la settimana in relazione al periodo della stagione. Si riscontra un aumento della densità mitocondriale.

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Frequenza cardiaca (bpm)	Sensazione soggettiva di stanchezza	Posizione
20 min-1 h continuativi	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale)	28-32 atti/min	60-70% circa di $f_{c_{max}}$ respiratoria (vedi test)	Non oltre il 3° grado della scala di Borg (CR 10)	Stazione eretta o di esercizio con gomiti in appoggio sul piano (fasi di corsa aerobiche)

TABELLA 9.8 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di capacità aerobica.

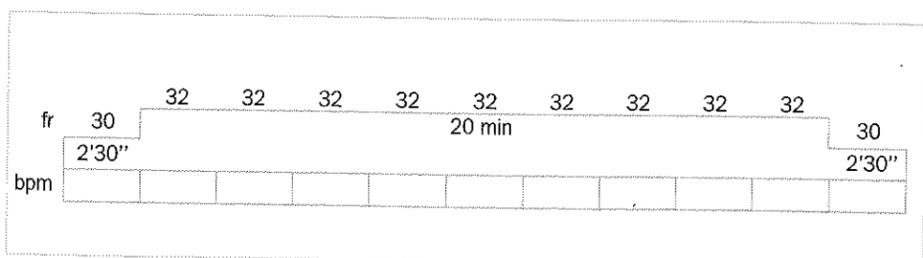


TABELLA 9.9 Schema esemplificativo di una seduta di capacità aerobica.

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Frequenza cardiaca (bpm)	Sensazione soggettiva di stanchezza	Posizione
20-30 min continuativi o intervallati con pause di 1.0-20 s	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale)	Dopo avere visionato il test ricavare le fr dal picco cardiaco. Rilevare le fr corrispondenti alla soglia anaerobica di esercizio (mediamente 36 atti/min)	80% di $f_{c_{max}}$ respiratoria (vedi test)	Tra il 4° e il 5° grado della scala di Borg (CR10)	Gomiti in appoggio al piano o sulle ginocchia

TABELLA 9.10 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di soglia anaerobica.

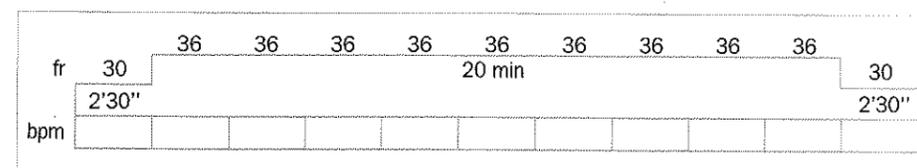


TABELLA 9.11 Schema esemplificativo di una seduta di soglia anaerobica.

Sedute di $\dot{V}O_{2max}$ o potenza aerobica

(massima quantità di ossigeno che può essere assunta, trasportata e utilizzata nell'unità di tempo).

La risintesi di ATP risulta direttamente correlata al consumo di ossigeno il quale aumenta linearmente con l'intensità dell'esercizio sino a raggiungere un

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Frequenza cardiaca (bpm)	Sensazione soggettiva di stanchezza	Posizione
10-15 min totali, con ripetizioni di 3-5 min utilizzando lavori intervallati o con variazioni di ritmo	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale o ridotta del 10%)	Dopo avere visionato il test ricavare le fr dal picco cardiaco (mediamente 40 atti/min)	90% circa di $f_{c_{max}}$ respiratoria (vedi test)	Tra il 5° e il 7° grado della scala di Borg (CR10)	Di esercizio con gomiti in appoggio sulle ginocchia o con avambracci sul piano

TABELLA 9.12 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di potenza aerobica.

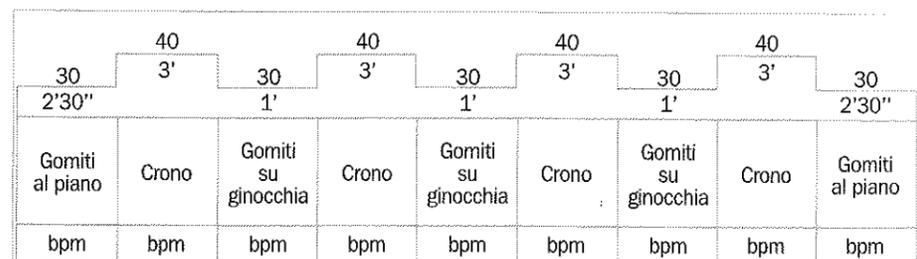


TABELLA 9.13 Schema esemplificativo di una seduta di potenza aerobica.

massimo definito massimo consumo di ossigeno ($\dot{V}O_2 \text{ max}$).

Pur essendo migliorabile con l'allenamento risulta vincolata alle caratteristiche genetiche dell'atleta e costituisce un importante elemento di differenziazione prestativa.

9.6.4 ALLENAMENTI LATTACIDI

La riduzione della concentrazione di acido lattico nel sangue è causata da un assorbimento migliorato del lattato dai muscoli respiratori allenati. Si ha un miglioramento delle prestazioni con una minor produzione di acido lattico in performance di resistenza o incrementali.

Le componenti lattacide sono riassunte in tabella 9.14.

Seduta di capacità lattacida (qualità che consente all'atleta di mantenere per il maggior tempo possibile una determinata frequenza respiratoria a volume di sacca costante in condizione di acidosi muscolare senza riduzione del rendimento meccanico).

In prove di alcune decine di secondi la capacità lattacida è riferita soprattutto alla fibre muscolari. In prove protratte per diversi minuti si fa riferimento all'accumulo ematico. Durante l'esecuzione di esercizi più lunghi è fondamentale la capacità dell'organismo di smaltire rapidamente il lattato prodotto. Quando la produzione di acido piruvico è maggiore della sua ossidazione ad anidride carbonica e acqua viene trasformato in acido lattico. Il meccanismo lattacido risulta meno economico di quello aerobico, esso ha minor durata ma è in grado di fornire

una potenza maggiore. L'acidosi si può verificare in seguito alle seguenti condizioni:

- ipo-ossigenazione delle fibre muscolari;
- incapacità dei mitocondri ad accettare tutto l'acido piruvico prodotto.

All'inizio dell'esercizio i muscoli sono relativamente ipo-ossigenati e una notevole quantità di acido piruvico è metabolizzata anaerobicamente determinando un aumento della lattacidemia. Tale valore successivamente tende a diminuire in relazione all'aumento della quantità di sangue e ossigeno che si diffonde nel muscolo. Questo è uno dei motivi per cui si consiglia lo svolgimento di un riscaldamento respiratorio prima di una competizione.

La capacità lattacida dipende dai seguenti fattori:

- componenti muscolari;
- elevate concentrazioni di sistemi tampone intracellulari;
- basso valore di pH critico: capacità delle fibre muscolari di continuare a lavorare con pH basso;
- diffusione rapida di lattato e idrogenioni dalla fibra;
- tamponamento degli ioni H^+ nei liquidi extracellulari del muscolo;
- metabolizzazione del lattato nelle fibre di tipo I dello stesso muscolo produttore;
- componenti non muscolari;
- tamponamento a livello ematico;
- allontanamento rapido dal sangue (possibilità da parte di vari organi di eliminare rapidamente il lattato dal sangue).

	Adattamenti ricercati	"Segnale" biologico	Caratteristiche dei mezzi allenanti
Potenza lattacida			
Potenza lattacida nelle gare di sprint	Aumento di dimensioni delle fibre, specie le FT, e aumento in esse degli enzimi glicolitici	Alte richieste di ATP e PC nell'unità di tempo, fino ad esaurire una buona quantità	Lavoro di forza con produzione di lattato; ripetute ad alta intensità della durata di vari secondi, o più corte con recuperi brevi (che non consentono il pagamento di alte percentuali del debito alattacido)
Potenza lattacida nella volata finale delle prove di mezzofondo	Aumento degli enzimi glicolitici che favoriscono la produzione di ATP pur con alta concentrazione di H^+ e LA^-	Alte richieste di fosfagene ad una fibra già con alta concentrazione di H^+ e LA^-	Ripetizioni di alcune centinaia di metri o pochi chilometri ad andatura iniziale che determina già una buona produzione di lattato e con un tratto finale molto veloce
Capacità lattacida: componenti interne alla fibra			
Potere tampone	Aumento delle concentrazioni di tamponi (proteici e non) nella fibra	Elevata quantità totale di ioni H^+ prodotti dalla fibra	Numerose ripetizioni, ciascuna con produzione di discrete quantità di ioni H^+
pH critico	Adattamenti enzimatici-citoplasmatici	Elevata concentrazione di ioni H^+ nella fibra	Alta produzione di H^+ con prova unica o meglio con ripetute anche ad intervalli di vari minuti l'una dall'altra
Alta concentrazione di lattato	Aumento delle LDH di tipo M	Elevata concentrazione di lattato nella fibra	Ripetute con produzione di lattato ad intervalli che permettono l'uscita dalle fibre di molti H^+ ma pochi LA^-
Capacità lattacida: altre componenti lattacide periferiche			
Rapido uscita del lattato dalla fibra	Aumento dei trasportatori di lattato del sarcolemma	Alta concentrazione di lattato nella fibra	Ripetute con produzione di elevata quantità complessive di lattato
Potere tampone del muscolo che ha prodotto H^+	Aumento dei tamponi nei liquidi extracellulari e aumentata eliminazione degli ioni H^+ e LA^-	Aumento degli ioni H^+ nei liquidi extracellulari e nei muscoli in genere	Ripetute con produzione di elevate quantità complessive di ioni H^+ eventualmente con recupero in corsa
Eliminazione rapida di lattato nel muscolo produttore	Aumentato utilizzo di lattato da parte di fibre diverse dalle produttrici	Presenza di lattato nel muscolo durante il lavoro	Ripetute blandamente lattacide con recupero in corsa (alternanza di tratti veloci a tratti più lenti)

TABELLA 9.14 Adattamenti ricercati, possibile segnale biologico e caratteristiche dei mezzi di allenamento della potenza lattacida e delle componenti periferiche della capacità lattacida (tratto da: "Acido lattico e prestazione". E. Arcelli).

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Frequenza cardiaca (bpm)	Sensazione soggettiva di stanchezza	Posizione
Durata totale effettiva non superiore ai 10 min (4-5 serie di 2 min) utilizzando lavori intervallati o con variazioni di ritmo	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale o ridotta del 10%)	Dopo avere visionato il test ricavare le fr_{max} dettate dal test o dalle fr_{max} proprie dell'esercizio	Tendente a valori massimali (vedi test)	Oltre il 7° grado della scala di Borg (CR10)	Di esercizio con avambracci in appoggio al piano (posizione crono)

TABELLA 9.15 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di capacità lattacida.

Riscaldamento	46	46	46	46	46	46	Defaticamento
30	2'	2'	2'	2'	2'	2'	30
2'30"	Rip. 2'	2'30"					
Stazione eretta	Crono	Crono	Crono	Crono	Crono	Crono	Stazione eretta
bpm	bpm	bpm	bpm	bpm	bpm	bpm	bpm

TABELLA 9.16 Schema esemplificativo di una seduta di capacità lattacida.

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Frequenza cardiaca (bpm)	Sensazione soggettiva di stanchezza	Posizione
4-6 serie di 30 sec-1min con recuperi compresi tra 1 e 2 min utilizzando lavori intervallati o con variazioni di ritmo	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale o ridotta del 10%)	Ricavare le fr_{max} dettate dal test o dalle fr_{max} proprie dell'esercizio	Tendente a valori massimi	Oltre il 7° grado della scala di Borg (CR10)	Di esercizio con avambracci in appoggio al piano senza appoggio ischiatico (posizione sprint)

TABELLA 9.17 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di potenza lattacida.

30	fr massima	fr massima	fr massima	fr massima	30
2'30"	1'	1'	1'	1'	2'30"
SE	Rip. 1'	Rip. 1'30"	Rip. 2'	Rip. 2'30"	SE
bpm	Sprint	Sprint	Sprint	Sprint	bpm
	bpm	bpm	bpm	bpm	

TABELLA 9.18 Schema esemplificativo di una seduta di potenza lattacida.

Seduta di potenza lattacida (massima quantità di ATP prodotto nell'unità di tempo con il meccanismo lattacido). La possibilità di fornire alti livelli di potenza lattacida è legata al fatto di possedere un'elevata attività degli enzimi glicolitici, caratteristica soprattutto dei muscoli in cui prevalgono fibre di tipo II (tab. 9.17, 9.18).

fr	30 atti/min nei recuperi	GP
	36 atti/min medio	GG
	46 atti/min soglia	C
	50 atti/min nello sprint	S

TABELLA 9.20 Posizione corporea consigliata in relazione alla variazione delle frequenze respiratorie.

Simulazione corsa (tab. 9.19, 9.20). Simulare una fase di corsa con scatti, fughe e sprint conclusivo. La scelta dei minuti di lavoro a una determinata frequenza respiratoria e la posizione di lavoro sono decise istintivamente dall'atleta.

alla velocità e ai parametri fisiologici forniti da test specifici svolti in laboratorio. L'obiettivo è quello di trasferire il pattern respiratorio corretto durante l'esercizio specifico.

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Frequenza cardiaca (bpm)	Sensazione soggettiva di stanchezza	Posizione
20-30 min	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale)	~30 atti/min ~35 atti/min ↑44 atti/min	Variabile in relazione all'intensità di esercizio	Tra il 3° e oltre il 7° grado della scala di Borg (CR10)	Gomiti al piano (fasi di recupero) Gomiti sulle ginocchia (soglia) Cronometro (scatto)

TABELLA 9.19 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di simulazione di corsa.

5 min bici + 2 min iperpnea isocapnica	30 atti/min nei recuperi
5 min bici + 2 min iperpnea isocapnica	36 atti/min medio
5 min bici + 2 min iperpnea isocapnica	46 atti/min soglia
5 min bici + 2 min iperpnea isocapnica	50 atti/min nello sprint

TABELLA 9.21 Riassunto dei parametri allenanti di una seduta di trasformazione.

Seduta di trasformazione (tab. 9.21). Alternare fasi di allenamento respiratorio a fasi di allenamento in bicicletta sui rulli o al cicloergometro. L'atleta dovrà riprodurre le frequenze respiratorie e il volume corrente impostati sullo strumento in relazione ai watt,

9.6.5 MOBILIZZAZIONE E TECNICA RESPIRATORIA

La motivazione che deve spingere il tecnico ad utilizzare questa tipologia di seduta verrà ampiamente illustrata nel capitolo 10.

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Posizione
2 serie di 5-10 min	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale maggiorata del 10-20%)	20-24 atti/min	Stazione eretta

TABELLA 9.22 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di mobilizzazione.

9.6.6 RISCALDAMENTO

Volianitis e coll. con i loro studi hanno dimostrato che uno schema di riscaldamento respiratorio abbinato a un riscaldamento specifico è più efficace del solo riscaldamento specifico.

Gli obiettivi perseguiti in questa tipologia di seduta sono i seguenti:

- riscaldare in maniera specifica la muscolatura respiratoria ricercando una maggiore velocità di contrazione e rilasciamento;
- aumentare l'economia del gesto causata da una riduzione delle resistenze interne al movimento;
- preparare il sistema al mantenimento dei parametri ventilatori di gara;
- mobilitare le articolazioni interessate al processo respiratorio;
- aumentare la desaturazione dell'emoglobina che cederà così una più alta quantità di ossigeno ai tessuti;
- facilitare la trasmissione neuromuscolare e aumentare i processi metabolici cellulari provocati dall'incremento della temperatura corporea;
- aumentare la perfusione dei muscoli respiratori.

Quando viene compiuto uno sforzo superiore al 50% del massimo consumo di ossigeno si rileva inizialmente un aumen-

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Posizione
5-10 min	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale)	Esempi 30 atti/min (2 min) 32 atti/min (2 min) 34 atti/min (2 min) 36 atti/min (2 min)	Cronometro

TABELLA 9.23 Riassunto dei parametri da utilizzare nelle sedute di riscaldamento.

to di concentrazione del lattato nel sangue seguito da un abbassamento. Nei primi istanti dell'esercizio fisico il meccanismo aerobico non è ancora alla massima efficienza. Di conseguenza il meccanismo lattacido libera una quantità di energia superiore a quella che bisognerà produrre più tardi, quando il meccanismo aerobico comincia a funzionare a pieno regime (Margaria R., 1975). Nelle fasi iniziali vi è una ridotta efficienza nell'apporto di ossigeno dovuta a un ritardo degli adattamenti cardiocircolatori centrali e degli adattamenti circolatori periferici.

Ciò è dovuto ai seguenti fattori:

- fattori di aumentata produzione iniziale di lattato;
- ridotta efficienza dell'apporto di O₂;
- ritardo degli aggiustamenti centrali (cardiaci);
- ritardo negli aggiustamenti periferici (perfusione muscolare);
- intervento di una percentuale più elevata di fibre poco efficienti dal punto di vista aerobico;
- fattori di ridotta eliminazione iniziale di lattato;
- ridotto apporto di ossigeno a fibre muscolari che in questa fase sono produttrici di lattato mentre, in un secondo tempo, quando l'apporto di ossigeno sarà maggiore, diventeranno consumatrici.

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Posizione
5-10 min	Ricavata dal Vivian test (VS ottimale)	Esempi 28 atti/min (2 min) 26 atti/min (2 min) 24 atti/min (2 min) 22 atti/min (2 min)	Stazione eretta o seduta

TABELLA 9.24 Riassunto dei parametri da utilizzare nelle sedute di defaticamento.

9.6.7 DEFATICAMENTO

Il defaticamento, con l'utilizzo di strumenti che permettano di svolgere iperpnea isocapnica, è eseguibile al termine di ogni allenamento o di ogni competizione. Con questo tipo di seduta si velocizza lo smaltimento dell'acido lattico accumulato e si prepara l'atleta all'allenamento, alla gara o, nel caso del ciclismo, alla tappa successiva.

La velocità di rimozione dell'acido lattico ematico è in funzione dell'intensità dell'attività compiuta durante il recupero. Un lavoro aerobico di intensità compresa tra il 29 e il 45% di VO₂max nel ciclismo (Choi D. e coll., 1994; Falk B. e coll., 1995) e tra il 55 e 60% della potenza aerobica nella corsa (McLellan T.M. e coll., 1982) permette la massima rimozione di lattato al termine di una prova. Ciò è dovuto ad una maggior perfusione di organi in grado di rimuovere il lattato accumulato. Per ogni minuto di recupero la quantità di acido lattico cala di circa il 3%. Una piccolissima parte viene persa attraverso le urine e il sudore mentre la maggior parte prodotta (più del 60%) viene ossidata come se fosse un substrato energetico con produzione finale di CO₂ e H₂O. Il cuore e i muscoli scheletrici, tra cui la muscolatura respiratoria, sono grandi consumatori di acido lattico. Essi utilizzano contemporaneamente

l'acido lattico a disposizione e il glicogeno. Una maggior perfusione dei muscoli facilita la rimozione di lattato tramite la sua ossidazione nel ciclo di Krebs (Gladden L. B., 1989). Come evidenziato nei precedenti capitoli, l'aumento della concentrazione di idrogenioni nel plasma stimola i centri respiratori all'incremento della ventilazione. Questo fenomeno riduce la pressione parziale della CO₂ alveolare facilitando così la ricombinazione di H⁺ e HCO₃⁻ che, formando acido carbonico, provocano una riduzione di concentrazione di idrogenioni. Si consideri che duplicando la ventilazione alveolare a riposo il pH passa da 7,4 a 7,63. Al contrario se la ventilazione fosse dimezzata, il pH diminuirebbe di circa 0,23 unità.

9.6.8 PRE-AFFATICAMENTO E POST-AFFATICAMENTO

Se l'intento del tecnico è quello di pre-affaticare la muscolatura, viene richiesto nella prima parte della seduta un lavoro esclusivamente a carico dei muscoli "bersaglio" (diaframma o muscolatura respiratoria toracica). Successivamente si proporrà un lavoro che coinvolga tutta la muscolatura.

Se l'intento del tecnico è quello di post-affaticare, il lavoro sulla muscolatura "bersaglio" sarà posticipato rispetto al lavoro globale.

Tempo	Volume sacca (lt)	Frequenze respiratorie (atti/min)	Posizione
Pre-affaticamento			
10 min	Diaframmatica	28 atti/min	Stazione eretta
+	+		o
15 min	Globale	36 atti/min	Posizione specifica
Post-affaticamento			
15 min	Globale	28 atti/min	Stazione eretta
+	+		o
10 min	Diaframmatica	36 atti/min	Posizione specifica

TABELLA 9.25 Riassunto dei parametri allenanti delle sedute di pre o post affaticamento.

9.6.9 SEDUTA A VOLUME CORRENTE RIDOTTO (VS INFERIORE AL 20-30% DI VS OTTIMALE)

Partendo da volume di riserva inspiratorio, l'atleta dovrà gestire le frequenze respiratorie proposte ventilando un volume di aria ridotto rispetto alle reali possibilità ventilatorie. L'intento è quello di condizionare l'azione dei recettori polmonari di stiramento che sono stimolati in caso di distensione del polmone. Gli impulsi afferenti, originati da questi recettori, si muovono tramite il vago e la loro stimolazione provoca un rallentamento della frequenza respiratoria.

Partendo da volume di riserva espiratorio, l'atleta dovrà gestire le frequenze respiratorie proposte ventilando un volume di aria ridotto rispetto alle reali possibilità ventilatorie. Viene ricercato un adattamento alla forte diminuzione del volume polmonare per condizionare i recettori che mediano il riflesso di Head. Si rammenta che questo riflesso attiva l'inspirazione e inibisce l'espirazione in risposta all'eccessiva diminuzione di volume polmonare.

9.6.10 SEDUTA IN IPERCAPNIA

I globuli rossi sono prodotti nel midollo osseo e la loro generazione è controllata dalla quantità di ossigeno che raggiunge i tessuti attraverso il sangue. Se i tessuti non ricevono abbastanza ossigeno i reni secernono l'eritropoietina, un ormone che stimola il midollo osseo a produrre più globuli rossi. Se invece i tessuti ricevono più ossigeno di quanto sia necessario i reni ne bloccano la produzione. I globuli rossi sopravvivono da tre a un massimo di quattro mesi nel sangue e quelli non più utilizzati vengono demoliti nella milza dove vengono riciclati per produrre altre proteine. La maggior parte ritorna al midollo osseo per assemblare altri globuli rossi.

Attualmente sono in corso alcuni studi volti a standardizzare le sedute di allenamento eseguite in ipercapnia. Per questa tipologia di lavoro lo strumento che permette di svolgere iperpnea isocapnica viene utilizzato alternando le due modalità d'impiego riportate in seguito:

- *respirazioni a volume corrente ridotto*: l'aria utilizzata per compiere gli atti respiratori è unicamente quella contenuta nella sacca. Per fare ciò la valvola dello strumento non dovrà subire spostamenti. Così facendo l'atleta respirerà una miscela gassosa carica di CO₂ che lo porterà progressivamente ad abbassare la percentuale di O₂.
- *respirazioni in iperpnea isocapnica*.

Strumentazione necessaria

- Saturimetro: è uno strumento utilizzabile anche da personale non sanitario che misura la quantità di emoglobina legata ai globuli rossi nel sangue e quindi permette di ottenere una stima della quantità di ossigeno. È costituito da una sorta di pinza che viene applicata generalmente a una zona pervasa da circolazione superficiale, come il dito di una mano. A ogni battito cardiaco è possibile visualizzare la saturazione dell'ossigeno e la frequenza cardiaca. Una misurazione fisiologica della saturazione si attesta tra il 95 e il 100%. Valori compresi tra il 95 e il 90% indicano una parziale assenza dell'ossigeno (lieve ipossia). Valori al di sotto del 90% indicano una severa deficienza di ossigeno (elevata ipossia).
- Strumento per svolgere allenamento respiratorio in iperpnea isocapnica.

Protocollo di allenamento

Si consiglia di svolgere 3 sedute settimanali svolte attenendosi alle seguenti linee guida.

5 min riscaldamento da 28 a 32 atti/min in iperpnea isocapnica.

Dopo aver effettuato il riscaldamento si svolgerà la seduta allenante riportata in tab. 9.26.

Gli stessi obiettivi si possono raggiungere facendo svolgere all'atleta l'allenamento respiratorio in iperpnea isocapnica in corso di esercizio. Anche in questa situazione deve essere utilizzato il saturimetro che fornirà in tempo reale la quota di saturazione dell'ossigeno. Il lavoro verrà così intervallato da fasi di esercizio con respirazione condizionata dai parametri preimpostati sullo strumento a fasi in cui l'atleta respirerà in forma libera e naturale continuando nel gesto precedentemente svolto. Nella prima fase il valore di saturazione calerà progressivamente, nella seconda fase lo stesso parametro tornerà a valori fisiologici. Importante sarà definire preventivamente l'intensità di esercizio e i parametri dello strumento da impostare.

Precauzionalmente si consiglia di svolgere il lavoro su bike. Le modalità di svolgimento sono simili a quelle descritte in tabella 9.26.

	Tempo	VS	fr	Satur. O ₂	Posizione	Attenzioni esecutive
3 serie	5 min	Ottimale	26-28 atti/min	90%	Seduta	Respiri meno profondi Immobilità della valvola
3 serie	5 min	Ottimale	28-30 atti/min	Fisiologica	Seduta	Respirazioni in iperpnea isocapnica

TABELLA 9.26 Esempio di una seduta di allenamento respiratorio in ipossia/ipercapnia.