



**Coni Servizi**

**Scuola dello Sport**



**Federazione Italiana Sport Invernali**  
***Scuola Tecnici Federali***  
***Prove nordiche***

# **MANUALE DI ALLENAMENTO PER LO SCI DI FONDO**

**Aspetti generali e specifici**

## INDICE

<b>1. CARATTERISTICHE DELLO SCI DI FONDO E FATTORI CHE DETERMINANO LA PRESTAZIONE</b>	<b>pag. 3</b>
1.1 Introduzione	
1.2 Meccanismi energetici	
1.3 Cenni di fisiologia nello sci di fondo	
1.4 Cenni sugli effetti dell'allenamento	
1.5 Richiesta energetica nello sci di fondo	
1.6 Fattori limitanti la performance nello sci di fondo	
1.7 Fattori che determinano la prestazione nello sci di fondo moderno	
1.7.1 Massima potenza aerobica	
1.7.2 Soglia anaerobica e frazione di utilizzo del VO <sub>2</sub> max	
1.7.3 Efficienza (o economia del gesto tecnico)	
1.7.4 Aspetti neuro muscolari	
1.8 Valutazione funzionale	
<b>2. PRINCIPI DELL'ALLENAMENTO E DELL'ADATTAMENTO</b>	<b>pag. 25</b>
2.1 Introduzione	
2.2 Supercompensazione	
2.3 Affaticamento e recupero	
2.4 Sovrallenamento	
<b>3. CARATTERISTICHE E PRINCIPI METODOLOGICI DELLA DISTRIBUZIONE DEL CARICO</b>	<b>pag. 29</b>
3.1 Caratteristiche del carico	
3.2 Principi metodologici della distribuzione del carico	
<b>4. DETERMINAZIONE DELL'INTENSITÀ DI ALLENAMENTO E LA SUA CLASSIFICAZIONE</b>	<b>pag. 32</b>
4.1 Introduzione	
4.2 Metodi "da campo" per la determinazione della soglia anaerobica	
4.3 Classificazione dei livelli di intensità di allenamento per lo sci di fondo	
4.4 La valutazione dell'intensità attraverso la scala di Borg® (CR-100)	
4.5 Determinazione e quantificazione del carico interno attraverso l'utilizzo della scala di Borg cr-100®	
<b>5. CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DEI MEZZI DI ALLENAMENTO</b>	<b>pag. 39</b>
5.1 Classificazione dei mezzi di allenamento	
5.2 Caratteristiche dei principali mezzi di allenamento	
5.3 Caratteristiche dei principali mezzi di allenamento per lo sviluppo della forza	
<b>6. SVILUPPO DELLE CAPACITÀ MOTORIE</b>	<b>pag. 45</b>
6.1 Schemi motori di base	
6.2 Capacità motorie e abilità motorie	
6.2.1 Capacità coordinative	
6.2.2 Capacità condizionali	
6.2.2.1 Resistenza	
6.2.2.2 Forza	
6.2.2.3 Velocità e rapidità	
6.2.3 Mobilità articolare	

<b>7. L' ORGANIZZAZIONE E LA COSTRUZIONE DEL PROCESSO DI ALLENAMENTO</b>	<b>pag. 74</b>
7.1 Programmazione pluriennale dell'allenamento nello sci di fondo	
7.1.1 Tappe della programmazione dell'allenamento a lungo termine	
7.2 Elementi strutturali della programmazione dell'allenamento	
7.2.1 Unità di allenamento e la sua organizzazione	
7.2.2 La giornata di allenamento e la sua organizzazione	
7.2.3 Microcicli e la loro organizzazione	
7.2.4 Mesocicli e la loro organizzazione	
7.2.5 Macro ciclo e la loro organizzazione	
7.3 Sviluppo dei volumi e delle Unità di allenamento nella programmazione a lungo termine	
7.4 L'intensità e la forza nella programmazione a lungo termine	
7.5 Utilizzo dei mezzi di allenamento nella programmazione a lungo termine	
<b>8. GLOSSARIO</b>	<b>pag.99</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>pag. 111</b>
<b>10.ALLEGATI</b>	<b>pag. 113</b>
10.1 Tabella riepilogativa categoria U14	
10.2 Tabella riepilogativa categoria U16	
10.3 Tabella riepilogativa categoria U18	
10.4 Tabella riepilogativa categoria U20	
10.5 Tabella riepilogativa categoria U23	

## **LO SCI DI FONDO – MODELLO PRESTATIVO**

Lo sci di fondo è uno sport ciclico di resistenza ad elevata componente coordinativa, in quanto nell'esecuzione dei diversi passi, sia della tecnica classica che di pattinaggio, subisce notevoli variazioni in relazione alla velocità di avanzamento.

Nell'applicazione della forza, sia degli arti superiori che inferiori, viene richiesto un elevato livello di potenza per tempi prolungati così da interessare dal punto di vista metabolico sia il meccanismo aerobico che anaerobico.

Le competizioni si differenziano per distanza, tipologia di percorso, tecnica e modalità di partenza.

## CAPITOLO 1

### CARATTERISTICHE DELLO SCI DI FONDO E FATTORI CHE DETERMINANO LA PRESTAZIONE

#### 1.1 INTRODUZIONE

Lo sci di fondo nasce come sport di resistenza ad elevato impegno cardio-vascolare nel quale potenza e capacità aerobiche sono di fondamentale importanza. Tuttavia, rispetto ad altri sport di endurance, i determinanti della prestazione nello sci di fondo sono divenuti in questi ultimi anni molto più complessi.

Le gare di lunga durata, non possono essere sostenute ad intensità metaboliche corrispondenti alla massima potenza aerobica ( $VO_2max$ ), ne consegue che deve essere allenata la capacità di sciare a velocità corrispondenti alla massima frazione possibile di  $VO_2max$  oltre alla capacità di resistere a lungo alla fatica.

Lo sci di fondo moderno prevede inoltre situazioni (gare sprint, di durata prossima ai 3', con brevi salite di elevata pendenza, accelerazioni ripetute) la cui richiesta energetica supera di gran lunga la massima potenza aerobica. In tutte queste situazioni diviene importante il contributo alla produzione di energia svolto dai sistemi metabolici di tipo anaerobico.

In rapporto alle caratteristiche tecniche del percorso di gara (salite, discese, falsipiani, dislivelli ecc.), è necessario che l'atleta adotti la tecnica di avanzamento più adeguata allo specifico tratto di percorso, più idonea alle proprie caratteristiche e più efficace al fine del risultato agonistico.

L'economia del gesto atletico è infine di grande importanza in tutti gli sport ed è legata alla corretta esecuzione tecnica del gesto stesso. Negli sport di lunga durata diventa inoltre importante la capacità di mantenere economia ed efficienza anche in condizioni di affaticamento. L'abilità del sistema neuro-muscolare nel reclutare la muscolatura in modo corretto al fine di produrre forza e sviluppare potenza oltre che resistere alla fatica è un ulteriore tassello fondamentale per ottimizzare la performance nello sci di fondo.

#### 1.2 I MECCANISMI ENERGETICI

L'organismo necessita di un continuo apporto di energia chimica per far fronte alle continue richieste energetiche. L'energia che deriva dai processi ossidativi dagli alimenti (carboidrati, grassi e proteine) viene trasferita direttamente alle cellule dove verrà utilizzata per realizzare la sintesi di un composto altamente energetico: l'adenosintrifosfato (ATP). L'energia contenuta nella molecola di ATP, può essere usata dalla cellula per ogni forma di lavoro biologico. Esiste un ciclo continuo che prevede per l'ATP un doppio ruolo di accettore di energia e di liberatore di energia, ovvero: la cellula sintetizza continuamente ATP e continuamente l'ATP libera questa energia quando la cellula ne ha bisogno.

Il legame di una molecola di ATP con acqua (reazione catalizzata dall'enzima adenosintrifosfatasi, ATPasi), produce il distacco del gruppo fosforico esterno dell'ATP, la liberazione di energia e la formazione di un nuovo composto detto ADP (adenosindifosfato + fosfato inorganico; eq.1).



L'energia che si libera dalla scissione dell'ATP viene trasferita direttamente ad altre molecole. Nel muscolo, ad esempio, l'energia liberata dalla reazione  $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{Pi}$  attiva alcuni siti specifici sugli elementi contrattili e consente il fenomeno della contrazione muscolare. La scissione dell'ATP, e la conseguente liberazione di energia, avvengono molto rapidamente, sia in presenza che in assenza di ossigeno. In pratica: ogni volta che si rende necessaria una brusca disponibilità di energia, questa energia viene recuperata attraverso la scissione di ATP, indipendentemente dal fatto che nei muscoli attivi vi sia o non vi sia ossigeno. La quantità di ATP presente nell'organismo è di circa 80-100gr ed è sufficiente per sostenere un lavoro massimale della durata di pochi secondi. L'ATP può essere accumulato nelle cellule solo in piccolissime quantità, perciò deve essere continuamente risintetizzato.

Le vie attraverso le quali il nostro organismo può risintetizzare ATP sono 3:

- 1) la scissione di creatinfosfato (processo anaerobico alattacido);
- 2) la glicolisi anaerobica (processo anaerobico lattacido);
- 3) il sistema ossidativo (processo aerobico).

## 1) Creatinfosfato

La maggior parte dell'energia chimica necessaria alla risintesi di ATP deriva dalla scissione di carboidrati e lipidi; tuttavia una certa quota può derivare, in assenza di ossigeno, da un'altra molecola contenente fosfato altamente energetico: il creatinfosfato (CP).

Il trasferimento di energia dal CP è fondamentale in ogni fase di transizione che comporta il passaggio ad un livello di intensità di esercizio che richiede maggior richiesta energetica.

La molecola di CP assomiglia molto all'ATP: libera molta energia quando stacca il gruppo fosforico (Pi). L'energia liberata dall'idrolisi di CP viene utilizzata per fosforilare ADP e formare nuovo ATP (eq. 2).



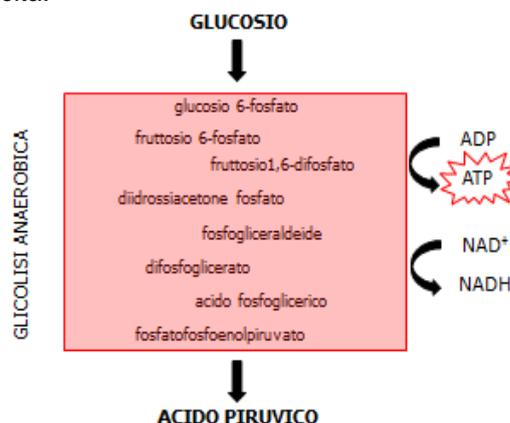
Nello stesso momento in cui le molecole di ATP vengono idrolizzate ad ADP+Pi durante la contrazione muscolare, altrettante molecole di ATP vengono risintetizzate a spese di creatinfosfato: la potenza di risintesi equivale alla potenza di demolizione. La quantità di CP presente nel muscolo è sufficiente per sostenere esercizi massimali per un breve periodo di tempo (20''-30''). In realtà, la velocità di demolizione del CP e quindi la durata dell'esercizio che porta alla sua completa utilizzazione, dipende dall'intensità dell'esercizio stesso. Ad esempio, in esercizi di intensità pari al 100% del VO<sub>2</sub>max che portano ad esaurimento in 5'-11', il CP si riduce a concentrazioni vicine allo zero in 2'-3'. In esercizi massimali statici o dinamici, la concentrazione di CP si riduce in modo drastico già dopo 5''-6''. Sembra quindi esserci una relazione lineare tra riduzione della concentrazione di CP muscolare e potenza erogata durante l'esercizio.

## 2) Glicolisi anaerobica

Fino a questo punto sono stati descritti processi metabolici che possono aver luogo a spese di substrati ad elevato livello energetico (ATP e CP) già disponibili nel citoplasma delle fibre muscolari. Questi processi metabolici sono capaci di risintetizzare l'ATP con la stessa velocità con la quale viene demolito ATP. Come abbiamo visto, questi substrati ad elevato contenuto energetico si esauriscono molto rapidamente e consentirebbero un'autonomia energetica della cellula dell'ordine di qualche decina di secondi. Per lavori di durata superiore, la cellula muscolare deve perciò coinvolgere altri processi metabolici ed altri substrati energetici. In realtà la cellula è ben organizzata ed è capace di produrre ATP attraverso altre vie che vengono attivate contemporaneamente all'inizio della demolizione dell'ATP. Il glucosio è uno dei substrati energetici che può essere utilizzato a questo scopo.

Esistono 2 fasi nel catabolismo del glucosio: la prima fase (avviene nel citoplasma delle cellule muscolari) prevede reazioni chimiche che non necessitano di ossigeno e sono pertanto indicate come anaerobiche (glicolisi anaerobica); la seconda fase (avviene nei mitocondri delle cellule muscolari) prevede reazioni chimiche che possono avvenire solo in presenza di ossigeno e portano alla produzione finale di acqua (H<sub>2</sub>O) ed anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).

La glicolisi anaerobica è rappresentata da una serie di reazioni chimiche (ciclo di Embden-Myerhoff; fig 1) che si sviluppano molto rapidamente e che, a partire da una molecola di glucosio, portano alla formazione di 2 molecole di ATP + 2 molecole di piruvato. Tutte queste reazioni chimiche non richiedono la presenza di ossigeno e perciò sono dette anaerobiche. La glicolisi anaerobica rappresenta un sistema di trasferimento energetico piuttosto primitivo, responsabile della formazione del 5-10% circa della quantità totale di ATP che si libera dal catabolismo completo di una molecola di glucosio. Tuttavia la via glicolitica può portare ad una importante quantità di energia durante l'attività fisica in ragione del fatto che nelle cellule muscolari esiste una elevata concentrazione degli enzimi che catalizzano le reazioni glicolitiche e che queste reazioni possono avvenire ad elevata velocità.



**Figura 1.1** Schema della glicolisi anaerobica.

L'acido piruvico rappresenta il risultato della tappa finale della glicolisi. Il destino dell'acido piruvico è duplice:

- può proseguire la "cascata" ed essere utilizzato a livello mitocondriale nel secondo gruppo di reazioni, quelle ossidative;
- può essere trasformato in acido lattico.

L'attivazione importante della glicolisi anaerobica porta alla produzione di una grande quantità di piruvato; parte di questo non potrà essere utilizzato a livello mitocondriale e l'eccesso verrà trasformato in acido lattico per opera dell'enzima latticodeidrogenasi (LDH; eq. 3).



Il glucosio utilizzabile si trova immagazzinato sotto forma di glicogeno (polimero di glucosio) nei muscoli (circa 300-400gr), nel fegato (circa 100gr) e sotto forma di glucosio nei liquidi extracellulari (10gr. circa). Il glucosio proveniente dal glicogeno muscolare non può diffondere nel sangue e potrà essere utilizzato solo a livello muscolare. Il glucosio epatico, per contro, può diffondere attraverso la membrana degli epatociti (cellule che formano il fegato) e riveste il ruolo di stabilizzatore della glicemia (concentrazione di glucosio nel sangue). L'utilizzazione da parte del muscolo del glucosio ematico consente di risparmiare le scorte di glicogeno muscolare.

La glicolisi anaerobica, sia pur con tutti i suoi "limiti", rappresenta una soluzione energetica vitale in almeno 3 situazioni:

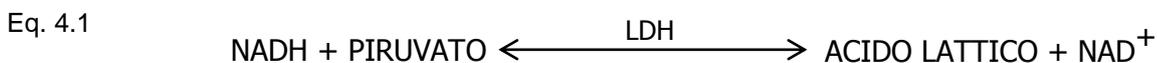
- a) per assicurare energia alle fibre muscolari più anaerobiche (tipo IIB);
- b) per assicurare energia nel periodo iniziale dell'esercizio, quando flusso ematico e apporto di  $O_2$  a livello dei muscoli non sono ancora sufficienti;
- c) per incrementare la produzione di ATP quando il fabbisogno energetico supera la massima capacità di produzione di ATP attraverso la via aerobica.

### Formazione di acido lattico

Durante attività fisica di intensità modesta-moderata, i processi ossidativi mitocondriali e la disponibilità di ossigeno sono adeguati e sufficienti per coprire il fabbisogno energetico. L'acido lattico che eventualmente potrà formarsi, verrà ossidato alla stessa velocità con la quale è stato prodotto, senza portare ad accumulo. All'aumentare dell'intensità dell'esercizio, la richiesta di energia per la contrazione muscolare supera le capacità di fornire/produrre energia del sistema aerobico e la quantità di piruvato prodotta diventa superiore a quella che può essere ossidata a  $CO_2$  e  $H_2O$  nei mitocondri.

Affinché la glicolisi anaerobica possa proseguire, è necessaria la disponibilità di nicotinamide adenindinucleotide ridotto ( $NAD^+$ ): nel momento in cui non fosse disponibile  $NAD^+$ , la glicolisi si bloccherebbe istantaneamente.

In queste condizioni, una coppia di  $NAD^+$  (indispensabili per il prosieguo della glicolisi anaerobica) può formarsi se l'acido piruvico viene trasformato in acido lattico. (reazione catalizzata dall'enzima latticodeidrogenasi – LDH; eq. 4).



La possibilità dell'acido piruvico di assumere temporaneamente idrogenioni e trasformarsi in acido lattico, rappresenta un importante meccanismo per rimuoverne l'eccesso di idrogenioni che si forma durante la glicolisi anaerobica. L'acido lattico che si forma nelle cellule muscolari diffonde rapidamente attraverso la membrana cellulare per finire nel sangue. L'acido lattico prodotto potrà essere captato da altre fibrocellule muscolari meno impegnate nell'esercizio o con spiccate caratteristiche aerobiche (fibre iperaerobiche, tipo I) dove verrà riconvertito in acido piruvico (ad opera della latticodeidrogenasi) e quindi ossidato ad anidride carbonica ed acqua con produzione di energia. Questa via di smaltimento del lattato prodotto è favorita da un aumento della capillarizzazione muscolare e degli elementi del meccanismo attivo di captazione e trasporto all'interno delle fibre di tipo I. Entrambi questi aspetti possono essere potenziati attraverso l'allenamento di tipo aerobico

Una parte del lattato e del piruvato prodotto a livello muscolare può inoltre essere captata a livello epatico ed utilizzata per risintetizzare glicogeno. Il glicogeno epatico potrà quindi essere scisso a glucosio ed essere reimmesso nel torrente ematico per raggiungere nuovamente i muscoli dove verrà utilizzato immediatamente o trasformato in glicogeno di riserva. Questo circuito (muscolo-fegato-muscolo) è detto ciclo di Cori. È

importante durante l'attività fisica di lunga durata e durante la fase di recupero/riposo in quanto aiuta a rimuovere l'acido lattico dai muscoli e restituisce al sangue glucosio per il continuo supporto energetico. Per intensità di esercizio ancora più elevate, il lattato continuerà ad aumentare fino a portare all'esaurimento del soggetto.

### 3) Sistema ossidativo

Come detto, la glicolisi anaerobica libera solo il 5-10% dell'energia contenuta in una molecola di glucosio, il resto viene estratto da un'altra via metabolica aerobica (il sistema ossidativo) che ha luogo nei mitocondri. Il processo ossidativo avviene in tre fasi:

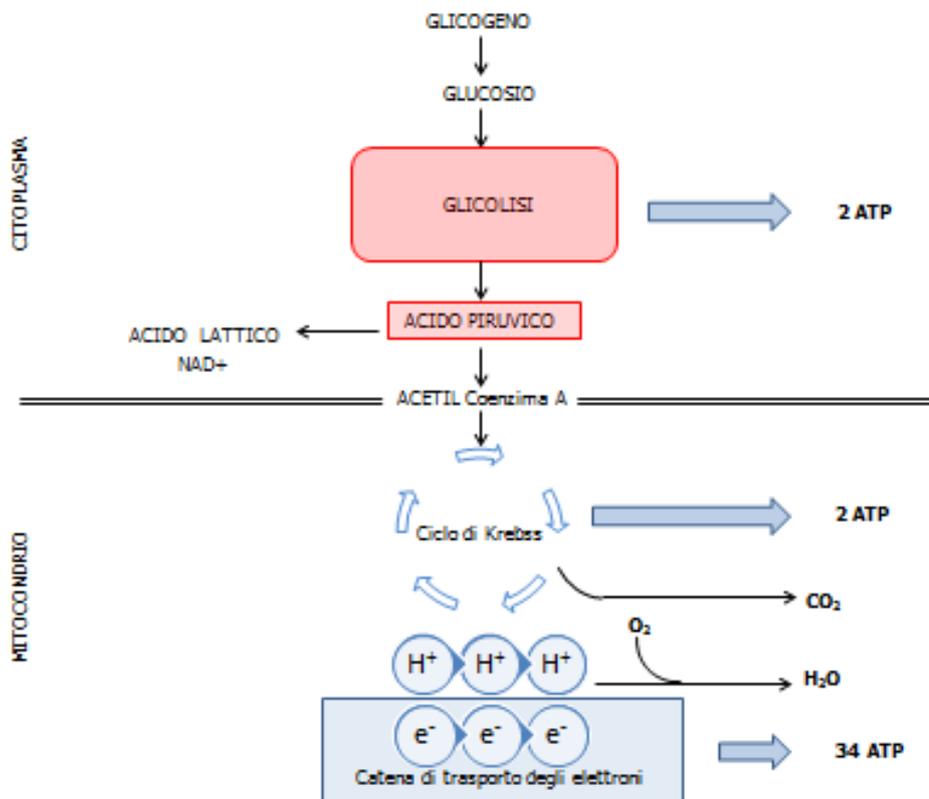
- il ciclo di Krebs (o degli acidi tricarbossilici);
- la catena di trasporto degli elettroni;
- la fosforilazione ossidativa.

Il sistema ossidativo è meno potente dei processi metabolici anaerobici, ovvero: nell'unità di tempo è in grado di produrre una minor quantità di ATP, tuttavia esso possiede una capacità di erogazione di energia teoricamente infinita.

Così come la concentrazione ematica di lattato è considerata specchio del livello di attivazione del metabolismo glicolitico anaerobico, allo stesso modo il consumo di ossigeno ( $VO_2$ ) rappresenta l'indicatore del grado di attivazione del metabolismo aerobico.

L'acido piruvico (prodotto finale della glicolisi anaerobica) può essere trasformato in modo irreversibile in acetil-CoA; la formazione di acetil-CoA rappresenta il punto d'ingresso di tutti i substrati energetici nel ciclo di Krebs. Il ciclo di Krebs è rappresentato da una serie di reazioni chimiche che porterà alla progressiva degradazione del substrato energetico ad anidride carbonica e ad atomi di idrogeno i quali verranno ossidati nella catena respiratoria che fornirà energia per la sintesi di ATP. Fintanto che esiste disponibilità di ossigeno,  $NAD^+$  e FAD verranno continuamente ricostituiti e il ciclo di Krebs potrà proseguire.

A seguito viene riportato uno schema riassuntivo del metabolismo del glucosio (figura 1.2).



**Figura 1.2** Schema riassuntivo del metabolismo del glucosio.

## **Fattori limitanti il meccanismo aerobico**

Se il  $VO_2$  è indice dell'attività metabolica sostenuta dall'energia che si sviluppa dalla degradazione ossidativa dei differenti substrati energetici, il  $VO_{2max}$  rappresenta la massima potenza che può essere sviluppata sulla base dei soli processi ossidativi, ovvero la massima capacità individuale di risintesi aerobica di ATP. La disponibilità di combustibile (substrati degradabili) e di comburente ( $O_2$ ) nei muscoli determinano i limiti del lavoro aerobico. Molti fattori influenzano la disponibilità di substrati ossidabili (fattori limitanti la capacità aerobica) e la massima disponibilità ed utilizzazione di  $O_2$  a livello muscolare (fattori limitanti la potenza aerobica). Di seguito una valutazione riassuntiva dei suddetti fattori.

### **1) Disponibilità di substrati**

L'utilizzazione di carboidrati come substrato ossidabile quando si incrementa l'intensità dell'esercizio: dal 25% del totale a riposo, all'80% durante esercizio di intensità prossima la  $VO_{2max}$ , con diminuzione parallela dell'utilizzo dei lipidi. Questo aumento è imputabile al fatto che i carboidrati rappresentano l'unico ed esclusivo carburante del sistema anaerobico lattacido il cui contributo è massimo nel corso di esercizi di breve durata ed elevata intensità. Il ruolo dei carboidrati è quindi essenziale in esercizi con caratteristiche anaerobiche lattacide tuttavia risulta importante anche negli esercizi di durata prolungata e di intensità inferiore, essendo i carboidrati il substrato preferibilmente utilizzato all'inizio e durante la prima fase di lavoro; successivamente i lipidi divengono di gran lunga il carburante predominante. Il tempo di esaurimento di un esercizio di intensità compresa tra il 60 e il 90% di  $VO_{2max}$  è strettamente collegato con l'entità dei depositi di glicogeno a livello dei muscoli impegnati. L'insorgenza della fatica muscolare è correlata con il depauperamento dei depositi di carboidrati, anche quando il muscolo dispone ancora di lipidi utilizzabili. Questi rilievi ci consentono di concludere che le riserve di carboidrati (a livello muscolare ed epatico) rappresentano il principale fattore condizionante la disponibilità di substrati ossidabili e un fattore limitante della capacità aerobica, in particolare per lavori muscolari di intensità compresa tra il 60 e il 90% di  $VO_{2max}$ . L'importanza dei carboidrati non deve far dimenticare il significato dei lipidi, che rappresentano il combustibile prevalente per lavori muscolari di bassa intensità. Va ricordata inoltre la possibilità di "allenare" la capacità di utilizzare come combustibile i lipidi, anche in presenza di normali quantità di deposito di glicogeno muscolare.

Per quanto riguarda le proteine (aminoacidi), in occasione di esercizi di lunga durata (>2h) e di deplezione di glicogeno, possono avere una significativa utilizzazione a fine energetici dell'ordine del 10% del totale di substrati ossidati.

### **2) Disponibilità di ossigeno**

I fattori che limitano la disponibilità di  $O_2$  (comburente nelle reazioni ossidative) sono quelli che determinano il trasporto dell' $O_2$  dall'ambiente esterno (aria atmosferica) fino alla sua utilizzazione nei mitocondri delle fibre muscolari. Questi meccanismi (centrali e periferici) sono rappresentati da:

- capacità di assunzione di  $O_2$  (ventilazione polmonare e diffusione dell'  $O_2$  dagli alveoli polmonari al sangue dei capillari polmonari);
- capacità di trasporto dell' $O_2$  (legame dell' $O_2$  con l'emoglobina, concentrazione dell'emoglobina nel sangue; capacità del cuore di pompare sangue ossigenato ai muscoli);
- capacità (periferica) di utilizzazione dell' $O_2$  (capillarizzazione, diffusione dell' $O_2$  dai capillari muscolari ai mitocondri, capacità dei mitocondri di utilizzare l' $O_2$ ).

Normalmente, tutti questi fattori intervengono nel limitare il  $VO_{2max}$ . Il loro contributo, tuttavia, sembra variare in funzione della quantità di massa muscolare utilizzata. Ad esempio, in esercizi che richiedono l'intervento di grandi masse muscolari, il  $VO_{2max}$  dipenderà per l'80% dai fattori centrali (a e b), mentre per esercizi che richiedono una quantità media di masse muscolari, l'intervento di tale fattore scende al 50%.

## **1.3 CENNI DI FISILOGIA NELLO SCI DI FONDO**

Il massimo consumo di ossigeno ( $VO_{2max}$ ) rappresenta la variabile fisiologica di maggior importanza nello sci di fondo. Come detto, il  $VO_{2max}$  è il risultato finale ed integrato di una "cascata" di eventi fisiologici che partono dalla capacità da parte dell'apparato respiratorio di trasferire l'ossigeno dall'aria-ambiente al sangue, dove si legherà ai globuli rossi che verranno pompate e veicolate nel torrente ematico dall'apparato cardiovascolare fino ai muscoli che utilizzeranno l'ossigeno.

- Capacità di catturare  $O_2$  a livello polmonare e trasferirlo nel sangue;
- capacità dei Globuli Rossi di legare l' $O_2$ ;
- capacità del cuore di pompare il sangue;

- capacità da parte del sistema circolatorio di distribuire il sangue al tessuto muscolare;
- capacità del tessuto muscolare di estrarre ed utilizzare l'O<sub>2</sub>.

## **CAPACITÀ DI ASSUNZIONE DI O<sub>2</sub>**

La capacità di assumere ossigeno è determinata dal complesso dei meccanismi fisiologici che, mettendo a contatto l'ossigeno presente nell'aria ambiente con il sangue circolante nei polmoni, consente all'emoglobina di legare l'ossigeno.

La ventilazione polmonare è il processo attraverso il quale si rinnova continuamente l'aria contenuta negli alveoli polmonari. Durante l'inspirazione l'aria entra attraverso bocca e naso e seguendo le vie aeree di conduzione l'aria viene umidificata, riscaldata e depurata prima di giungere agli alveoli. Le vie aeree di conduzione sono: trachea, bronchi principali (che danno accesso al polmone destro e sinistro) cui seguono una serie di diramazioni in vie di conduzione sempre più piccole (bronchioli) che terminano negli alveoli. Gli alveoli sono le unità terminali delle vie aeree.

### **Alveoli**

I polmoni rappresentano l'interfaccia tra ambiente esterno e sangue. Gli alveoli sono piccole cavità, con parete sottilissima, la cui grande superficie (60-80 m<sup>2</sup>) consente gli scambi di gas tra l'aria contenuta negli alveoli ed il sangue grazie a una fitta rete di capillari. L'aria contenuta negli alveoli viene rinnovata di continuo attraverso la ventilazione polmonare mentre il sangue scorre nei capillari delle pareti alveolari. In condizioni di riposo circa 250ml di ossigeno diffondono dall'aria alveolare al sangue e 200 ml circa di anidride carbonica diffondono in senso opposto. La diffusione dei gas alveolo ↔ sangue si equilibra in meno di un secondo. La funzione principale dell'apparato respiratorio è quella di rinnovare l'aria degli alveoli mantenendo relativamente costanti le concentrazioni di ossigeno e anidride carbonica. Le concentrazioni dei gas respiratori assicurano un flusso di ossigeno dagli alveoli al sangue ed un flusso di anidride carbonica dal sangue all'aria alveolare.

### **Ventilazione polmonare**

La ventilazione polmonare dipende dalla profondità del respiro e dalla frequenza degli atti respiratori. Durante la respirazione tranquilla a riposo la frequenza respiratoria è di circa 12-14 atti/min mentre la profondità respiratoria è di circa 500ml. In condizioni di riposo la ventilazione polmonare è perciò pari a circa 6-7 L/min (Ventilazione/min = 12-14 atti respiratori al minuto x 0,5L = 6-7 L/min). Durante lo sci di fondo ad intensità massimale, la ventilazione polmonare può aumentare fino a 25-30 volte e superare i 200L/min (es.: 60-65 atti respiratori al minuto x 3,0-3,5L).

## **CAPACITÀ DI TRASPORTO DELL'O<sub>2</sub>**

### **Il sangue**

Il sangue è l'unico tessuto del nostro corpo a carattere fluido. È costituito da cellule (globuli rossi o eritrociti, globuli bianchi o leucociti e piastrine) e da sostanza liquida (plasma). Una volta raccolto in una provetta e centrifugato diventano facilmente riconoscibili le sue principali componenti, ovvero:

- nella parte inferiore della provetta si stratifica la massa dei globuli rossi che rappresentano circa il 45% del sangue intero;
- nella parte superiore della provetta si raccoglie un liquido giallo citrino, il plasma, che rappresenta circa il 55% del sangue intero;
- tra i due strati si interpone un sottile velo biancastro costituito da globuli bianchi e piastrine che rappresenta meno dell'1% circa.

L'ematocrito rappresenta quindi la misura del volume occupato dai globuli rossi in un dato volume di sangue ed è espresso comunemente in percentuale.

L'ossigeno catturato dall'aria presente negli alveoli viene trasportato nel sangue in due modi:

- 1) disciolto nel sangue. La quantità di ossigeno disciolto nel sangue è nella migliore delle situazioni pari a 3ml di O<sub>2</sub> per 1L di plasma. Poiché il volume del sangue è di circa 5L, sarebbero disponibili 3x5=15ml di ossigeno fisicamente disciolto. Questa quantità di ossigeno servirebbe a coprire le necessità metaboliche solo per pochi secondi;
- 2) legato all'emoglobina (Hb). L'emoglobina è una metallo-proteina contenente ferro, presente nei globuli rossi, capace di legare in modo reversibile l'ossigeno. Nel maschio vi sono mediamente 15-

16gr di emoglobina per 100ml di sangue; nelle femmine il contenuto è inferiore del 5-10% (circa 13-14 gr/dl). Questa differenza legata al sesso giustifica almeno in parte la minor potenza aerobica delle femmine.

Ogni grammo di Hb può legare in modo reversibile 1,34-1,39ml di O<sub>2</sub> perciò, una volta noto il contenuto di Hb de sangue, è possibile calcolare la capacità di trasporto del sangue per l'ossigeno:

O<sub>2</sub> totale nel sangue =

$$\frac{\text{contenuto arterioso di O}_2 + \text{O}_2 \text{ disciolto}}{[\text{Hb}] \times \text{HbO}_2\% \times \text{ml O}_2/\text{grHb} \quad \quad \quad 0,3\text{ml ogni } 100\text{ml di sangue con PO}_2 \text{ di } 100 \text{ mmHg}}$$

dove:

- [Hb] = concentrazione ematica di emoglobina (es: 15gr/100ml);
- HbO<sub>2</sub>%: grado di saturazione dell'emoglobina (normalmente ≈ 98%);
- ml O<sub>2</sub>/grHb: ml di O<sub>2</sub> legati ad ogni gr di Hb = 1,34-1,39ml di O<sub>2</sub> per gr di Hb;
- PO<sub>2</sub>: pressione parziale dell'O<sub>2</sub> nel sangue arterioso (≈100mmHg).

Normalmente, ogni litro di sangue arterioso trasporta 200ml di O<sub>2</sub> legato all'emoglobina + 3 ml di O<sub>2</sub> disciolto. La massa totale di globuli rossi, la massa di emoglobina e la volemia (volume totale di sangue) rappresentano perciò variabili molto importanti nello sci di fondo di alto livello.

La concentrazione di Hb (gr/dl) non è molto differente tra soggetti sedentari e fondisti. Questo è dovuto al fatto che nell'atleta di endurance, per effetto dell'allenamento, si ha un concomitante aumento del plasma, della massa eritrocitaria ed emoglobinica.

### L'apparato cardio-vascolare

La gittata cardiaca (GC) è il volume di sangue che il cuore pompa in un minuto ed è dato dal prodotto della frequenza cardiaca (FC: pulsazioni/min) per la gettata sistolica (GS = volume di sangue pompato dai ventricoli ad ogni pulsazione).

$$GC = FC \times GS$$

*Gittata cardiaca a riposo*

Soggetto giovane e sano:

es. FC: 70/min

GS: circa 70ml

$$GC = FC \times GS = 70/\text{min} \times 70\text{ml} \approx 5000\text{ml}/\text{min} \approx 5\text{L}/\text{min}$$

Nel sesso femminile, GS (≈50-60ml) e GC sono inferiori del 25% circa rispetto ai maschi

Nell'atleta di endurance la gittata cardiaca a riposo non è differente da quella del soggetto sano sedentario (5L/min circa) ma viene raggiunta in modo differente. L'atleta di endurance ha un cuore di maggiori dimensioni e la frequenza di eccitazione del cuore è dominata da uno spiccato tono vagale. Ne consegue che nell'atleta di resistenza la GC di 5L/min a riposo si ottiene con una FC inferiore ed una GS maggiore:

es: FC 50/min

GS:100ml

$$GC = FC \times GS = 50/\text{min} \times 100\text{ml} \approx 5000\text{ml}/\text{min} \approx 5\text{L}/\text{min}$$

In alcuni casi la FC a riposo è ancora inferiore e la GS ancora più elevata

es: FC 35/min

GS:140ml

$$GC = FC \times GS = 35/\text{min} \times 140\text{ml} \approx 5000\text{ml}/\text{min} \approx 5\text{L}/\text{min}$$

### **Gittata cardiaca massimale**

Il flusso di sangue nei muscoli aumenta in proporzione all'aumento della richiesta di energia. Questo si realizza attraverso due meccanismi:

- 1) regolazione distrettuale del flusso che dirige il sangue preferenzialmente nei muscoli che stanno lavorando;
- 2) aumento della gittata cardiaca.

Nel soggetto giovane e sano, la gittata cardiaca massima ( $GC_{max}$ ) è circa 4 volte superiore rispetto alla gittata cardiaca a riposo e può raggiungere 20-22L/min. Nell'atleta di endurance d'élite la  $GC_{max}$  può arrivare a 35-40 L/min (fino a 8 volte superiore al valore di riposo).

Considerando un valore di FC massima uguale (es: 195/min), avremo che nel soggetto giovane e sano la gittata sistolica massima sarà di circa 100-110ml per pulsazione mentre nel fondista di alto livello potrà arrivare a 200-210ml (circa il doppio rispetto al soggetto normale).

In condizioni di riposo circa 1/5 della GC è diretto ai muscoli, la maggior parte è diretto ai visceri addominali, fegato, milza, reni e cervello.

Durante l'esercizio fisico aerobico di elevata intensità, con coinvolgono di grandi masse muscolari, come ad esempio corsa, ciclismo e ancor di più per lo sci di fondo, si ha una redistribuzione del flusso di sangue in favore della muscolatura attiva pari circa all'80%.

### **CAPACITÀ DI UTILIZZAZIONE DELL'OSSIGENO**

Un soggetto adulto sano, in presenza di un valore di concentrazione d'emoglobina nella norma (es: 15 gr/dl), il sangue trasporta circa 20ml di ossigeno per 100ml di sangue. Con una gittata cardiaca a riposo di circa 5L/min, circa 1000ml di  $O_2$  vengono trasportati ai tessuti con il sangue arterioso. Poiché il consumo di ossigeno a riposo è di circa 250ml/min, circa 750ml di ossigeno ritornano al cuore con il sangue venoso. Ciò significa che il sangue contiene una quantità largamente superiore alle necessità in condizioni di riposo, il che rappresenta un'importante riserva funzionale per far fronte a bruschi aumenti del fabbisogno energetico dei tessuti.

Lo stesso soggetto, con una FC massima di 200/min ed una gittata sistolica di 80ml può raggiungere una GC massima di 16L/min. Il suo sangue arterioso, saturo di ossigeno, può trasportare 3200ml/min di ossigeno ai tessuti (16000ml/min x 20ml $O_2$ /100ml di sangue). Se i tessuti utilizzassero tutto l' $O_2$  trasportato, il  $VO_{2max}$  sarebbe di 3,2 L/min. In realtà non è così, dal momento che il sangue venoso refluo dalla muscolatura attiva contiene una certa quantità di ossigeno che riflette l'incapacità funzionale dei muscoli di realizzare un'estrazione completa dell' $O_2$  dal sangue.

Se la gittata sistolica fosse di 200ml (es: atleta di endurance di alto livello), considerando sempre una  $FC_{max}$  di 200 battiti/min, la  $GC_{max}$  sarebbe di 40L/min il che renderebbe disponibile ai tessuti 8000 ml di ossigeno al minuto. Anche in questo caso, non tutto l'ossigeno trasportato alla muscolatura attiva verrebbe estratto ed utilizzato dai muscoli. Nel corso di un esercizio massimale l'estrazione di ossigeno dal sangue arterioso può aumentare fino all'85% circa e nei muscoli più impegnati questo valore potrebbe essere ancor maggiore. I due meccanismi che consentono l'aumento del consumo di ossigeno durante l'esercizio fisico sono:

- 1) la Gittata Cardiaca (volume di sangue che il cuore pompa in un minuto);
- 2) l'estrazione di ossigeno dal sangue arterioso da parte dei muscoli attivi (a riposo viene estratto circa il 25% dell'ossigeno presente nel sangue arterioso; durante l'esercizio massimale l'estrazione può arrivare oltre l'85%).

Il passo finale nella sequenza di eventi che caratterizzano la produzione di energia attraverso il meccanismo aerobico, è rappresentato dalla capacità del muscolo di utilizzare ossigeno. Questa capacità dipende dall'entità del processo di diffusione dell'ossigeno dai capillari alla cellula muscolare e dalla presenza, all'interno della stessa, di organuli ed enzimi propri del sistema aerobico.

Risultano quindi di fondamentale importanza la capillarizzazione del muscolo (densità capillare intorno a ciascuna fibra muscolare), la quantità di mitocondri e la quantità di enzimi specifici della via aerobica presenti nella fibra muscolare.

## 1.4 CENNI SUGLI EFFETTI DELL'ALLENAMENTO

### Apparato respiratorio

In passato si pensava che la ventilazione polmonare e gli scambi gassosi a livello della membrana alveolare (scambio di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> tra sangue e aria alveolare) non potessero costituire un fattore limitante il VO<sub>2</sub>max. Studi recenti hanno dimostrato che il sangue arterioso di atleti di endurance durante attività fisica di intensità massimale ed immediatamente sotto-massimale, svolto a livello del mare, non era completamente saturato in ossigeno. Il grado di desaturazione era più evidente all'aumentare dell'altitudine. Durante lo sci di fondo di intensità massimale, parallelamente all'incremento della ventilazione polmonare si ha l'incremento della portata cardiaca che può arrivare fino a 35-40 L/min. La parziale desaturazione in ossigeno del sangue arterioso è probabilmente dovuta all'aumento della velocità del transito del sangue a livello dei capillari alveolari. Tale aumento di velocità comporta una riduzione del tempo di transito del sangue cui consegue una diminuita efficienza degli scambi di gas (ossigeno) tra aria alveolare e sangue.

Durante sforzo massimale il consumo di ossigeno da parte dei muscoli della respirazione può arrivare fino al 5-10% del VO<sub>2</sub>max. I muscoli respiratori possono inoltre produrre lattato, anche ad intensità sottomassimali. Ne consegue che durante lo sci di fondo ad elevata intensità, i muscoli respiratori possono affaticarsi e la loro azione può diventare meno efficace. La capacità da parte della muscolatura respiratoria di mantenere elevati livelli di ventilazione polmonare e resistere all'affaticamento può perciò rappresentare un fattore in grado di influenzare in misura importante la capacità di performance dell'atleta di endurance.

### Sangue

L'aumento della volemia nell'atleta di endurance favorisce il ritorno venoso dai muscoli al cuore e determina un aumento della gittata sistolica e della portata cardiaca durante l'attività fisica (legge di Franck-Starling). Negli ultimi vent'anni si è assistito ad un progressivo incremento del tempo dedicato all'allenamento in quota, soprattutto durante la fase di preparazione estiva. Tra gli effetti della permanenza-allenamento in quota (1800-2500m) vanno ricordati l'aumento della massa totale di globuli rossi e della volemia. La concentrazione di emoglobina, per contro, non subisce evidenti ed inequivocabili incrementi.

### Cuore

È noto che la massima potenza aerobica (VO<sub>2</sub>max) è direttamente proporzionale alla gittata cardiaca massima (GC<sub>max</sub>) che viene considerata come il più importante singolo determinante del VO<sub>2</sub>max. Durante attività fisica di intensità crescente, indipendentemente dal tipo di esercizio, per ogni aumento di 1L/min del consumo di ossigeno si ha un aumento della GC di circa 5-6L/min secondo una relazione di tipo lineare. La massima frequenza cardiaca non si modifica in modo significativo per effetto dell'allenamento ed atleti di endurance hanno frequenze cardiache massime molto simili a soggetti sedentari. Le dimensioni del cuore e la GS, per contro, sono significativamente più elevate nell'atleta di endurance rispetto al soggetto sedentario. Ne consegue che l'incremento della gittata cardiaca, e di conseguenza del VO<sub>2</sub>max, è effetto dell'allenamento. L'aumento della gittata sistolica (GS) si riflette inoltre in una diminuzione della frequenza cardiaca durante esercizi di intensità sottomassimale. La FC registrata ad intensità costanti e sottomassimali può essere considerata un indice grossolano di incremento della gittata sistolica, delle dimensioni cardiache e del massimo consumo di ossigeno. Durante l'esercizio sottomassimale, portata cardiaca e consumo di ossigeno aumentano in modo lineare rispetto all'incremento dell'intensità dell'esercizio. Nel soggetto sedentario, quando il consumo di ossigeno arriva intorno al 50-70% del VO<sub>2</sub>max (FC 120-150bpm), la gittata sistolica raggiunge un plateau e i successivi incrementi dell'intensità di esercizio portano ad un incremento della portata cardiaca (e del VO<sub>2</sub>) per effetto del solo aumento della FC. Nell'atleta di endurance, al contrario, la portata cardiaca può aumentare lievemente fino alla massima intensità di esercizio. La differenza di GC<sub>max</sub> deriva perciò dall'aumento delle dimensioni cardiache e dall'aumento della gittata sistolica per effetto dell'allenamento.

### Fattori periferici

Come detto, durante l'attività fisica si assiste ad una redistribuzione del flusso ematico che tenderà a privilegiare il tessuto muscolare. Per effetto dell'allenamento, viene favorito il processo di distribuzione preferenziale del sangue ai muscoli coinvolti nell'esercizio. L'allenamento inoltre migliora le condizioni del microcircolo muscolare inducendo un incremento della densità capillare. L'aumento del rapporto tra capillari sanguigni e numero di fibre muscolari rappresenta un adattamento funzionale molto importante perché implica un aumento del flusso distrettuale di sangue, una diminuzione della distanza capillare-fibra muscolare ed un aumento della superficie per la diffusione dell'ossigeno. Un altro adattamento funzionale molto importante indotto dall'allenamento di resistenza è rappresentato dalla maggior capacità ossidativa delle cellule muscolari attraverso un aumento delle dimensioni e del numero dei mitocondri oltre ad un aumento della concentrazione degli enzimi della via ossidativa. Tutti questi adattamenti funzionali aumentano la capacità di risintesi aerobica di ATP.

## 1.5 RICHIESTA ENERGETICA NELLO SCI DI FONDO

Come detto, l'energia immediatamente utilizzabile per la contrazione muscolare deriva dall'idrolisi dell'ATP in ADP+Pi.



La quantità disponibile a livello intramuscolare di ATP sarebbe tuttavia sufficiente per sostenere un numero molto limitato di contrazioni. Per un'attività muscolare prolungata nel tempo, è indispensabile che l'ATP venga continuamente ricostituito (a partire da ADP+Pi) alla stessa velocità con la quale viene consumato. Ciò può avvenire attraverso una serie di processi biochimici (glicolisi anaerobica e sistemi ossidativi per glucosio, acidi grassi e aminoacidi) caratterizzati tuttavia da una velocità di innesco inferiore alla velocità di utilizzazione dell'ATP. I suddetti processi biochimici hanno una certa inerzia e arrivano a regime in "ritardo" rispetto alle necessità di ATP che dettano le richieste energetiche. Questo ritardo viene inizialmente colmato dall'idrolisi di creatinfosfato (CP) la cui velocità di scissione può agevolmente mantenere il passo della velocità di scissione e consumo dell'ATP preesistente a livello muscolare



Grazie all'idrolisi di creatinfosfato, la concentrazione di ATP può rimanere costante e sostenere la contrazione muscolare. La concentrazione muscolare di CP è tuttavia modesta e sufficiente per sostenere esercizi muscolari intensi della durata di circa 20"-30". Durante sforzi massimali e protratti nel tempo, la concentrazione di CP continuerà a diminuire nel tentativo di mantenere costante quella di ATP. Una volta raggiunto un livello soglia, anche la concentrazione di ATP inizierà a diminuire e, una volta che il CP avrà raggiunto il livello minimo, il lavoro muscolare non sarà più possibile ed avremo raggiunto l'esaurimento.

Fino a questo punto sono stati descritti processi metabolici che possono avvenire a spese di substrati ad elevato livello energetico (ATP, CP), già disponibili nella fibra muscolare ed in assenza di ossigeno. Abbiamo visto anche che questi substrati si esauriscono rapidamente concedendo alla fibra muscolare un'autonomia energetica di soli 20"-30". Ne consegue che per esercizi di durata superiore, la cellula muscolare deve coinvolgere altri substrati energetici e fare appello a processi biochimici differenti dall'idrolisi di creatinfosfato. La cellula muscolare è infatti attrezzata per produrre ATP attraverso altre vie e l'inizio della demolizione dell'ATP già esistente a livello muscolare, innesca immediatamente una serie di reazioni chimiche finalizzate alla sua sintesi. Il glucosio rappresenta il substrato energetico principale per produrre ATP. La demolizione del glucosio all'interno della cellula muscolare può essere schematicamente suddiviso in 2 gruppi di reazioni metaboliche:

- 1) glicolisi anaerobica: non necessita della presenza di ossigeno per funzionare;
- 2) sistema ossidativo: funziona solo se nella cellula sono disponibili molecole di ossigeno.

Il contributo dei vari sistemi energetici (aerobici ed anaerobici) durante esercizi massimali varia in rapporto alla durata dell'esercizio stesso e può essere genericamente schematizzato come riportato nella tabella.

Durata esercizio massimale	10"	30"	60"	2'	4'	10'	30'	60'	120'
Contributo anaerobico	90%	80%	70%	50%	35%	15%	5%	2%	1%
Contributo aerobico	10%	20%	30%	50%	65%	85%	95%	98%	99%

**Tabella 1.1** Contributo dei sistemi energetici alla produzione di energia durante esercizi massimali di differente durata.

Lo sci di fondo non si sottrae a questi concetti generali in quanto la richiesta energetica nelle diverse tipologie di competizioni, e il relativo contributo dei carboidrati e lipidi alla produzione dell'energia necessaria, variano in primis in rapporto alla lunghezza della gara.

Distanza/tempo	Consumo energetico (Kcal)	Aerobico/Anaerobico (%)	Lipidi/CHO (%)
1,0-1,5 km/2'-3' (Sprint)	100-150	50/50	1/99
5km/15'	380-400	90/10	5/95
10 km	700-750	95/5	10/90
15 km	1000-1100	97/3	20/80
30 km	2100-2200	99/1	40/60
50 km	3500-3700	99/1	50/50

**Tabella 1.2** Richiesta energetica, contributo energetico dei sistemi aerobico ed anaerobico e utilizzo di carboidrati e lipidi nello sci di fondo.

Il contributo aerobico ed anaerobico nei differenti tipi di gara riportati in tabella rappresentano valori medi. A prima vista, appare evidente che i meccanismi energetici di tipo aerobico costituiscono la componente preponderante, che il trasporto e l'utilizzo di O<sub>2</sub> rappresentano il fattore limitante e che il ruolo del contributo anaerobico al fabbisogno energetico totale è in linea di massima secondario.

È chiaro tuttavia che nel corso di una competizione i differenti contributi (aerobico ed anaerobico) variano in rapporto alle caratteristiche del percorso e al format di gara. In una gara "sprint", ad esempio, il contributo anaerobico al fabbisogno energetico è pari a circa il 100% nelle primissime fasi di gara, scende al 60-70% dopo 20"-30", scende ulteriormente al 40-50% nella seconda parte della gara e torna ad aumentare al 50-60% nello sprint finale. In occasione di una gara "distance" il contributo anaerobico varia in rapporto alle caratteristiche del percorso (salite, discese). Ad esempio, durante un breve tratto in salita di elevata pendenza, è stato calcolato che se il fabbisogno energetico dovesse essere coperto esclusivamente attraverso meccanismi aerobici salirebbe a 100-120ml/kg/min (ben al di sopra della massima potenza aerobica di qualsiasi atleta). In queste circostanze il contributo anaerobico al fabbisogno energetico può temporaneamente salire al 20-30% del totale.

### **Ruolo del metabolismo anaerobico nello sci di fondo**

La concentrazione di ATP a livello muscolare è modesta ma soggetta a precisi ed efficaci meccanismi di risintesi che la mantengono relativamente costante anche in occasione di esercizi anaerobici massimali. La concentrazione di creatinfosfato (CP), al contrario, diminuisce rapidamente durante le prime fasi di esercizi massimali (e sottomassimali). Si stima che durante i primi 60"-120" di una gara di sci di fondo, le riserve di CP diminuiscano del 30-70% per oscillare successivamente tra il 10 e 50% delle riserve in rapporto alle caratteristiche del percorso (salite e discese rispettivamente). Durante le fasi di recupero, il tempo necessario alla risintesi del 50% della CP consumata si aggira intorno ai 20"-30". Ciò significa che in 1'-2' di riposo/recupero può essere risintetizzato il 75% delle riserve di CP. Nello sci di fondo, durante i tratti in discesa, la contrazione statica della muscolatura degli arti inferiori non consente perfusione ematica e apporto di ossigeno ottimali ai muscoli coinvolti; ne consegue che la ricostituzione delle riserve di CP è incompleta a livello degli arti inferiori. Sempre nei tratti in discesa, la muscolatura del tronco è meno o per nulla coinvolta nella propulsione e può ricostituire in misura quasi completa le sue riserve di CP.

La glicolisi anaerobica viene attivata immediatamente e contemporaneamente al consumo delle riserve di CP. Il contributo energetico derivante dalla glicolisi anaerobica è tanto maggiore se la richiesta energetica supera la massima potenza aerobica (VO<sub>2</sub>max). Attraverso la glicolisi, il glucosio viene demolito a piruvato e H<sup>+</sup> con produzione di ATP. Se a livello muscolare l'ossigeno disponibile non è sufficiente, i processi ossidativi che seguono la glicolisi anaerobica e che dovrebbero completare la demolizione del glucosio, risultano limitati e parte del piruvato dovrà essere trasformato in acido lattico. All'aumentare dell'intensità dell'esercizio, si avrà un'attivazione sempre maggiore della glicolisi anaerobica, una maggior quantità di piruvato verrà trasformata in acido lattico ed un'aumentata concentrazione di idrogenioni ( $\uparrow[H^+] = \downarrow pH = \uparrow \text{acidità}$ ). È noto che l'aumento dell'acidità a livello muscolare tende ad inibire la produzione di ATP ed alterare la capacità di contrazione. La capacità di resistere all'aumento dell'acidità può perciò rappresentare un fattore limitante la performance di breve durata ed elevata intensità (es. gara sprint). Quando l'intensità dell'esercizio è tale per cui aumenta la concentrazione intramuscolare ed ematica di lattato, l'aumento di acidità viene limitato dall'azione di sistemi tampone (es: bicarbonati). Se la capacità tampone viene superata si avrà un rapido incremento dell'acidità, con insorgere della fatica e una diminuzione della capacità di prestazione. Alcuni autori hanno dimostrato che la capacità tampone di atleti sprinter è più elevata di quella di soggetti sedentari. Sembra inoltre che gli sprinter presentino una maggior tolleranza alla diminuzione di

pH ematico, ovvero: soggetti specificamente allenati possono raggiungere valori di pH ematico (acidità più elevata) più basso all'esaurimento muscolare.

È stato osservato che anche in occasione di gare "distance" di sci di fondo, la concentrazione di lattato ematico aumenta rapidamente per raggiungere 6-8mM già dopo 5'-10'. La lattatemia continuerà ad aumentare nel corso della gara per raggiungere a fine gara (ad esempio di 10 o 15km) valori compresi tra 10-17 mM. La concentrazione di lattato ematico misurato al termine di una competizione dipende dalla lunghezza della gara, dalle capacità tampone ed anaerobiche dell'atleta. La comparazione tra valore di lattatemia finale e classifica non ha evidenziato alcuna relazione.

Piccole differenze di velocità nei primissimi chilometri di gara possono portare a significative differenze di lattatemia. Una partenza anche leggermente superiore rispetto ad una ipotetica velocità ottimale può comportare accumulo di lattato ed aumento dell'acidità con conseguente deterioramento della velocità di avanzamento, in primis nei tratti più impegnativi (salite). Ulteriori incrementi dell'acidità potranno influenzare negativamente la velocità di avanzamento anche nei tratti pianeggianti ed in discesa.

Nel corso della gara, la produzione di lattato aumenta prevalentemente nei tratti in salita e nelle fasi di sprint, in cui la differenza tra il fabbisogno di ossigeno e il  $VO_2max$  dell'atleta verrà colmato dai meccanismi energetici anaerobici con conseguente produzione e accumulo di lattato. Durante i tratti in discesa e le fasi di gara condotte a ritmi inferiori, per contro, parte del lattato accumulato verrà smaltito attraverso processi ossidativi a livello muscolare riportando la concentrazione di lattato ematico (e muscolare) entro limiti tollerabili.

In ultima analisi, nel bilancio totale del fabbisogno energetico dello sci di fondo, sia pur con tutte le differenze che derivano dai differenti tipi di gara, il coinvolgimento e il contributo del metabolismo energetico anaerobico non è preponderante. Tuttavia la "gestione" della concentrazione dell'acido lattico e delle conseguenti variazioni del pH sono di fondamentale importanza.

### **Ruolo del metabolismo aerobico nello sci di fondo**

Il metabolismo aerobico, attraverso l'ossidazione di carboidrati e lipidi, rappresenta la principale fonte di energia per la sintesi di ATP nello sci di fondo. Il contributo di carboidrati e lipidi è condizionato da molti fattori: in primo luogo la lunghezza della gara e in secondo luogo l'alimentazione. Nelle gare brevi (es: sprint, 5km), il contributo energetico che deriva dall'ossidazione di carboidrati è assolutamente preponderante mentre ai lipidi resta un ruolo assolutamente trascurabile o molto modesto. Nelle competizioni più lunghe (es: 30-50km) il ruolo dei carboidrati rimane importante (orientativamente 50%) ma può modificarsi considerevolmente nel corso della competizione. Se l'alimentazione è stata corretta ("carico" di carboidrati con l'alimentazione nei giorni immediatamente precedenti la competizione), il fabbisogno energetico durante il primo quarto di gara potrebbe essere coperto per il 70-80% dai carboidrati accumulati a livello muscolare ed il rimanente 20-30% dall'ossidazione di lipidi. Nel prosieguo della gara, la situazione può cambiare in modo significativo con progressiva deplezione delle riserve muscolari di glicogeno. A questo punto diventa importante il contributo energetico che deriva del glicogeno sintetizzato a livello epatico (a partire da lattato e aminoacidi, ad esempio) e dai carboidrati ingeriti in occasione dei rifornimenti in gara che possono arrivare a coprire il 20-40% delle necessità energetiche. L'assunzione di carboidrati durante allenamenti e competizioni di lunga durata consente da un lato di risparmiare il glicogeno muscolare, dall'altro di evitare che la glicemia scenda al di sotto di valori che portino allo sviluppo di sintomi di stanchezza ad origine nervosa centrale. Negli ultimi 10km il fabbisogno energetico potrebbe essere coperto per il 60-70% dall'ossidazione dei grassi e per il 30-40% dai carboidrati.

Le cellule del sistema nervoso centrale non dispongono di riserve di carboidrati ed il loro funzionamento dipende dalla disponibilità di ossigeno e di glucosio ematici. Se ossigenazione e glicemia diminuiscono, il sistema nervoso centrale può iniziare a dare segni di fatica. Si ritiene inoltre che l'affaticamento del sistema nervoso centrale possa almeno in parte derivare anche da una diminuzione della concentrazione ematica di aminoacidi a catena ramificata e da un aumentato up-take a livello cerebrale di triptofano (aminoacido). Il triptofano verrebbe successivamente convertito a livello cerebrale in un neurotrasmettitore (serotonina) che media la percezione della fatica.

I lipidi ossidati a livello muscolare per produrre energia sono rappresentati principalmente da acidi grassi. Il tessuto adiposo rappresenta il principale deposito di grassi, tuttavia ne esistono riserve anche a livello epatico e piccole quantità anche nelle fibre muscolari. Affinché gli acidi grassi possano essere utilizzati a fini energetici nel muscolo, è indispensabile che vengano mobilizzati dai siti di deposito e vengano veicolati attraverso il torrente ematico al muscolo. La mobilizzazione degli acidi grassi dai siti di deposito (principalmente dal tessuto adiposo) è un processo piuttosto lento, attivato da particolari ormoni (adrenalina e noradrenalina).

Il contributo delle proteine (sotto forma di aminoacidi) al metabolismo energetico durante l'esercizio fisico è modesto e, solo nel caso di attività molto prolungata, può raggiungere il 5-10% della produzione totale di energia.

## 1.6 FATTORI LIMITANTI LA PERFORMANCE NELLO SCI DI FONDO

I fattori in grado di condizionare la performance nello sci di fondo sono molteplici e complessi. Sono stati ipotizzati tre “modelli funzionali” per cercare di spiegare l'importanza e le eventuali correlazioni tra i vari fattori limitanti la performance nello sci di fondo. A seguito vengono riassunti e riportati in un'analisi schematica:

- 1) i limiti imposti dalle capacità di trasporto di ossigeno;
- 2) i limiti correlati alla disponibilità di riserve energetiche;
- 3) i limiti correlati con aspetti neuromuscolari.

### 1) Limiti imposti dal trasporto di ossigeno

Il modello funzionale nelle gare di resistenza prevede che il principale singolo fattore limitante la performance sia rappresentato dal massimo consumo di ossigeno ( $VO_2max$ ). Il  $VO_2max$  rappresenta il risultato finale ed integrato di una cascata di eventi fisiologici che partono dalla capacità da parte dell'apparato respiratorio di trasferire l'ossigeno dall'aria-ambiente al sangue, dove si legherà ai globuli rossi che verranno pompati e veicolati nel torrente ematico dall'apparato cardiovascolare fino ai muscoli che lo utilizzeranno.

Questo modello suggerisce che oltre certe intensità di esercizio, l'ossigeno fornito in periferia non è più sufficiente a soddisfare attraverso i soli meccanismi ossidativi le richieste energetiche dettate dai muscoli attivi.

L'energia necessaria al mantenimento dell'intensità di esercizio in questa condizione di ipossia relativa a livello muscolare deriverà da una maggior attivazione dei meccanismi anaerobici, con aumento della produzione di acido lattico e di ioni di idrogeno (aumento dell'acidità). Il deficit di ossigeno e l'incremento dell'acidità a livello muscolare fissano i limiti del massimo consumo di ossigeno e della capacità di performance.

Questo modello è supportato da studi condotti sulla valutazione degli effetti dell'allenamento. È noto infatti che l'allenamento della resistenza porta ad un aumento della gittata sistolica, della portata cardiaca, della volemia (volume di sangue), della capacità di trasporto di ossigeno, dei corredi enzimatici ossidativi ed in ultima analisi dell'utilizzo di ossigeno a livello muscolare. Tutto questo consente, a parità di intensità di esercizio, di produrre meno lattato ritardandone l'accumulo a livello muscolare ed ematico. Questo ritardo nell'accumulo di lattato significa maggior controllo dell'acidità e possibilità per la muscolatura attiva di contrarsi ad intensità più elevate e più a lungo rispetto a quanto accadeva prima dell'allenamento.

La maggior parte delle distanze previste dal calendario agonistico dello sci di fondo tuttavia vengono mediamente coperte ad intensità metaboliche inferiori al  $VO_2max$ , ovvero in condizioni in cui portata cardiaca, flusso di sangue e trasporto di ossigeno alla muscolatura attiva sono adeguati o comunque sub-massimali. Risulta perciò difficile concludere che la massima potenza aerobica ( $VO_2max$ ) possa rappresentare da sola il limite alla performance di endurance. È noto a tutti che atleti con valori di  $VO_2max$  del tutto simili possono ottenere risultati agonistici abitualmente molto differenti. La capacità di utilizzare a lungo la maggior frazione possibile del proprio  $VO_2max$  e la capacità di resistere alla fatica rappresentano variabili di grande importanza nel determinismo della performance di endurance.

### 2) Limiti imposti dalle riserve energetiche

Il modello energetico parte dal presupposto che la fatica, ovvero l'incapacità di prolungare nel tempo un esercizio di elevata intensità, dipenda dall'incapacità di rifornire le fibre muscolari di una quantità di ATP sufficiente a sostenere forza e potenza target, con conseguente e necessaria diminuzione dell'intensità dell'esercizio.

Le riserve energetiche sono rappresentate da carboidrati, accumulati a livello epatico e muscolare, e lipidi. Mentre i carboidrati presenti nel muscolo verranno utilizzati dal muscolo stesso con finalità energetiche, i carboidrati accumulati a livello epatico verranno rilasciati nel circolo ematico con l'obiettivo di mantenere relativamente costante il valore della glicemia (valore della concentrazione di glucosio nel sangue) al fine di rifornire non solo i muscoli attivi ma anche altri tessuti, che non dispongono di riserve di carboidrati e che utilizzano elettivamente glucosio per funzionare (es: sistema nervoso centrale).

In un ipotetico soggetto maschio di circa 70kg con 10% di massa grassa, il fegato conterrà circa 100gr di glucosio sotto forma di glicogeno epatico e il tessuto muscolare ne conterrà circa 400gr per un totale di circa 0,5kg di glicogeno. È chiaro che le riserve di carboidrati sono piuttosto limitate ed è noto, ad esempio, che è sufficiente il digiuno notturno per esaurire in modo quasi completo le riserve epatiche di glicogeno. In caso di necessità, il fegato è capace di sintetizzare glicogeno a partire da lattato o alanina. Il muscolo non sa far questo e l'esaurimento delle riserve di carboidrati durante l'attività fisica rappresenta senza dubbio un problema.

I lipidi sono accumulati sotto forma di trigliceridi nel tessuto adiposo ed in piccola parte anche all'interno delle fibre muscolari. Nel soggetto ipotetico preso ad esempio, i grassi di riserva corrispondono a circa 7kg e

rappresentano una riserva energetica quasi illimitata. Va ricordato che l'ossidazione di lipidi anziché glucosio, a parità di ossigeno consumato, porta alla produzione di una minor quantità di ATP.

In una gara di sci di fondo, le situazioni in cui la produzione di ATP potrebbe diventare insufficiente sono quelle in cui vengono ossidati lipidi anziché glucosio (perché sono esaurite le riserve di glicogeno) oppure viene inibita la sintesi di ATP per effetto dell'aumento dell'acidità (acidosi lattica) a livello muscolare. Sta di fatto che una riduzione nella risintesi di ATP porta inevitabilmente ad una diminuzione dell'intensità dell'esercizio e/o ad una riduzione del tempo di esaurimento.

L'ipotesi alla base di questo modello energetico è che l'esaurimento delle riserve di glicogeno rappresenta un limite alla performance in competizioni di durata superiore ai 60'-90'. A suffragio di quest'ipotesi stanno le seguenti osservazioni:

- a) la fatica e la diminuzione dell'intensità di esercizio che ne consegue sono associate all'esaurimento del glicogeno muscolare ed epatico;
- b) un'alimentazione adeguata pre-gara consente di aumentare le riserve di glicogeno ed aumentare il tempo di esaurimento;
- c) l'assunzione di carboidrati durante la competizione migliora la performance.

È stato tuttavia osservato che durante l'esercizio prolungato l'affaticamento muscolare ha luogo anche se le riserve muscolari di glicogeno non sono completamente esaurite e anche se vengono mantenuti livelli adeguati di glicemia attraverso infusione endovenosa di glucosio. Ne consegue che l'esaurimento delle riserve di glicogeno e la diminuzione della glicemia non possono rappresentare i soli determinanti della fatica durante l'esercizio prolungato.

### **3) Limiti correlati con aspetti neuromuscolari**

Il modello neuro-muscolare suggerisce che la capacità di performance nelle gare di resistenza non dipende solo dalla disponibilità/carenza di ossigeno ed energia ma anche dalla capacità del sistema nervoso centrale (SNC) di reclutare e mettere in funzione nel modo più efficace i muscoli. Il SNC attraverso engrammi elaborati ed esistenti a livello della corteccia motoria, decide quali e quanti muscoli attivare per produrre forza. La decisione viene elaborata integrando una serie di informazioni raccolte da recettori situati a livello muscolare, tendineo e articolare, oltre a informazioni provenienti da organi di senso. Nel momento in cui i muscoli saranno affaticati, la capacità di contrazione e la produzione di forza potranno essere mantenute elevate attraverso una maggior stimolazione da parte del SNC.

L'ipotesi che il SNC, e quindi aspetti neuromuscolari e non solo metabolici, possa giocare un ruolo importante nella capacità di performance ha già più di qualche evidenza scientifica. Se è vero che all'interno di un gruppo omogeneo di fondisti fattori come il  $VO_2\max$ , la frazione di utilizzo del  $VO_2\max$  o l'economia del gesto sono buoni predittori di prestazione, è verosimile che nello stesso gruppo di atleti le caratteristiche neuromuscolari ed anaerobiche possono aggiungere un'importante ed ulteriore elemento di differenziazione. Per esempio: in un gruppo di fondisti di alto livello, quelli di maggior successo dimostrano migliori caratteristiche neuromuscolari e massima potenza anaerobica muscolare di livello più elevato.

## **1.7 FATTORI CHE DETERMINANO LA PRESTAZIONE NELLO SCI DI FONDO MODERNO**

Dal punto di vista della fisiologia dell'esercizio fisico, le principali qualità del fondista moderno sono rappresentate dalla massima potenza aerobica ( $VO_2\max$ ), dalla soglia anaerobica (o comunque dalla frazione di utilizzo del  $VO_2\max$ ), dall'efficienza e da aspetti neuromuscolari.

### **1.7.1 MASSIMA POTENZA AEROBICA ( $VO_2\max$ )**

La quantità di ossigeno che l'organismo deve assumere è regolata e dipende dal livello metabolico cellulare. La quantità minima necessaria per far fronte alle necessità vitali di base è detta metabolismo basale. Il consumo di ossigeno ( $VO_2$ ) aumenta di pari passo con l'aumento del fabbisogno cellulare. Nell'esercizio fisico, il  $VO_2$  aumenta progressivamente con l'aumento dell'intensità dell'esercizio. Esiste un limite individuale che rappresenta la massima potenza che la macchina umana può esprimere sulla base dei processi metabolici ossidativi. Questo valore massimo viene detto massimo consumo di ossigeno o massima potenza aerobica o  $VO_2\max$ .

Indipendentemente dal modello adottato per cercare di descrivere i fattori limitanti la prestazione nello sci di fondo (limiti nel rifornimento di ossigeno, nelle riserve energetiche, nelle performance neuromuscolari), il significato ed il valore di  $VO_2\max$  sono di grande importanza. Lo sci di fondo rappresenta uno sport che coinvolge la gran parte della massa muscolare del nostro corpo ed i fondisti hanno sempre rappresentato la categoria di atleti con i valori di  $VO_2\max$  più elevato tra gli atleti praticanti attività sportive di resistenza.

Il VO<sub>2</sub>max viene abitualmente espresso in litri al minuto (L·min<sup>-1</sup>) o normalizzato al peso corporeo (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>). Nello sci di fondo, importanza e significato del valore di massima potenza aerobica espressa in L·min<sup>-1</sup> o ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> possono variare in rapporto alle caratteristiche del percorso di gara ed in relazione ad aspetti “tecnici”, come la resistenza esterna (tipo di neve, scorrevolezza degli sci). Ad esempio, nel caso di percorsi di gara caratterizzati da importanti salite e condizioni di scorrevolezza non ideali, sembrano essere più “avvantaggiati” atleti con valori elevati di VO<sub>2</sub>max relativo (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>); valori di VO<sub>2</sub>max elevati in senso assoluto (L/Min) sembrano essere più importanti nei falsipiani, nei tratti pianeggianti e nei tratti in discesa. Esiste forte correlazione tra valore di VO<sub>2</sub>max e prestazione.

#### VO<sub>2</sub>max squadra nazionale italiana

			CdM 2008-2010	U23 2011-2012	U20 2011
<b>MASCHI</b>	L·min <sup>-1</sup>	m±ds	5,5 ±0,4	4,5 ±0,3	4,3 ±0,3
	ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	m±ds	76 ±4,1	68,5 ±3,1	64,1 ±3,2
<b>FEMMINE</b>	L·min <sup>-1</sup>	m±ds	3,7 ±0,2	3,4 ±0,2	3,3 ±0,2
	ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	m±ds	65,1 ±3,0	57,7 ±5,9	54,5 ±2,7
<b>F/M</b>			86%	84%	85%

**Tabella 1.3** Valori di massima potenza aerobica (media ± deviazione standard) delle squadre nazionali italiane (CdM: squadra nazionale di Coppa del Mondo; U23: squadra nazionale Under 23; Jun: squadra nazionale Juniores; dati FIS).

Non sono rilevabili differenze significative nel valore di VO<sub>2</sub>max di specialisti d’élite nelle differenti tecniche (tecnica libera e tecnica classica); atleti specialisti in gare brevi (es. Sprint, indipendentemente dalla tecnica) hanno valori di massima potenza aerobica del tutto simile agli specialisti su distanze più lunghe.

Le femmine hanno valori di massima potenza aerobica mediamente inferiori ai maschi (~15% quando espresso ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>). Questa differenza tende a ridursi in modo considerevole se anziché dividere il valore di VO<sub>2</sub>max per peso corporeo, lo si rapporta alla massa magra. La stima della massa grassa (metodo plicometrico) di atleti d’élite della squadra nazionale italiana evidenzia infatti differenze sostanziali tra i due sessi (valore medio di massa grassa maschi: 5,7±1,2%; valore medio di massa grassa femmine: 13,4±3,5%; dati FIS).

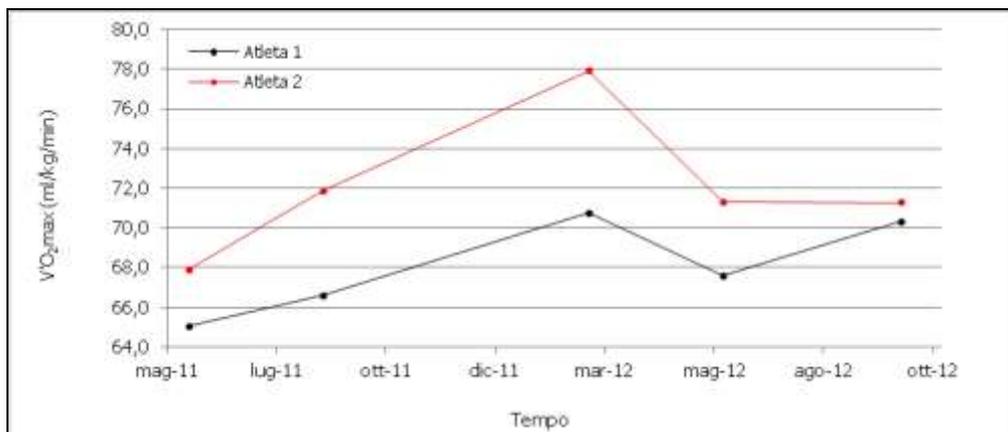
Studi scientifici longitudinali ci dicono che massimo consumo di ossigeno e dimensioni cardiache aumentano all’aumentare dell’età e per effetto dell’allenamento fino ai 20-22 anni, con un incremento del VO<sub>2</sub>max tra i 15 e i 20 anni di età, di circa 1-3 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> all’anno. Dopo i 20-22 anni circa, si assiste in genere ad una stabilizzazione sia delle dimensioni cardiache che dei valori di massima potenza aerobica. Questo livellamento risulta meno evidente negli atleti d’élite i quali sono capaci di ulteriori incrementi di VO<sub>2</sub>max e della volumetria cardiaca, anche dopo i 20-22 anni.

Il valore di massima potenza aerobica, tanto in atleti giovani quanto in atleti adulti, è soggetto, per effetto dell’allenamento, a variazioni stagionali (estate-inverno). Secondo la letteratura internazionale, l’aumento oscilla tra il 5 e 15% nei più giovani e tra il 3 ed il 10% negli atleti adulti. L’incremento medio in atleti adulti tra estate ed autunno è dell’ordine di 1-4 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> con un ulteriore incremento di 2-5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> nella transizione autunno-inverno.

			U23	Jun
			D VO <sub>2</sub> max	D VO <sub>2</sub> max
			giu-ott 2012	lug-ott 2011
<b>MASCHI</b>	ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	m±ds	+2,1±2,4	+2,2±2,8
	%	m±ds	+4,0±4,2	+3,7±4,5
<b>FEMMINE</b>	ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	m±ds	+3,7±3,0	+1,4±1,6
	%	m±ds	+6,7±5,3	+2,6±3,1

**Tabella 1.4** Variazioni stagionali della massima potenza aerobica (valore assoluto e valore percentuale) nelle squadre nazionali italiane U23 (Under 23) e Juniores (Jun). (dati F.I.S.I.).

Nella stagioni agonistiche 2011-2012, è stato possibile eseguire con due atleti (Squadra U23 maschile), oltre ai consueti test in estate ed autunno, un ulteriore test di verifica pochi giorni dopo il termine della stagione agonistica (mar '12).



**Figura 1.3** Andamento del VO<sub>2</sub>max (ml/kg/min) in due stagioni consecutive di due atleti appartenenti alla Squadra nazionale italiana U23. (dati F.I.S.I.).

		VO <sub>2</sub> max	variazioni stagionali VO <sub>2</sub> max	
		ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	%
atleta 1	giu '11	65		
	set '11	66,6	1,6	2%
	mar '12	70,8	4,2	6%
	Differenza giu'11-mar'12		5,7	9%
	giu'12	67,6	-3,2	-4%
	ott'12	70,3	2,7	4%
atleta 2	giu '11	67,9		
	set '11	71,9	4	6%
	mar '12	77,9	6	8%
	Differenza giu'11-mar'12		10	15%
	giu'12	71,3	-6,6	-8%
	ott'12	71,3	0	0%

**Tabella 1.5** Variazioni (ml/kg/min e percentuale) del valore di VO<sub>2</sub>max dei due atleti studiati (Squadra nazionale U23).

### VO<sub>2</sub>max e muscolatura del tronco

Negli ultimi anni, nello sci di fondo, si è assistito ad una profonda modificazione del ruolo e del contributo della muscolatura del tronco dovuto in particolare all'introduzione della tecnica di pattinaggio, al miglioramento dei materiali (sci e scioline), i quali consentono velocità superiori, e alla modificazione delle caratteristiche dei percorsi di gara.

“Scivolata spinta” e “passo spinta” nella tecnica classica, così come il ricorso ad un importante contributo propulsivo degli arti superiori e della muscolatura del tronco nella tecnica libera, rappresentano tecniche di avanzamento largamente utilizzate in tutte le competizioni in quanto possono consentire velocità di avanzamento più elevate.

Ne consegue che l'importanza del contributo della muscolatura del tronco e del VO<sub>2</sub>max del tronco sono andati via via crescendo e sono attualmente un aspetto determinante la prestazione.

La letteratura internazionale riporta valori di VO<sub>2</sub>max della muscolatura del tronco (test con simulatore di spinte) pari a circa il 90-95% del VO<sub>2</sub>max documentato di corsa. Uno studio condotto nello ski-tunnel di Vuokatti (FIN) ha documentato valori di massima potenza aerobica del tronco (scivolata spinta) pari all'88 e 93% (rispettivamente per femmine e maschi) del VO<sub>2</sub>max raggiunto in tecnica classica o libera. Atleti d'élite italiani hanno evidenziato in laboratorio (skiroll su treadmill) valori di VO<sub>2</sub>max in scivolata spinta pari al 90-92% della massima potenza aerobica documentata in occasione di test incrementale massimale in “passo

alternato" (dati F.I.S.I.). Le variazioni stagionali (estate-inverno) di  $VO_2\max$  del tronco sono dell'ordine del +5-20%. Infine, atleti specialisti nelle distanze brevi (sprinters) sembrano avere valori di massima potenza aerobica del tronco più elevati rispetto ad atleti specialisti nelle distanze più lunghe.

### 1.7.2 SOGLIA ANAEROBICA E FRAZIONE DI UTILIZZO DEL $VO_2\max$

Quando un atleta durante un esercizio fisico raggiunge il  $VO_2\max$ , risulta sempre contemporaneamente attivato anche il metabolismo glicolitico (anaerobico lattacido). In queste condizioni, tipiche di prove aerobiche-anaerobiche massive (es. gara Sprint), l'intervento ed il contributo del metabolismo lattacido incide in misura importante sul valore della massima potenza meccanica esprimibile. Nelle prove di lunga durata, per contro, la capacità di prestazione è subordinata ad altri fattori, quale ad esempio il limite superiore di uno stato stazionario di fornitura di energia proveniente dai soli meccanismi energetici di tipo ossidativo. Questo limite rappresenta solo una frazione del  $VO_2\max$ . Volendo dare una definizione del concetto di soglia anaerobica, sempre molto discusso e controverso, diremmo che rappresenta l'intensità di esercizio oltre la quale si verifica un accumulo progressivo di lattato nel sangue. In altre parole, la SA rappresenta la zona di transizione aerobico/anaerobica, cioè il livello di intensità metabolica (ovvero di esercizio) in corrispondenza del quale l'energia necessaria per l'esecuzione dell'esercizio stesso proviene sia da fonti aerobiche che anaerobiche ed oltre la quale si verificherà un progressivo accumulo di lattato nel sangue. Altri autori preferiscono definire la SA come l'intensità di lavoro che può determinare la massima concentrazione di lattato ematico stabile per un tempo prolungato; oltre quest'intensità, e quindi ad intensità di lavoro anche di poco superiori protratte nel tempo, il lattato ematico tenderà ad aumentare (*maximal lactate steady state*, massimo lattato allo stato stazionario, MLSS). Indipendentemente dalla definizione, appare chiaro che la SA non rappresenta un punto preciso uguale per tutti, ma una fase di transizione, variabile da soggetto a soggetto, di massimo equilibrio tra velocità di produzione muscolare del lattato e velocità di smaltimento del lattato stesso.

La SA è influenzata principalmente da tre fattori:

- 1) l'intensità di lavoro corrispondente alla massima potenza aerobica: essendo SA una percentuale di  $VO_2\max$ , quanto più questo sarà elevato, tanto più facile/probabile sarà avere una SA ad un'intensità metabolica (e di esercizio) più elevata;
- 2) il rapporto tra necessità di produzione e capacità di smaltimento del lattato: una ridotta produzione di lattato per effetto di un buon funzionamento dei meccanismi ossidativi ed un suo efficace smaltimento (riutilizzo a fini energetici), contribuiscono all'aumento dell'intensità metabolica (e di esercizio) a livello della quale esiste ancora equilibrio;
- 3) il costo energetico del gesto tecnico specifico (sciare): a parità di qualità fisiologiche, un miglior rendimento meccanico consentirà una maggiore capacità di lavoro, un'intensità alla SA più elevata.

Prove massimali della durata di 10'-15', vengono generalmente condotte ad intensità metaboliche corrispondenti al  $VO_2\max$ . Prove di durata maggiore (ad esempio: 15, 30 e 50km) vengono svolte ad intensità corrispondenti a frazioni della massima potenza aerobica (mediamente e rispettivamente intorno al 95, 90 e 85%). Ne consegue che in molte gare di sci di fondo, l'atleta deve essere capace di utilizzare il più a lungo possibile la frazione più elevata possibile di  $VO_2\max$ . Questo fa della SA il parametro più strettamente correlato con la prestazione.

È ben nota la possibilità di migliorare, con l'allenamento specifico svolto all'intensità di SA, oltre alla capacità prestativa su distanze lunghe anche la SA in uno o più dei suoi elementi costitutivi. In particolare, appaiono più soggetti all'influenza dell'allenamento le capacità del metabolismo ossidativo muscolare e il costo energetico, con conseguente minor produzione di lattato e/o un suo più efficace smaltimento alle differenti frazioni di  $VO_2\max$ .

La SA può essere individuata con metodiche differenti. I metodi più frequentemente utilizzati sono rappresentati da test rettangolari e test incrementali triangolari.

#### **Metodo rettangolare: massimo lattato allo stato stazionario (MLSS)**

L'individuazione del massimo lattato allo stato stazionario è il metodo più attendibile e preciso per misurare in modo diretto l'intensità alla SA. La metodica prevede la ripetizione di più prove di lunga durata (almeno 30') e di intensità differente. Durante ogni prova sono necessari rilievi della lattatemia ogni 5' in modo da individuare, procedendo per tentativi, l'intensità di carico più elevata che può essere mantenuta senza accumulo di lattato. Questa metodica è molto impegnativa in quanto ogni prova viene eseguita ad un'intensità prossima alla SA, impegna l'atleta per molte ore (dopo ogni prova è necessario un recupero completo delle riserve energetiche e può essere necessario attendere il giorno seguente per eseguire le

prove successive). Per questi motivi di ordine pratico, non esistono molti dati in letteratura circa i valori di lattatemia allo stato stazionario nello sci di fondo che sembrano essere compresi tra 1,7 e 7mM al di sopra dei valori di lattatemia a riposo. I dati FISl riguardano due atlete d'élite che hanno evidenziato valori di MLSS 5-6 mM al di sopra dei valori basali.

### Metodo dei test incrementali

Per i motivi sovraesposti, la SA viene generalmente valutata attraverso test incrementali utilizzando metodiche indirette. Per metodiche indirette si intendono quelle che analizzano le variazioni di andamento di alcuni parametri (es. lattatemia, ventilazione, frequenza cardiaca) nella transizione tra metabolismo aerobico e aerobico+anaerobico. I diversi parametri presi in considerazione segnalano, con variazioni dell'andamento del loro aumento, la rottura dell'equilibrio metabolico dovuto all'incapacità del solo metabolismo aerobico di provvedere alla fornitura di tutta l'energia necessaria con conseguente intervento e contributo del metabolismo anaerobico lattacido.

In un test a carichi crescenti sono generalmente individuabili 3 fasi successive che possono essere schematizzate come segue:

- 1)  $VO_2 < 40\%$  del  $VO_{2max}$ . Corrisponde alle fasi iniziali del test: l'intensità è bassa e vengono utilizzati come combustibile prevalentemente lipidi. La produzione di lattato è modesta e quel che viene prodotto viene ossidato nelle fibre muscolari di tipo I e a livello del miocardico. All'aumentare dell'intensità dell'esercizio, verranno coinvolte un maggior numero di fibre muscolari di tipo II (glicolitiche) con conseguente lieve incremento del lattato ematico;
- 2)  $VO_2$  tra 40% e 60% di  $VO_{2max}$ . Corrisponde ad una fase intermedia del test: l'intensità è media ed aumenta il coinvolgimento delle fibre di tipo IIa e IIb con aumento della produzione di lattato, anidride carbonica e conseguente primo aumento della ventilazione. In questa fase si dovrebbe riscontrare il primo punto di flesso della curva del lattato, ovvero il punto in cui inizia ad aumentare la concentrazione ematica di lattato (soglia del lattato, LT) che corrisponde ad un valore di circa 0,5-1,0mM superiore al valore di lattatemia misurato a riposo. Questo primo punto di flessione (della curva del lattato così come della ventilazione) corrisponderebbe all'incirca alle 2 mM di Mader ovvero alla soglia aerobica di Kuel;
- 3)  $VO_2$  tra 65% e 90% del  $VO_{2max}$ . Corrisponde alla fase di intensità elevata del test: il contributo della glicolisi anaerobica diviene essenziale e viene rotto l'equilibrio tra produzione e smaltimento di lattato la cui concentrazione inizia ad aumentare in modo esponenziale. La ventilazione subisce un'ulteriore impennata nel tentativo di compensare l'acidosi attraverso l'aumento dell'eliminazione dell'anidride carbonica. Questo secondo punto di flesso della curva del lattato e della ventilazione corrisponde all'incirca alle 4 mM di Mader ovvero alla soglia anaerobica (Kuel) o soglia ventilatoria non compensata (Wasserman).

La fase intermedia (per intenderci tra le 2 e le 4 mM di lattatemia) rappresenta una zona di transizione aerobica-anaerobica, ovvero un ventaglio di intensità durante le quali la concentrazione di lattato ematico tende ad aumentare ma potrebbe essere mantenuta costante nel tempo dal momento che velocità di smaltimento è ancora superiore a quella di produzione.

Esiste una buona correlazione tra le intensità individuate al MLSS e l'intensità alla SA individuata con un test incrementale.

La letteratura scientifica relativa allo sci di fondo riporta valori percentuali alla SA pari all'85-90% di  $VO_{2max}$  durante test di corsa e all'80-85% di  $VO_{2max}$  durante test incrementale con simulatore di spinte. Non sembra esserci alcuna correlazione tra i valori percentuali di  $VO_{2max}$  nei due differenti test.

La nostra esperienza (dati F.I.S.I.) di questi ultimi anni ci consente di dire che l'intensità alla SA individuata con analisi delle variabili ventilato-metaboliche in atleti maschi d'élite (2008-2010) durante test incrementale con skiroll su treadmill in tecnica libera è pari al  $90\pm 2\%$  del  $VO_{2max}$ . Valori del tutto simili per la Squadra femminile di Coppa del Mondo (2008-2010) in tecnica classica ( $91\pm 2\%$  di  $VO_{2max}$ ). Per quanto riguarda atleti di categoria U23 (2011-2012), la percentuale di  $VO_{2max}$  alla SA durante test incrementale in tecnica classica è pari a  $90\pm 3\%$  nei maschi e  $88\pm 2\%$  nelle femmine.

In tutti i test sovraesposti abbiamo valutato la soglia anaerobica anche attraverso l'analisi dell'andamento del lattato e l'individuazione del momento in cui la concentrazione ematica di lattato inizia ad aumentare in modo esponenziale (metodo D-Max). I valori percentuali di  $VO_{2max}$  in corrispondenza della soglia anaerobica individuata con questa metodica, sono del tutto simili a quanto rilevato con le metodiche ventilato-metaboliche (maschi U23:  $90\pm 4\%$  di  $VO_{2max}$ ; femmine U23:  $89\pm 1\%$ ). Il valore medio di lattato in corrispondenza del punto in cui la lattatemia inizia ad aumentare in modo esponenziale è di  $4,1\pm 0,9$ mM per i maschi e  $3,9\pm 0,6$ mM per le femmine con un range di distribuzione dei valori che varia tra 3,1 e 5,9mM.

L'intensità alla SA (ovvero la massima frazione di  $VO_{2max}$  utilizzabile per lunghi periodi) è quindi il risultato e la conseguenza di molti fattori che vanno dalla composizione dei muscoli (% di fibre muscoli a contrazione

lenta e rapida), alla capacità ossidativa dei muscoli, al bilancio tra corredi enzimatici glicolitici ed ossidativi, alla disponibilità di ossigeno, alla disponibilità di carboidrati e alla capacità di smaltire il lattato prodotto. In linea di massima (ma non è la regola), gli atleti che hanno i valori più elevati di massima potenza aerobica sono anche quelli che in grado di raggiungere le intensità più elevate in corrispondenza del MLSS e quindi della SA. In occasione delle gare più lunghe (30 e 50km), l'intensità alla soglia anaerobica condiziona e limita l'intensità metabolica di gara. In gruppi omogenei di atleti d'élite, le differenze nella frazione di utilizzo del VO<sub>2</sub>max sono generalmente piccole e, come abbiamo visto poco sopra, non sono molto differenti da quanto si può riscontrare in atleti più giovani. Ciò che fa la differenza è la capacità di sostenere un'elevata frazione di utilizzo del VO<sub>2</sub>max durante l'intera gara.

### 1.7.3 EFFICIENZA (o economia del gesto tecnico)

Per costo energetico (CE) si intende la quantità di energia richiesta per svolgere una determinata attività. Nello sport, la valutazione del CE può essere utile nel valutare lo "stile" dell'atleta, essendo più economico l'atleta con "armonia" di movimento e coordinazione neuromuscolare migliore. La misura del CE può fornire indicazioni sulle capacità di prestazione dell'atleta dal momento che, a parità di potenza metabolica, minore è il CE, maggiore sarà la potenza meccanica che potrà essere sviluppata. È altrettanto vero che il CE rappresenta una caratteristica tipica di ogni atleta e perciò scarsamente modificabile. Strettamente connesso al concetto di CE risulta il concetto di rendimento o efficienza o più genericamente economia del gesto sportivo, che sta ad indicare la percentuale di energia prodotta che viene effettivamente trasformata in lavoro meccanico esterno. L'efficienza consiste perciò nel rapporto tra la potenza meccanica espressa (es. watt al cicloergometro) e potenza metabolica consumata (es: VO<sub>2</sub>). L'efficienza della macchina umana è molto inferiore al 100% e gran parte dell'energia consumata durante il lavoro muscolare viene dissipata in calore. L'efficienza nel cammino, nella corsa e nel ciclismo oscilla tra il 20 e il 30%. Come per il CE, anche per l'Ef (efficienza) si può calcolare un'efficienza lorda ed una al netto (NEf) del metabolismo misurato a riposo (*Net efficiency*:  $NEf = W / (VO_2 \text{ lavoro} - VO_2 \text{ basale})$ ). Un indice interessante, ma poco utilizzato per valutare l'efficienza di un atleta, è l'efficienza differenziale. Essa rappresenta il rapporto tra l'incremento della potenza meccanica esistente (tra un carico ed il successivo di una prova incrementale) e l'aumento di potenza metabolica conseguente.

Nello sci di fondo è difficile misurare il lavoro meccanico esterno, dovendosi considerare molteplici componenti (energia cinetica, energia potenziale, lavoro di rotazione ecc) di valutazione assai complessa. Dall'altra, la potenza metabolica consumata è condizionata da moltissimi fattori come la resistenza dell'aria, l'attrito sulla neve, lo spostamento del centro di massa durante le salite e durante ogni passo anche nei tratti pianeggianti. La spesa metabolica varia perciò in continuazione ed in rapporto alle caratteristiche del percorso, alla velocità e alle condizioni di scorrevolezza. L'efficienza può essere misurata in modo attendibile in laboratorio (skiroll su treadmill).

Studi sul podismo dimostrano che l'economia della corsa varia in modo significativo anche tra atleti di elevato livello e che la prestazione può essere predetta con sufficiente accuratezza partendo da VO<sub>2</sub>max, efficienza e frazione di utilizzo del VO<sub>2</sub>max alla velocità target. Nello sci di fondo il rendimento varia in rapporto alle differenti tecniche di avanzamento e all'abilità nello scegliere il movimento/passaggio la tecnica più adatta in quel particolare tratto del percorso. Anche utilizzando sempre la stessa tecnica di avanzamento, il rendimento può essere condizionato in modo sostanziale da fattori esterni (tempo, neve, scorrevolezza). L'efficienza nello sci di fondo varia in misura anche importante tra atleta ed atleta, tuttavia esperienza ed allenamento tendono ad assottigliare le differenze interindividuali.

### 1.7.4 FATTORI NEUROMUSCOLARI

#### Forza muscolare

La forza massima isometrica degli arti inferiori di un fondista non è molto maggiore di quella espressa da un soggetto di pari età fisicamente attivo e con ogni probabilità non rappresenta una qualità fisica discriminante nello sci di fondo. Ciò che sembra utile al fondista è la capacità di produrre forza in tempi rapidi e per lungo tempo, ovvero: ciò che serve sono forza veloce (capacità del sistema neuromuscolare di superare le resistenze con elevata rapidità di contrazione) e forza resistente (capacità di ripetere nel tempo prestazioni di tipo neuromuscolare ritardando il più possibile l'insorgenza della fatica). Se pensiamo ad una gara di sci di fondo, la forza veloce riveste un ruolo fondamentale nelle tecniche di avanzamento che comportano tempi di applicazione della forza molto brevi (passo alternato e scivolata-spinta ad alte velocità). La forza degli arti superiori e della muscolatura del busto riveste un ruolo di grande importanza e condiziona in modo cruciale la performance in scivolata-spinta (dove la muscolatura del tronco produce la quasi totalità della forza propulsiva) e nelle salite impegnative (soprattutto in tecnica libera) dove può arrivare a produrre quasi il 50% della forza propulsiva.

## Capacità e potenza anaerobica

Il metabolismo anaerobico, nei suoi aspetti alattacido e lattacido, rappresenta un sistema energetico molto potente. Nella valutazione delle potenzialità del metabolismo anaerobico vanno considerate l'entità dei depositi muscolari di ATP e CP, i fattori che determinano la velocità di produzione di energia attraverso la glicolisi anaerobica (potenza anaerobica lattacida) e quelli che ne limitano la massima quantità producibile (capacità anaerobica lattacida). I fattori determinanti la potenza anaerobica lattacida sono rappresentati essenzialmente dagli enzimi della glicolisi anaerobica. I fattori che possono influenzare la capacità anaerobica lattacida sono quelli atti a ridurre gli effetti dell'aumento di acidità sui processi enzimatici e sulla funzione contrattile (es: sistemi tampone pH).

Il metabolismo anaerobico è in grado di sviluppare picchi di potenza 2-3 volte superiori alla massima potenza aerobica e ciò fa pensare che la potenza anaerobica non dovrebbe costituire un limite alla velocità nello sci di fondo. La capacità anaerobica può, per contro, rappresentare un fattore limitante nelle gare "Sprint" ma anche nelle competizioni di distanza superiore. Ad intensità di gara intorno alla massima potenza aerobica (es: 5-10km), la concentrazione ematica di lattato può oscillare tra 10 e 20 mM e la percentuale di contributo energetico anaerobico è del 5-10%. Ad intensità metaboliche inferiori (quindi in occasioni di competizioni più lunghe), l'importanza della capacità anaerobica lattacida diminuisce per lasciar spazio a fattori correlati con la resistenza alla fatica.

Il fondista sprinter richiede perciò elevati valori di  $VO_{2max}$  ma anche grande capacità lattacida oltre a caratteristiche neuromuscolari di forza-velocità vantaggiose, buona tecnica e quindi elevata efficienza.

In tempi relativamente recenti è stato sviluppato nell'atletica leggera un nuovo concetto di massima potenza anaerobica nella corsa. Secondo questa nuova concezione del termine, la massima potenza anaerobica descriverebbe la capacità da parte del sistema neuromuscolare di sviluppare forza e potenza quando l'impegno aerobico e/o anaerobico è elevato e compare la fatica. La massima potenza anaerobica durante il gesto specifico (maximal anaerobic skiing power,  $AnP_{max}$ ) rappresenta un importante determinante della capacità di performance non solo nelle competizioni più brevi ma anche in quelle di maggior durata, dove salite, cambi di ritmo e sprint richiederebbero un  $VO_2$  di gran lunga superiore al  $VO_{2max}$ .

Il test utilizzato per valutare la massima potenza anaerobica durante il gesto specifico (skiroll su treadmill) è di tipo incrementale massimale (incrementi della pendenza e successivamente della velocità), con step di breve durata (20") intervallati da fasi di recupero di 100" durante i quali viene effettuata la misurazione della lattatemia. La massima velocità raggiunta può essere considerata espressione della massima potenza anaerobica muscolare ( $AnP_{max}$ ). Il valore massimo di lattatemia rappresenta, sia pur in modo grossolano, una stima della capacità anaerobica. La lattatemia alle velocità sotto-massimali fornisce informazioni sull'efficienza.

Il valore di  $AnP_{max}$  sembra avere una buona correlazione con la prestazione in gara ed è utile nel discriminare all'interno di un gruppo di atleti del tutto simili quanto a  $VO_{2max}$  e SA. Atleti specialisti in gare brevi raggiungono velocità massime molto simili ad atleti specializzati in gare più lunghe; tuttavia la velocità raggiunta dagli sprinter in corrispondenza delle 3mM di lattatemia è superiore.

$AnP_{max}$  è particolarmente importante nelle competizioni sprint, dove la richiesta energetica supera la massima potenza aerobica, il contributo anaerobico è elevato e la velocità nello sciare è elevata. Lo "sprinter" ideale dovrebbe essere in grado, in primis, di reclutare la muscolatura in modo da raggiungere una elevata velocità massima; in secondo luogo dovrebbe essere in grado di incrementare la capacità di mantenerla a lungo malgrado l'aumento di acidità. Infine dovrebbe migliorare l'efficienza alla velocità target. Il miglioramento di  $AnP_{max}$  e della massima velocità nello sciare sono inoltre presupposti fondamentali per l'incremento di  $VO_{2max}$ .

## 1.8 LA VALUTAZIONE FUNZIONALE NELLO SCI DI FONDO

Fare una valutazione funzionale significa misurare parametri biologici (es. forza, resistenza) rilevanti ai fini della capacità di svolgere un determinato compito motorio. Parametri diversi concorrono a determinare la capacità di svolgere compiti diversi.

Gli obiettivi della valutazione funzionale sono molteplici e possono sommariamente essere schematizzati come segue:

- comprendere un modello prestativo (quali caratteristiche funzionali sono coinvolte? Qual è il contributo di differenti fattori alla performance?);
- individuare punti deboli e fissare obiettivi di miglioramento;
- monitorare gli effetti di un intervento per il miglioramento della *performance* (allenamento, terapia, dieta);
- monitorare eventuali effetti negativi dell'allenamento (sovrallenamento);

- costruire piani di lavoro *ad hoc* (ottimizzare risultati, evitare danni).

I test di valutazione funzionale possono essere fatti in laboratorio o “sul campo”.

In entrambi i casi, esistono vantaggi e svantaggi. I test da campo, ad esempio, consentono di valutare più soggetti contemporaneamente (tempi di esecuzione relativamente brevi) e richiedono apparecchi di misura meno dispendiosi. Spesso tuttavia risultano meno standardizzabili e ripetibili a causa delle condizioni climatiche (temperatura, pioggia, vento). I test eseguiti in laboratorio, sono per contro più facilmente standardizzabili e ripetibili ma richiedono in genere apparecchiature più costose, tempi più lunghi e personale tecnico specializzato. L'influenza delle condizioni ambientali (vento, tipo di neve) influenzano in modo importante la velocità sugli sci. Ne consegue che è molto difficile confrontare i risultati di test eseguiti sulla neve. Il confronto diventa talora difficile anche in occasione di test da campo eseguiti su skiroll. La valutazione funzionale nello sci di fondo deve perciò considerare la necessità di integrare i risultati di test da campo e test eseguiti in laboratorio.

### **TEST DA CAMPO**

Durante la preparazione estiva, il metodo più semplice per monitorare gli effetti dell'allenamento e lo sviluppo della capacità di performance è quello di eseguire test di con skiroll su un percorso o circuito prestabilito. Le variabili da misurare sono il tempo di percorrenza (potrebbe essere utile inoltre registrare alcuni intertempi per valutare la distribuzione dello sforzo), la frequenza cardiaca ed eventualmente la lattatemia al termine della prova. La letteratura consiglia l'effettuazione di un test da campo di questo tipo all'inizio e alla fine di ciascun periodo di allenamento, al fine di valutarne gli effetti. Si ritiene che questo tipo di test possa essere eseguito anche con minor frequenza. L'aspetto cruciale, tuttavia è che venga eseguito sempre con gli stessi skiroll ed in condizioni ambientali e di “affaticamento” simili, al fine di ridurre quanto più possibile l'influenza di queste variabili sulla capacità di prestazione ed ottenere risultati reali e ripetibili. Se la durata del test è dell'ordine dei 5-10 minuti, ovvero su una distanza generalmente coperta ad intensità metaboliche molto prossime alla massima potenza aerobica, il tempo di percorrenza fornirà informazioni, sia pur grossolane, sullo sviluppo del  $VO_2\max$  e su caratteristiche ad esso correlate. Il valore di lattatemia al termine della prova, sebbene possa essere influenzato da molti fattori primo tra tutto la distribuzione dello sforzo, può fornire informazioni sul contributo anaerobico lattacido alla prestazione. Per una valutazione della resistenza alla fatica, la durata della prova deve essere più elevata e approssimarsi ai tempi di gara. I parametri spia delle modificazioni della resistenza alla fatica sono rappresentati ovviamente dal tempo di prova, dall'andamento della frequenza cardiaca durante il test e dalle sensazioni soggettive dell'atleta.

Durante l'inverno sono possibili test sulla neve, tuttavia va tenuto a mente che le modificazioni del tempo e delle condizioni della neve spesso influenzano la performance in modo non prevedibile e non misurabile. Una soluzione semplice può essere rappresentata da prove ripetute su circuito di 1-3km ad intensità crescenti (3-5 “velocità” ), partendo da “lento aerobico” per finire con l'ultimo step a “ritmo di gara”. Le intensità potrebbero essere 3, auto-selezionate dall'atleta in corrispondenza di soglia aerobica, soglia anaerobica e intensità massima sulla distanza da percorrere. In alternativa, l'atleta potrebbe utilizzare come riferimento per le intensità nei differenti step, i range di frequenza cardiaca individuati in occasione di test eseguiti in laboratorio. I tempi di percorrenza di per sé non ci dicono (con sicurezza) se la capacità di prestazione è migliorata né perché. Le curve lattato-velocità e FC-velocità possono invece fornire informazioni in questo senso. Spostamenti verso destra della curva lattato-FC, sono suggestivi di miglioramento della capacità di performance. La curva lattato-FC è inoltre verifica delle frequenze cardiache ottenute in occasione dei test in laboratorio. In ogni caso non avremo informazioni su eventuali modificazioni di  $VO_2\max$ , MLSS ed efficienza.

### **TEST IN LABORATORIO**

Rispetto a molti altri sport, lo sci di fondo ha la fortuna e possibilità di eseguire valutazioni funzionali in laboratorio, utilizzando strumenti assai familiari agli atleti ed utilizzati per allenamento e competizioni per molti mesi ogni anno: gli skiroll.

I test in laboratorio consentono perciò una valutazione puntuale della capacità di performance e delle qualità fisiche ad essa correlate. Le misure di laboratorio ci permettono di valutare punti di forza e debolezza di un atleta, di valutare gli effetti dell'allenamento e di individuare intervalli di frequenza cardiaca per l'allenamento.

#### **Test su treadmill con skiroll per $VO_2\max$ ed intensità alle soglie**

Negli ultimi dieci anni, le squadre nazionali italiane di sci di fondo hanno eseguito, sia pur in modo discontinuo, test incrementali massimali con skiroll su treadmill. La frequenza cardiaca è stata registrata in modo continuo con cardiofrequenzimetro mentre le variabili ventilato-metaboliche sono state misurate con metabolimetro. Il protocollo utilizzato più frequentemente è quello in tecnica classica (passo alternato). In questi ultimi 2-3 anni il test è stato eseguito anche in tecnica di pattinaggio (pattinaggio con doppia spinta) ed in scivolata spinta. Il protocollo del test, mutuato dalla scuola finlandese, prevede step della durata di 3' e

di intensità crescente fino all'esaurimento muscolare. La durata del test è generalmente compresa tra 20' e 30'. Il lattato viene misurato su sangue capillare prelevato nei primi 20"-30" di ogni step. Questo protocollo può fornire le seguenti informazioni:

- massima potenza aerobica ( $VO_{2max}$ );
- intensità alla soglia aerobica, individuata con metodiche ventilo-metaboliche e analizzando l'andamento della curva della lattatemia;
- intensità alla soglia anaerobica individuata con metodiche ventilo-metaboliche (Wasserman) e analizzando l'andamento della lattatemia (D-Max method);
- intensità in corrispondenza delle 2 e 4 mM.

### **Test per la massima potenza anaerobica su skiroll e per la valutazione delle caratteristiche neuromuscolari**

Per la valutazione della massima potenza anaerobica su skiroll, la scuola finlandese ha proposto, con alcune modifiche, un test già utilizzato nell'atletica leggera per valutare la massima potenza anaerobica ( $AnP_{max}$ ) durante la corsa (MART test, maximal anaerobic running test). Per la valutazione della forza esplosiva della muscolatura degli arti inferiori e delle caratteristiche neuromuscolari è stato utilizzato il counter movement jump (CMJ). Il protocollo per la valutazione di  $AnP_{max}$  prevede un test incrementale con step della durata di 20" intervallati da 100" di recupero durante i quali viene effettuato il prelievo di sangue capillare per la misurazione della lattatemia. La velocità iniziale è 9,0 km/h ad una pendenza di 9°. Il protocollo prevede successivi incrementi della pendenza fino a 16°; successivi incrementi del carico di lavoro saranno ottenuti attraverso aumenti della velocità tali da produrre un incremento della richiesta di  $VO_2$  di 5-6  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ . Al termine del test, durante la fase di recupero, vengono effettuati i prelievi di sangue capillare ( $R_{2'30"}$  e  $R_5$ ). Il protocollo di valutazione funzionale completo (tempo necessario: circa 60'-70') proposto dall'Istituto di ricerca per gli sport olimpici di Jyväskylä (FIN) prevede la seguente sequenza di test:

- CMJ<sub>1</sub>;
- test incrementale massimale su treadmill con skiroll;
- fase di recupero attivo (15' circa) ;
- CMJ<sub>2</sub>;
- test incrementale massimale su treadmill con skiroll per  $AnP_{max}$ ;
- CMJ<sub>3</sub>;

Informazioni fornite:

- CMJ<sub>1</sub>: forza esplosiva e capacità di riutilizzo dell'energia elastica (caratteristiche neuromuscolari e relazione forza-velocità) in condizioni di riposo;
- test incrementale massimale su treadmill con skiroll:  $VO_{2max}$  e SA;
- test incrementale massimale su treadmill con skiroll per  $AnP_{max}$ ;
  - la massima velocità raggiunta viene considerata espressione della massima potenza anaerobica muscolare ( $AnP_{max}$ ), ovvero della capacità del sistema neuromuscolare di produrre forza e sviluppare potenza quando metabolismo aerobico ed anaerobico sono impegnati in modo pressoché massimale;
  - il valore massimo di lattatemia rappresenta, sia pur in modo grossolano, una stima della capacità anaerobica;
  - la lattatemia alle velocità sotto-massimali forniscono informazioni sull'efficienza.
- CMJ<sub>3</sub>: resistenza neuromuscolare alla fatica in condizione di esaurimento muscolare.

In fine, un test assai utile per la valutazione della capacità di resistenza alla fatica è rappresentato dalla misurazione del tempo limite ( $t_{lim}$ ), ovvero la durata massima di una prova condotta alla potenza (velocità e pendenza) corrispondente al  $VO_{2max}$  dell'atleta (= minima potenza meccanica in grado di determinare il  $VO_{2max}$  durante i test incrementale massimale). È dimostrato che la misura del  $t_{lim}$  è riproducibile ed è di durata estremamente variabile da soggetto a soggetto. Essendo una prova condotta ad intensità corrispondente a  $VO_{2max}$ , è evidente il coinvolgimento del metabolismo anaerobico lattacido. Ne consegue che una maggiore o minore capacità anaerobica lattacida, determinerà una maggiore o minore durata della prova. Dall'altra, si può ipotizzare che tanto più elevato è il livello di SA espresso in % di  $VO_{2max}$ , tanto minore sarà il contributo del metabolismo anaerobico durante la prova. Un'ultima considerazione riguardo l'influenza del rendimento nel gesto su  $t_{lim}$ : tanto più economico sarà il gesto atletico, tanta più energia metabolica potrà essere trasformata in energia meccanica.

## CAPITOLO 2

### I PRINCIPI DELL'ALLENAMENTO E DELL'ADATTAMENTO

#### 2.1 INTRODUZIONE

L'evoluzione della specie umana è legata alla capacità dell'organismo di adattarsi alle situazioni esterne attraverso la modificazione delle proprie strutture funzionali.

In questo senso l'organismo si è dimostrato una macchina eccezionale in quanto, se sottoposto a degli stimoli crescenti di "disagio", riesce rapidamente ad adattarsi e a convivere con essi.

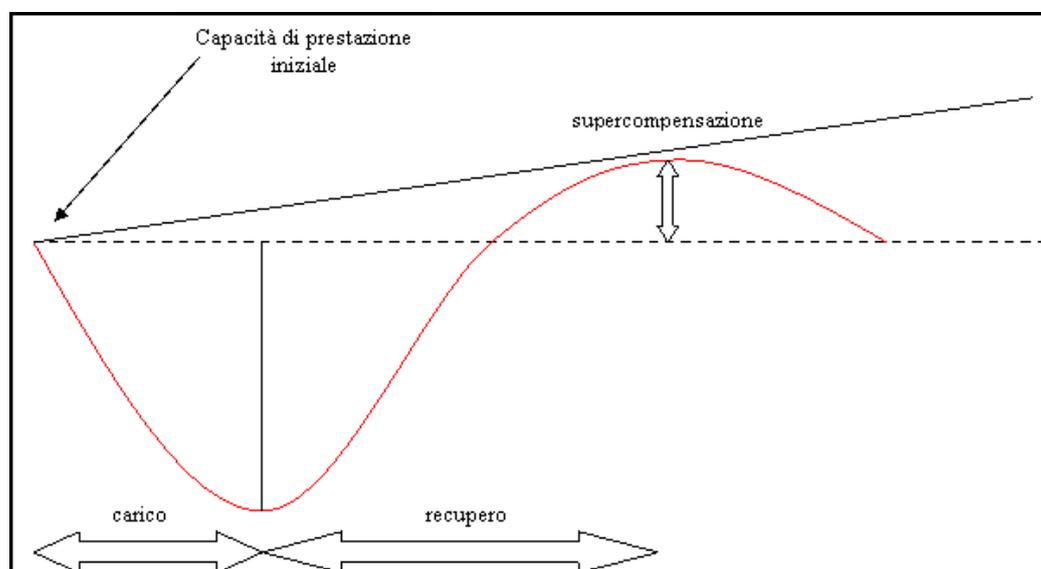
I principi dell'adattamento stanno alla base della teoria e della metodologia dell'allenamento in quanto l'allenamento non è altro che un "insieme di stimoli organizzati ed orientati a creare quegli adattamenti finalizzati ad ottenere il massimo rendimento nel gesto atletico specifico".

L'aumento della capacità di prestazione è basato sull'apprendimento, sull'adattamento e le relative trasformazioni biochimiche, morfologiche e funzionali come riportato nello schema a seguito:



#### 2.2 SUPERCOMPENSAZIONE

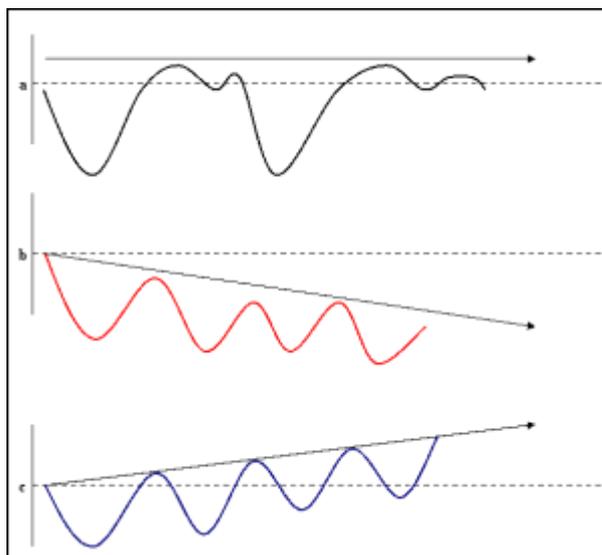
Le alterazioni dello "stato di equilibrio" conseguenti a stimoli di elevata intensità, durata e frequenza, seguite da un adeguato periodo di riposo, creano nell'organismo nuove potenzialità. Molti dei progressi della prestazione sono causati dalla cosiddetta supercompensazione: meccanismo mediante il quale uno stimolo opportunamente dosato riesce ad accrescere le riserve funzionali (energetiche, fisiologiche, strutturali) e prepara il soggetto a stimoli successivi più gravosi predisponendolo a un rendimento più elevato (*fig. 2.1*).



**Figura 2.1** Supercompensazione.

La dinamica alla base dell'allenamento è fondata sul rapporto stimolo/adattamento. L'efficacia del processo allenante deriva dalle caratteristiche dello stimolo e dal mantenimento dell'adattamento. Il livello di affaticamento provocato da uno stimolo deve avere certe caratteristiche. Uno stimolo troppo debole causa un'insufficiente reazione dell'organismo nell'ottenere validi adattamenti; uno stimolo troppo elevato lo pone invece in uno stato di eccessiva difficoltà amplificando notevolmente i tempi di recupero.

La successione degli stimoli allenanti deve essere organizzata in modo che essi siano riproposti nel momento in cui viene raggiunto il punto più elevato della supercompensazione (Fig. 2.2).



**Figura 2.2** *Differenti dinamiche della supercompensazione.*

- a) Stimoli troppo distanti tra loro causano la perdita degli effetti della supercompensazione.
- b) Stimoli troppo ravvicinati portano ad un ritardo negli adattamenti e talvolta al superallenamento.
- c) Stimoli correttamente dosati (per durata e intensità) provocano una supercompensazione ottimale.

Nella *tabella 2.1* vengono riportati i tempi necessari per il raggiungimento della supercompensazione con carichi di lavoro diversi.

Tipologia del carico allenante	Ore
Allenamento estensivo alla resistenza.	da 8 a 12
Allenamento intensivo alla resistenza.	da 24 a 30
Allenamento anaerobico lattacido sprint.	da 30 a 40
Allenamento estensivo anaerobico lattacido.	da 36 a 48
Allenamento intensivo anaerobico lattacido.	da 40 a 60
Allenamento estensivo di forza.	da 40 a 60
Allenamento intensivo di forza, competizione.	da 48 a 72

**Tabella 2.1** *Tempi necessari per il raggiungimento della supercompensazione.*

### 2.3 AFFATICAMENTO E RECUPERO

L'affaticamento durante l'allenamento si esprime inizialmente senza evidenti cali di rendimento, ma con una progressiva diminuzione della coordinazione tecnica e successivamente con la diminuzione delle capacità di lavoro (*tabella 2.2*).

Aumento del dispendio energetico a seguito della diminuzione dell'efficienza coordinativa.
Diminuzione del tempo di reazione.
Diminuzione delle capacità condizionali (forza, resistenza, velocità).
Diminuzione delle capacità di concentrazione.
Diminuzione delle qualità elastiche della muscolatura.
Rallentamento delle capacità di elaborazione delle informazioni.

**Tabella 2.2** *Effetti dell'affaticamento provocati da un carico intenso o prolungato.*

L'allenamento, a livello organico, provoca la diminuzione delle scorte energetiche, la produzione di metaboliti, l'accumulo dell'acido lattico e crea fatica psicologica. Queste condizioni producono un'alterazione dell'omeostasi, cioè di quella condizione di equilibrio che il corpo umano ricerca in situazione di riposo.

La durata del tempo di recupero dipende dal tipo d'allenamento svolto e dalle caratteristiche del soggetto. Solitamente gli atleti allenati e/o "dotati" presentano buone capacità di recupero e "tollerano" carichi di lavoro elevati. Questi soggetti necessitano di allenamenti di elevata entità per produrre adeguati adattamenti organici. Il tempo necessario per ripristinare le capacità di lavoro iniziali tra le unità di allenamento dipende principalmente da alcuni fattori:

- tipologia del lavoro
- entità del carico (volume + intensità)
- caratteristiche del soggetto
- alimentazione
- situazione psicologica
- stato di salute
- qualità del riposo

I Tempi di rigenerazione dei diversi processi energetici sono riportati nella *tabella 2.3*.

Meccanismo energetico	Tempo di recupero
Recupero delle riserve anaerobiche alattacide muscolari.	da 2 a 5 minuti
Pagamento del debito alattacido di ossigeno.	da 3 a 5 minuti
Eliminazione del lattato prodotto.	da 30 a 90 minuti
Pagamento del debito lattacido di ossigeno.	da 30 a 90 minuti
Risintesi delle riserve di glicogeno muscolare epatico.	da 12 a 48 ore
Aumento della sintesi delle proteine enzimatiche e strutturali.	da 12 a 72 ore
Ripristino delle proteine contrattili consumate.	da 4 a 5 giorni

**Tabella 2.3** Tempi di rigenerazione dei diversi processi energetici (Volkov 85).

Il recupero è passivo quando l'atleta riposa, è sottoposto a massaggi, idroterapia, termoterapia, integrazione alimentare ecc., attivo quando pratica sedute di defaticamento, ginnastica di compensazione, tecniche di rilassamento ecc.

Il recupero può essere completo, ai fini del perfezionamento tecnico e della potenza muscolare; incompleto per migliorare il potenziamento fisiologico e/o metabolico.

## 2.4 SOVRALLENAMENTO

La non corretta gestione dei carichi di allenamento e dei relativi tempi di recupero, può portare al sovrallenamento. Questo stato, detto anche overtraining, si manifesta con una generale diminuzione cronica della capacità di lavoro e di prestazione che si può protrarre anche per diversi mesi. I fattori che possono provocare e/o favorire lo stato di sovrallenamento sono sintetizzati nella *tabella 2.4*.

<b>Metodologici:</b> carichi di lavoro eccessivi rispetto alle proprie capacità di adattamento. Carichi di lavoro standardizzati. Numero elevato di competizioni in breve tempo.
<b>Alimentari:</b> insufficiente e/o inadeguata alimentazione.
<b>Sociali:</b> stile di vita troppo "stressante".
<b>Psicologici:</b> problemi relazionali, di studio, lavorativi, famigliari, sociali ecc.
<b>Ambientali:</b> eccessivo livello di quota, temperature e/o umidità troppo basse o molto elevate.
<b>Medici:</b> allenarsi in condizioni di salute imperfetti e/o in presenza di traumi.
<b>Organizzativi:</b> eccessiva lontananza dai luoghi di allenamento.
<b>Altri:</b> insufficienti ore di sonno.

**Tabella 2.3** Fattori che possono provocare e/o favorire lo stato di sovrallenamento.

La condizione di sovrallenamento si può manifestare attraverso numerosi sintomi (*tabella 2.5*) e richiede interventi proporzionati al livello di condizione raggiunto che si basano principalmente sul riposo o sulla drastica diminuzione del volume e dell'intensità di lavoro (*tabella 2.6*).

Abbassamento delle difese immunitarie che provoca un alto rischio di contrarre malattie.
Amenorrea (nelle donne).
Aumento della vulnerabilità alle lesioni muscolari.
Aumento del battito cardiaco a riposo.
Aumento del CPK (creatinfosfochinasi) nel sangue.
Difficoltà a far scendere a valori normali la frequenza cardiaca durante la fase di recupero.
Difficoltà ad aumentare la frequenza cardiaca durante l'allenamento.
Diminuzione dell'autostima e della fiducia nei propri mezzi.
Diminuzione di peso.
Inappetenza (perdita di appetito).
Insonnia.
Irritabilità, apatia, depressione.
Minore concentrazione di lattato dopo uno sforzo massimale.
Problemi articolari con facilità a contrarre infiammazioni tendinee.
Sensazione di fatica durante gli allenamenti anche di bassa intensità.
Variazione della pressione arteriosa.
Variazioni ormonali: aumento del cortisolo e diminuzione del testosterone.

**Tabella 2.5** *Principali sintomi del sovrallenamento.*

Riposo. La durata è proporzionale allo stato di sovrallenamento.
Lavoro aerobico di bassa intensità (lento di recupero "L1").
Dieta Equilibrata.
Fisioterapia.
Idroterapia.
Allungamento.

**Tabella 2.6** *Interventi in casi di sovrallenamento.*

"L'allenamento sportivo risulta dall'organizzazione dell'esercizio fisico ripetuto in quantità ed intensità tali da produrre sforzi progressivamente crescenti che stimolano i processi fisiologici di adattamento dell'organismo e favoriscono l'aumento delle capacità fisiche, psichiche e tecniche dell'atleta al fine di consolidare ed esaltare il rendimento di gara" (*Carlo Vittori*).

## CAPITOLO 3

### CARATTERISTICHE E PRINCIPI METODOLOGICI DELLA DISTRIBUZIONE DEL CARICO

#### 3.1 CARATTERISTICHE DEL CARICO

**Carico di lavoro:** è il complesso degli esercizi fisici e delle azioni motorie programmate e svolte in una seduta di allenamento. Esso provoca mutamenti nell'organismo e rappresenta un insieme di stimoli motori organizzati e orientati in modo da ottenere un effetto allenante.

Il carico si distingue in:

**Carico esterno:** rappresenta numericamente lo stimolo che assume un'unità di allenamento. Il carico esterno è caratterizzato dai parametri di volume ed intensità, ed è facilmente misurabile in ore, minuti di lavoro, metri percorsi, salti effettuati e chilogrammi sollevati.

**Carico interno:** rappresenta la reazione del soggetto al carico esterno. Si manifesta con mutamenti fisiologici, biochimici, morfologici e dei processi cognitivi. Ogni soggetto reagisce individualmente ad un carico esterno stabilito e quindi è opportuno valutare attentamente le risposte individuali ai carichi di lavoro che vengono somministrati.

Gli esercizi e le azioni motorie provocano effetti a diversi livelli dell'organismo suscitando a loro volta delle risposte di sempre maggiore adattamento al carico. Il carico interno, cioè gli effetti dell'allenamento sull'organismo, può essere distinto come segue (Virus, 1995):

- **carico allenante:** stimolo che provoca uno specifico miglioramento della prestazione non solo tecnica.
- **carico di mantenimento:** stimolo sufficiente a mantenere il livello di prestazione.
- **carico di recupero:** riduzione del carico che favorisce i processi di recupero.
- **carico inadeguato:** stimolo inferiore all'intensità e quantità necessaria per raggiungere un effetto allenante.
- **carico eccessivo:** stimolo che eccede la capacità funzionale dell'organismo, portandolo ad una sorta di over-reaching e/o in casi estremi di over-training.

I parametri del carico sono i seguenti:

**Volume (quantità):** corrisponde alla quantità di allenamento in ore, chilometri percorsi, pesi sollevati, serie e ripetizioni effettuate. Rappresenta la durata effettiva dell'allenamento al netto delle pause di recupero.

**Intensità (qualità):** rappresenta i diversi livelli di impegno energetico e mentale a cui l'atleta si sottopone rispetto alla massima prestazione possibile. Abitualmente negli sport di endurance l'intensità si controlla e si monitorizza attraverso la frequenza cardiaca rispetto al valore massimo o la soglia anaerobica. Il rapporto tra volume ed intensità è di solito inversamente proporzionale (al calare della durata vi è un aumento dell'intensità). Anche lo svolgimento di sedute tecniche ad elevata difficoltà esecutiva o di apprendimento, possono esprimere alti livelli di intensità.

**Densità:** corrisponde al rapporto che intercorre tra lo svolgimento di un'esercitazione allenante ed il tempo di recupero dell'unità o del ciclo di allenamento. Si identifica in valori temporali, in percentuale rispetto alle serie dell'esercitazione svolta o della completa seduta di allenamento.

**Frequenza:** coincide con il numero di sedute in cui un carico di allenamento viene sostenuto nell'unità di tempo considerato (giorni, settimane, ecc). Può essere riferita a quante sedute di allenamento vengono svolte in totale o per una specifica attività (resistenza, mobilità articolare, rapidità, ecc). Aumentare o diminuire la frequenza consiste nell'aumentare o diminuire le sedute di allenamento settimanali generali o di una determinata capacità.

**Difficoltà esecutiva degli esercizi:** rappresenta il grado di difficoltà e/o la complessità dell'esercitazione svolta durante la seduta di allenamento. Vi sono dei fattori che possono influenzare la difficoltà esecutiva degli esercizi, come ad esempio la richiesta fisica e mentale, i terreni e/o le condizioni in cui vengono effettuate le esercitazioni, il grado di preparazione dei compagni, ecc.

### 3.2 PRINCIPI METODOLOGICI DELLA DISTRIBUZIONE DEL CARICO

Le caratteristiche del carico e le relative reazioni adattative che sono di diversa natura funzionale e di diversa durata, sono la base su cui si possono descrivere procedimenti razionali e di organizzazione pratiche dell'allenamento che permettono di evitare errori ed infortuni. Si possono identificare dei principi metodologici generali della distribuzione del carico, principi che rappresentano la sintesi di comportamenti efficienti di molti allenatori ma si possono identificare anche logiche confermate da molte ricerche e osservazioni nel campo dell'allenamento.

I principi metodologici della distribuzione del carico sono i seguenti:

**Continuità:** la programmazione dell'allenamento dovrebbe consentire una costanza del carico di lavoro nel tempo per permettere il mantenimento dell'adattamento raggiunto. Le pause troppo prolungate causano una perdita del livello prestativo raggiunto ed è quindi opportuno evitare periodi lunghi di inattività. Per mantenere il livello prestativo raggiunto è importante continuare ad allenarsi, altrimenti si regredisce.

**Progressività:** è fondamentale un aumento progressivo dell'intensità degli stimoli per favorirne la loro capacità allenante. Diversamente non si permetterà al soggetto di superare il punto in cui l'organismo si è adattato e non potranno esserci quindi ulteriori miglioramenti. È importante considerare che in fase iniziale o di ripresa di attività fisica i carichi andranno dosati progressivamente creando le basi per lavori futuri di maggior impegno e intensità.

**Gradualità:** l'allenamento può avere effetti diversi sul carico interno di ogni atleta e consente di programmare e svolgere allenamenti rispettando un andamento crescente di difficoltà in termini di volume ed intensità. I carichi di allenamento devono rispettare le reali possibilità dell'atleta e vanno attentamente osservati e monitorati sia attraverso un colloquio continuo con l'atleta e anche attraverso test di valutazione.

**Ciclicità:** il carico di allenamento deve seguire una successione temporale ottimale rispettando le giuste pause e recuperi. La ciclicità garantisce la ripetizione dello stimolo in tempi utili per sfruttare la capacità di supercompensazione dell'organismo.

**Alternanza:** l'allenamento deve essere pianificato alternando i carichi finalizzati allo sviluppo delle diverse capacità motorie attraverso l'utilizzo di forme che garantiscano la molteplicità degli stimoli.

**Variabilità:** gli stimoli allenanti devono essere variati per consentire una sempre nuova difficoltà e per impedire quindi l'assuefazione percettiva ad un nuovo adattamento. Gli apprendimenti e l'allenamento saranno più proficui quando i contenuti e i metodi proposti vengono variati e modificati in modo da evitare una esagerata standardizzazione dello stimolo.

**Individualizzazione:** l'allenamento dovrebbe essere programmato in funzione delle necessità o esigenze del singolo atleta al fine di rispondere ad eventuali bisogni e carenze. Attraverso la flessibilità e l'organizzazione delle sedute di allenamento il programma generale, ideato per un gruppo, dovrà essere personalizzato rispetto alle caratteristiche dei singoli atleti e dei risultati da raggiungere. L'individualizzazione durante l'età evolutiva deve essere molto attenta alla crescita e all'età biologica modificando gli obiettivi e di conseguenza i carichi di allenamento. I carichi devono essere programmati tenendo conto delle differenze che possono esserci fra l'età biologica e anagrafica dell'individuo. Questo permette di sfruttare al momento giusto le potenzialità prestanti esistenti e preparare quelle future in linea con quanto riportato nella teoria delle fasi sensibili.

**Multilateralità:** l'atleta di alto livello è il frutto di numerose esperienze motorie e abilità conseguite nel suo percorso formativo. Le abilità richieste dallo sport di alto livello necessitano percorsi formativi sempre più vasti e articolati che gradualmente portano ad una specializzazione verso la disciplina sportiva praticata. La multilateralità è una strategia dell'allenamento giovanile indispensabile per uno sviluppo motorio e somatico armonioso. È fondamentale nella preparazione giovanile un completo sviluppo delle funzioni di base eliminando le limitazioni che una specializzazione precoce può procurare. La multilateralità consente, rispettando lo sviluppo biologico dell'individuo, di programmare sedute con obiettivi molteplici che stimolino le capacità e le abilità motorie quando si è più ricettivi. La specializzazione precoce, al contrario, compromette l'assimilazione di un bagaglio motorio vasto ed articolato, comporta un disequilibrio tra obiettivi e ricettività dell'individuo perseguendo un modello di preparazione rigido volto al conseguimento del massimo risultato in tempi brevi.

La multilateralità può essere ulteriormente suddivisa come segue:

- **estensiva:** adozione di un numero considerevole di proposte motorie in riferimento agli schemi motori e abilità più significative a buona parte delle discipline sportive. La fascia di età dove è importante perseguire il lavoro multilaterale estensivo è dai 5-6 ai 9-10 anni;
- **orientata:** adozione di una grande quantità di stimoli e proposte sfruttando continuamente varianti significative rispetto alle capacità motorie più utili alla disciplina sportiva praticata. La fascia di età dove è importante sviluppare l'attività multilaterale orientata è dai 9-10 agli 11-12 anni;
- **mirata:** adozione di una grande quantità di stimoli e proposte tecniche e fisiche sfruttando continuamente varianti significative rispetto alle capacità motorie più utili alla disciplina sportiva praticata. La fascia di età dove è importante organizzare il lavoro multilaterale mirato è dagli 11-12 ai 13-14 anni.

**Consapevolezza e autonomia:** per una migliore riuscita dei principi esposti, è importante sviluppare nell'atleta, attraverso un'applicazione equilibrata, la consapevolezza degli obiettivi e del modo di raggiungerli sviluppandone così l'autonomia. Le sedute di allenamento e i contenuti devono essere scelti e organizzati in modo che gli atleti ne comprendano il significato e possano prevederne i risultati. Sono fondamentali a questo scopo spiegazioni comprensibili, incitamenti, correzioni, aiuti e l'utilizzo di metodi che aumentino la condivisione e la partecipazione. Gli atleti devono essere coscienti dei processi di sviluppo o trasformazione fisica e psichica che stanno vivendo; informarli sui principi fondamentali che regolano l'allenamento e l'apprendimento; concordare gli obiettivi fornendo elementi per valutare le loro prestazioni; coinvolgerli nell'osservazione e nella valutazione degli altri e nell'organizzazione delle sedute di allenamento.

## CAPITOLO 4

### DETERMINAZIONE DELL'INTENSITÀ DI ALLENAMENTO E CLASSIFICAZIONE

#### 4.1 INTRODUZIONE

Uno dei principali obiettivi degli allenatori e degli atleti è determinare, nel modo più preciso possibile, l'intensità e la qualità dell'allenamento. Fino alla fine degli anni '70 si ricorreva spesso a metodi prevalentemente pratici legati alle sensazioni e alla velocità di spostamento. Quest'ultimo parametro, nelle discipline come lo sci di fondo in cui la velocità di avanzamento è spesso condizionata dalla morfologia del terreno (salite, discese, ecc.), non può essere però preso in considerazione.

L'introduzione del cardiofrequenzimetro, anche se il parametro della frequenza cardiaca è ancora oggi oggetto di studio, presenta comunque dei limiti. Nelle attività di brevissima durata, ad esempio, la frequenza cardiaca non rispecchia l'effettivo impegno fisico come in alcune esercitazioni per lo sviluppo della forza. Il cardiofrequenzimetro è comunque uno degli strumenti più validi ed utilizzati in campo sportivo.

Per una corretta valutazione dell'intensità metabolica sarebbe necessario conoscere, oltre alla frequenza cardiaca, anche i parametri relativi all'acido lattico, il consumo d'ossigeno (VO<sub>2</sub>), la massima frequenza cardiaca, la ventilazione polmonare ed altro ancora. Per indagini di questo genere sarebbero necessarie strumentazioni difficilmente disponibili.

Attraverso la frequenza cardiaca e la durata dell'esercizio è possibile determinare approssimativamente anche il carico interno. Il rapporto fra intensità e durata dell'allenamento non è però sufficiente e una valutazione più attendibile dovrebbe considerare, oltre all'impegno muscolare e metabolico, anche quello neuromuscolare e psicologico. L'utilizzo delle scale di valutazione dello sforzo percepito come quella di Borg (CR-100®) è molto utile in questo senso.

#### 4.2 METODI "DA CAMPO" PER LA DETERMINAZIONE DELLA SOGLIA ANAEROBICA

I metodi "da campo" più utilizzati per la determinazione della soglia anaerobica sono i seguenti:

- calcolo della frequenza cardiaca massima;
- test di Conconi;
- test massimale continuo sugli skiroll.

##### Calcolo della frequenza cardiaca massima

È possibile individuare (approssimativamente) la frequenza cardiaca di soglia anaerobica partendo dalla frequenza cardiaca massima che mediamente, negli atleti dello sci di fondo, è di circa il 6% superiore.

La frequenza cardiaca massima può essere determinata utilizzando il cardiofrequenzimetro, ma anche contando "manualmente" i battiti cardiaci dopo un'attività fisica ad intensità massimale.

Protocollo: eseguire un esercizio, utilizzando un mezzo di allenamento adatto, che permetta di raggiungere un'elevata frequenza di movimenti (corsa, skiroll tecnica classica, balzi con bastoncini, ecc.) per una durata massima di 2' su un terreno ad alta resistenza. L'esercitazione va svolta ad intensità crescente fino al raggiungimento del massimo sforzo percorrendo più volte lo stesso tratto e mantenendo nella fase di rientro un ritmo blando (L2) o indicativamente della durata di 2-3'. Dalla frequenza cardiaca massima è possibile ricavare la frequenza di soglia anaerobica attraverso la seguente formula:

$$FC \text{ max} : 100 = FC \text{ S.An.} : 94$$

Esempio: Se la FC max è di 200 battiti/minuto, sarà sufficiente moltiplicare questo valore per 94 e dividerlo per 100. La soglia anaerobica sarà quindi di 188 battiti/minuto. Attraverso la *tabella 4.4* è possibile risalire dal valore della FC max, alla FC di soglia anaerobica e ai rispettivi livelli di intensità di esercizio.

##### Test di Conconi

Misura le variazioni della frequenza cardiaca al variare del carico di lavoro. È effettuato normalmente tramite corsa su pista, ma è possibile utilizzare anche un mezzo più specifico come lo skiroll.

Protocollo: L'atleta esegue uno sforzo a intensità crescente rilevando ogni 200 m. i valori di velocità (tempo) e di frequenza cardiaca (FC). La velocità iniziale dev'essere piuttosto bassa (circa il 50% di quella massimale) cercando di diminuire costantemente il tempo di percorrenza di 2" ogni 200 m.

Riportando su grafico le velocità medie rilevate in ogni parziale, incrociandole con la rispettiva frequenza cardiaca, si ottiene una linea che presenta una deflessione in corrispondenza della soglia anaerobica.

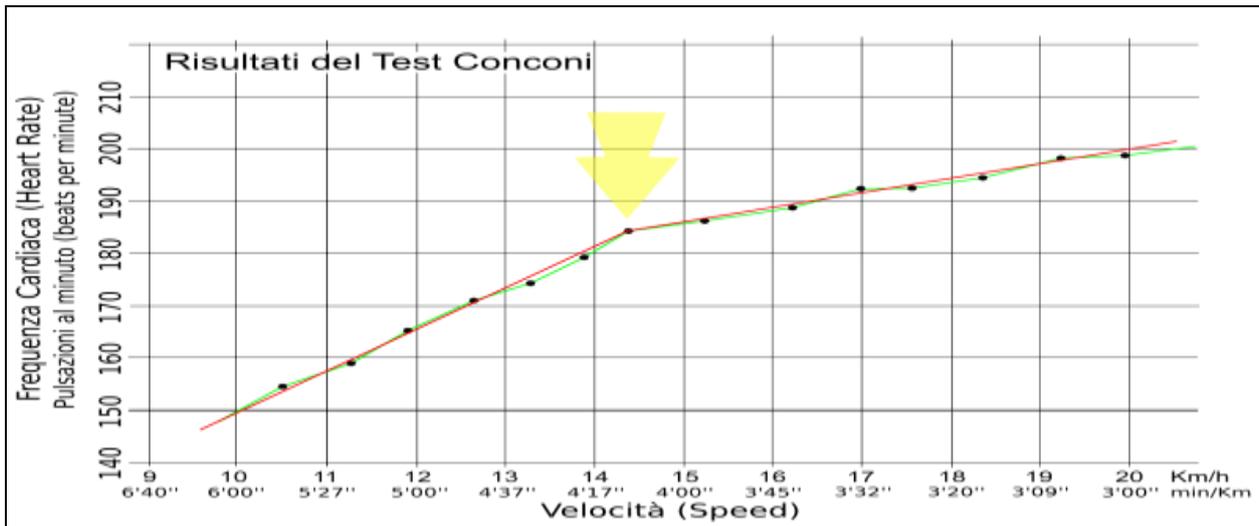


Figura 4.1 Esempio di test di Conconi (Wikipedia).

### Test massimale continuo con skiroll

Secondo alcuni ricercatori, la soglia anaerobica corrisponde alla massima intensità sostenibile da atleti evoluti in un'attività continua di circa 40' (atleti molto allenati fino a 60'). È quindi possibile ricavare la frequenza cardiaca di soglia anaerobica attraverso la media della FC rilevata in una prova ad intensità massimale in salita con gli skiroll (Fig. 4.2). In letteratura si trovano alcune proposte che confermano la pratica e l'utilità del test continuo indicando però una durata minima dell'esercizio di 30 minuti (Mc Gehee et al. 2005). Nello sci di fondo è ormai prassi, considerare un test della durata di 20-25'.

È opportuno escludere i primi e gli ultimi 2-3' del test, considerando solo la FC media della parte centrale della prova. La FC media rilevata corrisponde a un valore approssimativo dell'1-2% superiore rispetto alla soglia anaerobica ed è denominata "soglia massima di lavoro o di gara". Essa corrisponde al valore massimo del livello 4 (vedi tabella 4.2) utilizzabile nelle esercitazioni con metodo a intervalli o con metodo del carico prolungato intensivo. Nella figura 4.2 è riportato un esempio che evidenzia (con cornice rossa) la "zona" da considerare per il calcolo della FC media.

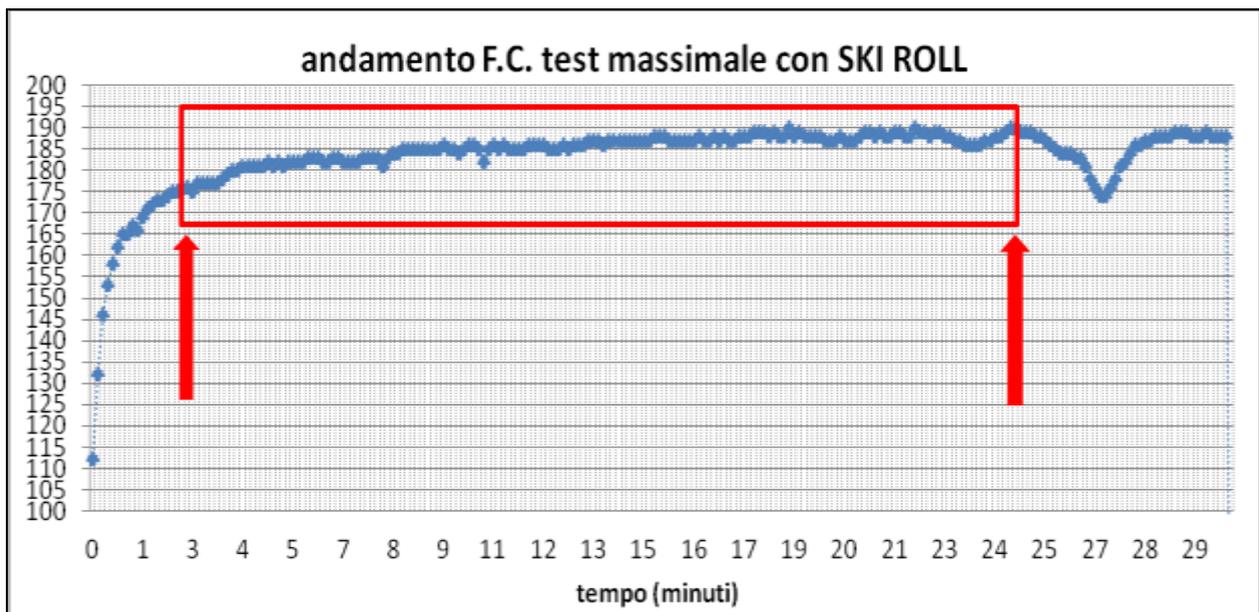


Figura 4.2 Rilevazione della frequenza cardiaca nel test di skiroll in salita.

### 4.3 CLASSIFICAZIONE DEI LIVELLI DI INTENSITÀ DI ALLENAMENTO NELLO SCI DI FONDO

Nella maggior parte dei casi, le attività di **resistenza aerobica** sono garantite da una produzione di energia derivante sia dal meccanismo aerobico che da quello anaerobico. Nelle attività di tipo anaerobico, a causa dell'elevata intensità provocata da un'alta frequenza dei movimenti e/o da un maggiore impegno di forza, l'apporto di ossigeno risulta insufficiente per cui l'energia viene prodotta per via non ossidativa.

Lo sci di fondo è considerato uno sport caratterizzato da un impegno metabolico "misto" prevalentemente a carattere aerobico ma con un'elevata componente anaerobica.

Nella *tabella 4.1* sono stati definiti i livelli di intensità, i parametri relativi all'impegno cardiaco rispetto alla soglia anaerobica ed i meccanismi energetici interessati. I diversi livelli sono stati classificati numericamente in rapporto al grado d'impegno fisico utilizzando una scala che va da 1 a 5. Questa classificazione sostituisce la terminologia che fa riferimento sia alle andature (lento, medio, veloce) che ai meccanismi energetici e/o a parametri fisiologici (anaerobico).

Livelli di Intensità		Parametri di riferimento rispetto alla Soglia Anaerobica	Meccanismo energetico interessato
Precedente nomenclatura	Nuova nomenclatura		
Lento di recupero	<b>L1</b>	-20/-30% della FC di S An.	Aerobico
Lento	<b>L2</b>	-10/-20% della FC di S. An.	Aerobico
Medio	<b>L3</b>	-3/-10% della FC di S. An.	Aerobico/anaerobico
Veloce	<b>L4</b>	+2/-3% della FC di S. An.	Anaerobico/aerobico
Anaerobico	<b>L5</b>	>+2% della FC di S. An.	Anaerobico

**Tabella 4.1** Classificazione dei livelli di intensità di allenamento per lo sci di fondo (precedente e nuova nomenclatura), valori di F.C. riferiti alla soglia anaerobica e corrispondenti meccanismi energetici utilizzati.

#### Descrizione dei livelli di intensità:

**L1** – Intervallo di frequenza cardiaca inferiore del 20-30% rispetto alla S.A. È ragionevole pensare ad un'attività di breve/media durata svolta in funzione del recupero e della rigenerazione energetica, ma anche per attività di lunga/lunghissima durata con i seguenti obiettivi:

- adattamento alla quota;
- capillarizzazione;
- recupero attivo;
- allenamento intervallato intensivo.

**L2** – Intervallo di frequenza cardiaca inferiore del 10-20% rispetto alla S.A. Intensità tipica dell'allenamento lento atto a stimolare la capacità aerobica, comunemente utilizzato in un'unica soluzione all'interno dell'Ua (unità di allenamento). Può essere inserito anche come recupero attivo nell'allenamento intervallato intensivo ed estensivo.

**L3** – Intervallo di frequenza cardiaca inferiore del 3-10% rispetto alla S.A. Questo tipo di intensità, sia in forma continua che frazionata, produce modesti adattamenti per lo sviluppo della potenza aerobica.

**L4** – Intervallo di frequenza cardiaca inferiore del 3% e superiore del 2% rispetto alla S.A. Nello sci di fondo si utilizza questa intensità per innalzare sia la soglia anaerobica che il VO<sub>2</sub>max attraverso lavori con metodo continuo e/o intervallato.

**L5** – Frequenza cardiaca superiore al 2% rispetto alla S.A. Questo livello comprende tutte le esercitazioni eseguite alla massima intensità sia di carattere anaerobico lattacido (durata variabile dai 15" ai 2') che anaerobico alattacido (durata compresa fra i 0 ed i 15"). L'intensità 'L5 di tipo alattacido viene spesso utilizzata, oltre che per lo sviluppo della velocità, per le esercitazioni di forza generale e forza specifica. Per i lavori anaerobici lattacidi viene solitamente utilizzato il metodo intervallato.

Livelli		L1		L2		L3		L4		L5	
F.C. Soglia Anaerobica		-30/-20%		-20%/-10%		-10%/-3%		-3%/2%		>2%	
Massima	Soglia An.	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a
213	200	140	159	160	179	180	193	194	204	205	213
212	199	139	158	159	178	179	192	193	203	204	212
211	198	139	158	159	178	179	191	192	202	203	211
210	197	138	157	158	177	178	190	191	201	202	210
209	196	138	156	157	176	177	190	191	200	201	209
208	196	137	155	156	175	176	189	190	199	200	208
207	195	136	155	156	174	175	188	189	198	199	207
206	194	136	154	155	173	174	187	188	198	199	206
205	193	135	153	154	172	173	186	187	197	198	205
204	192	134	152	153	172	173	185	186	196	197	204
203	191	134	152	153	171	172	184	185	195	196	203
202	190	133	151	152	170	171	183	184	194	195	202
201	189	132	150	151	169	170	182	183	193	194	201
200	188	132	149	150	168	169	181	182	192	193	200
199	187	131	149	150	167	168	180	181	191	192	199
198	186	130	148	149	167	168	180	181	190	191	198
197	185	130	147	148	166	167	179	180	189	190	197
196	184	129	146	147	165	166	178	179	188	189	196
195	183	128	146	147	164	165	177	178	187	188	195
194	182	128	145	146	163	164	176	177	186	187	194
193	181	127	144	145	162	163	175	176	185	186	193
192	180	126	143	144	161	162	174	175	184	185	192
191	180	126	143	144	161	162	173	174	183	184	191
190	179	125	142	143	160	161	172	173	182	183	190
189	178	124	141	142	159	160	171	172	181	182	189
188	177	124	140	141	158	159	170	171	180	181	188
187	176	123	140	141	157	158	170	171	179	180	187
186	175	122	139	140	156	157	169	170	178	179	186
185	174	122	138	139	156	157	168	169	177	178	185
184	173	121	137	138	155	156	167	168	176	177	184
183	172	120	137	138	154	155	166	167	175	176	183
182	171	120	136	137	153	154	165	166	175	176	182
181	170	119	135	136	152	153	164	165	174	175	181
180	169	118	134	135	151	152	163	164	173	174	180
179	168	118	134	135	150	151	162	163	172	173	179
178	167	117	133	134	150	151	161	162	171	172	178
177	166	116	132	133	149	150	160	161	170	171	177
176	165	116	131	132	148	149	159	160	169	170	176
175	165	115	131	132	147	148	159	160	168	169	175
174	164	114	130	131	146	147	158	159	167	168	174
173	163	114	129	130	145	146	157	158	166	167	173
172	162	113	128	129	145	146	156	157	165	166	172
171	161	113	128	129	144	145	155	156	164	165	171
170	160	112	127	128	143	144	154	155	163	164	170
169	159	111	126	127	142	143	153	154	162	163	169
168	158	111	125	126	141	142	152	153	161	162	168
167	157	110	125	126	140	141	151	152	160	161	167
166	156	109	124	125	139	140	150	151	159	160	166
165	155	109	123	124	139	140	149	150	158	159	165
164	154	108	122	123	138	139	149	150	157	158	164
163	153	107	122	123	137	138	148	149	156	157	163
162	152	107	121	122	136	137	147	148	155	156	162
161	151	106	120	121	135	136	146	147	154	155	161
160	150	105	119	120	134	135	145	146	153	154	160

**Tabella 4.2** Determinazione dei livelli di intensità utilizzando la F.C. massima e la soglia anaerobica.

**Utilizzo dei livelli di intensità con mezzi di allenamento diversi variando le resistenze esterne**

Ogni livello è caratterizzato da un valore di frequenza cardiaca minimo e massimo che crea una “zona” di lavoro più ampia. La scelta di rendere “elastica” l’individuazione del livello permette di risolvere la problematica legata ai mezzi di allenamento utilizzati. L’attività svolta con mezzi o su terreni particolarmente

scorrevoli, rende complicato raggiungere la frequenza cardiaca desiderata e quindi è più opportuno considerare il valore minimo del livello. Con mezzi che richiedono un'alta frequenza di movimento (ritmo) o su terreni con alte resistenze all'avanzamento, è possibile considerare i valori massimi.

Nella *tabella 4.3* sono riportati i diversi mezzi/passi utilizzati e i relativi scostamenti rispetto al livello di intensità da utilizzare sia in condizione di alta che di bassa resistenza esterna (Massimo – Centrato – Minimo), dove per “centrato” si intende un valore di FC tra Massimo e Minimo.

Tipologia mezzo	Tipo di terreno	
	Alta resistenza	Bassa resistenza
Skiroll o sci – passo alternato	Centrato	Centrato
Skiroll o sci – scivolata spinta	Centrato	Centrato
Skiroll o sci – pattinaggio corto	Massimo	Centrato
Skiroll o sci – pattinaggio lungo	Centrato	Minimo
Skiroll o sci – spinte potenza	Centrato	Minimo
Skiroll o sci – spinte capacità	Minimo	Minimo
Skiroll o sci – gambe potenza	Centrato	Minimo
Skiroll o sci – gambe capacità	Minimo	Minimo
Marcia con bastoni	Centrato	Minimo
Balzi con bastoni	Massimo	Massimo
Corsa	Centrato	Centrato
Bici strada	Centrato	Centrato
Bici MTB	Massimo	Minimo

**Tabella 4.3** Scostamento nel livello d'intensità in relazione ai mezzi di allenamento e alla resistenza.

#### Classificazione dell'intensità attraverso un metodo “pratico”

L'utilizzo del livello di intensità attraverso la *tabella 4.2* necessita del cardiofrequenzimetro. In mancanza di tale supporto si propone un metodo pratico per la determinazione dell'intensità di lavoro (*tabella 4.4*).

Livello di intensità	molto bassa	bassa	media	elevata	molto elevata
Metodo del discorso	cantare	chiacchierare	parlare con frasi intere	scambio di parole	non si può parlare
% FC max	60-70%	70/80%	80-90%	90-95%	95-100%
Metabolismo energetico primario	<i>metabolismo aerobico</i>		<i>passaggio da metabolismo aerobico ad anaerobico</i>	<i>metabolismo anaerobico</i>	
Effetto primario dell'allenamento	rigenerazione	capacità aerobica	potenza aerobica	cap. e potenza anaerobica	
Metodi di allenamento adeguati	di durata	di durata, durata variabile, intensivo a intervalli		di gara, intensivo a intervalli, intermittente, delle ripetizioni	

**Tabella 4.4** Livelli di intensità per l'allenamento della resistenza in relazione a diversi parametri.

#### Classificazione dell'intensità per le categorie giovanili

Fino alla categoria cuccioli, dove gli obiettivi allenanti si riducono prevalentemente a esercitazioni di carattere coordinativo e di tipo aerobico, non si ritiene utile stabilire livelli di intensità legati alla frequenza cardiaca. Per questo motivo si consiglia l'utilizzo della *tabella 4.5*, la quale fa riferimento alle percezioni di fatica e al comportamento dei singoli soggetti durante l'attività fisica.

Zona intensità	Terminologia	Meccanismo energetico	Percezione di fatica	Durata allenamento
1	Basso	Aerobico	Minima – consente di parlare liberamente.	30-60 minuti
2	Medio	Aerobico	Media – permette di formulare qualche frase	15-20 minuti
3	Alto	Anaerobico alattacido	Alta – non si riesce parlare.	15-20 secondi

**Tabella 4.5** Scala d'intensità per atleti delle categorie giovanili.

#### 4.4 VALUTAZIONE DELLO SFORZO ATTRAVERSO LA SCALA DI PERCEZIONE DI BORG (CR-100®)

Serve a valutare la percezione soggettiva dello sforzo durante l'attività fisica. È opportuno evidenziare che la percezione dello sforzo non è direttamente influenzata dai segnali che provengono dai muscoli locomotori (aumento acido lattico), dal cuore (aumento frequenza cardiaca) e dai muscoli respiratori (aumento frequenza respiratoria), ma è generata da segnali che partono centralmente dal cervello e sono inviati alle aree sensoriali della corteccia cerebrale (Marcora, 2009). È stata dimostrata una correlazione tra carichi di lavoro e percezione dello sforzo, in quanto la percezione dello sforzo permette di identificare stati di sovraccarico. L'utilizzo della scala di Borg prevede che l'atleta, subito dopo l'allenamento (entro mezz'ora dalla fine), si "interroghi" e attribuisca un valore numerico alla sensazione di sforzo percepito durante l'allenamento: nel caso della scala CR-100®, il punteggio possibile varia da 0 a 100.

Il limite di questo metodo è legato alla capacità dell'atleta di essere obiettivo nel valutare la fatica percepita, ma dopo un breve periodo e le dovute istruzioni, l'utilizzo è abbastanza semplice e affidabile.

Nella *figura 4.3* sono riportate le istruzioni per l'utilizzo della scala di Borg, mentre nella *figura 4.4* è riportata la relativa scala graduata da utilizzare per la valutazione dello sforzo percepito. L'autore, per facilitare la valutazione, ha riportato a fianco di alcuni valori numerici un'ancora verbale posizionata in modo crescente rispetto all'intensità dello sforzo.

#### ISTRUZIONI PER L'USO DELLA SCALA DI BORG (CR-100®) – BORG & BORG 1998

“Vogliamo che tu dia un voto alla tua **percezione di sforzo**, cioè quanto duro e faticoso hai percepito lo sforzo **durante la tappa.**”

**Istruzioni di base:** Il valore 90 indicato sulla scala corrisponde a “estremamente forte” ed è l' ancoraggio principale . 100 è la massima percezione di sforzo che ricordi di aver mai provato. È possibile, tuttavia, che tu possa provare o immaginare uno sforzo addirittura maggiore rispetto alla massima percezione di sforzo addirittura maggiore rispetto alla massima percezione di sforzo che ricordi di aver provato nella tua vita. Di conseguenza, il massimo assoluto è posto in fondo alla scala senza un numero specifico ed è marcato con un punto. Se percepisci uno sforzo che ritieni essere maggiore di 100 puoi usare un numero più alto.

Parti dall'espressione verbale (aggettivo) e poi indica il livello sul righello.

È importante che tu riferisca quello che effettivamente stai percependo e non quello che pensi ci si aspetti tu debba riferire. È la TUA percezione personale di sforzo e fatica che è importante, e non il confronto con altre persone. Cerca di essere più onesto possibile, cerca di non sovrastimare o sottostimare l'intensità dello sforzo, e non farti condizionare dal voto dei tuoi compagni di squadra qualora tu venissi a conoscenza della loro percezione.

**Classificazione della percezione di sforzo.** Vogliamo che tu dia un voto alla tua percezione dello sforzo, cioè quanto duro e faticoso hai percepito lo sforzo durante l' esercizio. La percezione dello sforzo è legata alla fatica dei tuoi muscoli e alla tua sensazione di fiatone. Devi quindi porre l' attenzione solo alla tua sensazione di sforzo e non farti condizionare da misure fisiologiche come frequenza cardiaca o altri indicatori di intensità (ad esempio la potenza misurato con SRM, etc.).

<b>6</b>	Molto debole. Corrisponde a camminare o pedalare lentamente.
<b>25</b>	Non è particolarmente pesante. Ti senti bene e non ci sono problemi a continuare.
<b>45</b>	Sei stanco, ma non hai particolari difficoltà ad andare avanti.
<b>70</b>	Sei ancora in grado di andare avanti ma devi metterci molto impegno per poterlo fare. Sei molto stanco.
<b>90</b>	Questo è il livello di percezione dello sforzo che corrisponde al massimo che ti ricordi di aver mai percepito.
°	Questo è il massimo assoluto; puoi dare valori anche superiori a 90 se pensi che lo sforzo percepito sia più alto di quello massimo che ti ricordi aver provato in passato.

**Tabella 4.6** Istruzioni per l'utilizzo della scala di Borg.

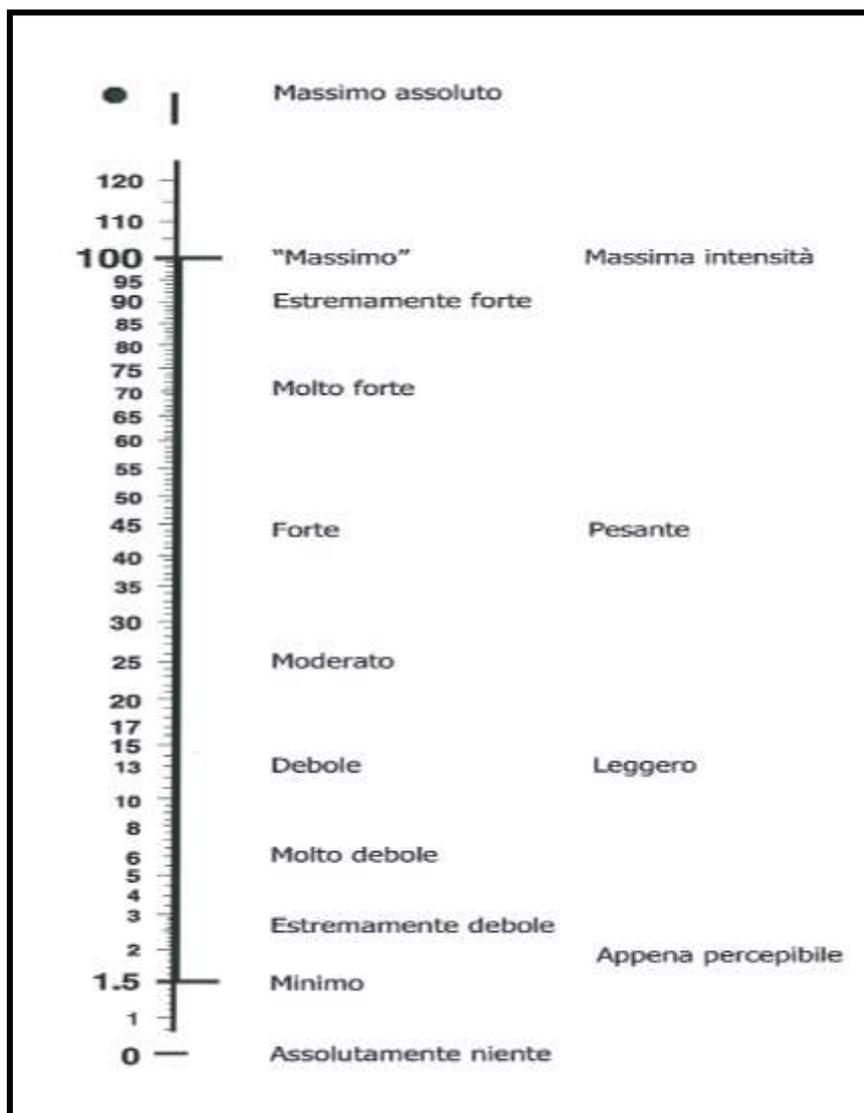


Figura 4.3 Scala di Borg CR-100®

#### 4.5 DETERMINAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEL CARICO INTERNO ATTRAVERSO L'UTILIZZO DELLA SCALA DI BORG CR-100®

Dalla raccolta dei dati relativi alla percezione dello sforzo è possibile ricavare un indice globale del carico di allenamento (carico interno) o Training Load (TL) moltiplicando semplicemente il valore di RPE (in questo caso la CR-100®) per i minuti di allenamento a prescindere dall'intensità programmata. A seguito vengono riportati alcuni esempi.

- **L'atleta A** ha effettuato una seduta di corsa L2 di 1h20' (tot. 80') ed utilizzando la scala CR-100® ha percepito uno sforzo pari a 40. **Training Load = 80x40 risultato 3200;**
- **L'atleta B** ha effettuato una seduta di sci di 30' L2 + 30' L4 + 20 L1 (tot. 80') ed utilizzando la scala CR-100® ha percepito uno sforzo pari a 80. **Training Load = 80x80 risultato 6400.**
- **L'atleta C** ha effettuato una seduta di sci di 25' L2 + 10x1' L5 (rec. 3' L1) + 15' L1 (tot. 80') ed utilizzando la scala CR-100® ha percepito uno sforzo pari a 92. **Training Load = 80x92 risultato 7360.**

## CAPITOLO 5

### CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DEI MEZZI DI ALLENAMENTO

#### 5.1 CLASSIFICAZIONE DEI MEZZI DI ALLENAMENTO

I mezzi di allenamento sono costituiti dalle esercitazioni pratiche proposte nell'allenamento stesso. Identificabili con attrezzi (sci, skiroll, bici, ecc.), discipline sportive (corsa, sci alpino, sci alpinismo, ecc.) o variazioni delle stesse (skip, calciata, balzata ecc.) La loro classificazione nello sci di fondo è determinata dalla "forma esecutiva del movimento" dell'esercizio in funzione al grado di "somiglianza" con il gesto tecnico specifico. Sono classificati in 3 diverse tipologie: "generali", "speciali" e "specifici".

##### Mezzi generali

Esercitazioni prive di contenuti tecnici dello sci di fondo.

##### Mezzi speciali

Esercitazioni con evidenti riferimenti tecnici alla disciplina dello sci di fondo, ma che non la rappresentano completamente. Sono considerati mezzi speciali anche tutte le esercitazioni che, pur avendo contenuti tecnici dello sci di fondo, vengono effettuate in uno stato di "scivolamento o di scorrimento". La gestione dei movimenti in queste situazioni, pur non essendo specifica, stimola lo sviluppo dell'equilibrio dinamico in scivolamento, qualità fondamentale per lo sci di fondo.

##### Mezzi specifici

Esercitazioni effettuate sugli sci da fondo.

Nella *tabella 5.1* è stata effettuata una classificazione dei principali mezzi di allenamento per lo sci di fondo in linea con quanto riportato in precedenza.

Tipologia	Mezzo di allenamento		
Generali	Corsa	Bici Strada	Mountain Bike
	Preatletismo	Giochi Sportivi	Varie - attività sportive diverse
Speciali	Skiroll TC	Skiroll TP	Marcia con bastoncini
	Pattini a rotelle	Pattini da ghiaccio	Esercizi con tavole di scorriemento
	Sci alpinismo	Imitazioni tecniche	Sci alpino, Telemark
Specifici	Sci di fondo TC	Sci di fondo TP	

**Tabella 5.1** Classificazione dei principali mezzi di allenamento per lo sci di fondo.

Questo tipo di approccio nella classificazione dei mezzi di allenamento offre al tecnico la possibilità di utilizzare in maniera razionale gli strumenti a disposizione per lo sviluppo delle diverse qualità.

I principali mezzi di allenamento hanno delle peculiarità tali da renderli più adatti a sviluppare una capacità rispetto a un'altra anche se, quando si utilizza un mezzo di allenamento, sono contemporaneamente stimulate più qualità come si denota dalla *tabella 5.2* variando soltanto il metodo di utilizzo.

Lo skiroll ad esempio, può essere utilizzato per allenare la "resistenza" attraverso un lavoro a bassa intensità per un tempo prolungato, ma anche per sviluppare la forza specifica degli arti superiori attraverso lavori di scivolata spinta in salita. Va considerato inoltre che tutti i mezzi potrebbero essere utilizzati per allenare le diverse capacità, ma non tutti sono adatti per creare adattamenti specifici per lo sci di fondo. La bici ad esempio, durante il periodo preparatorio potrebbe essere inserita per allenare le capacità coordinative attraverso dei circuiti, ma lo skiroll è un mezzo decisamente più adatto per raggiungere l'obiettivo attraverso la costruzione di una gimkana.

Tipologia	Mezzo di allenamento	Capacità motorie			
		Capacità coordinative	Capacità condizionali		
			Forza	Rapidità	Resistenza
Generale	Bici – mountain bike		X		X
Generale	Bici da strada		X		X
Generale	Corsa			X	X
Generale	Preatletismo	X		X	X
Generale	Varie (attività sportive diverse e giochi)	X		X	X
Speciale	Imitazioni tecniche	X			
Speciale	Marcia con bastoncini (nordic walking)				X
Speciale	Pattini a rotelle	X			X
Speciale	Pattini da ghiaccio	X			
Speciale	Skiroll tecnica classica	X	X	X	X
Speciale	Skiroll tecnica di pattinaggio	X	X	X	X
Speciale	Sci alpinismo				X
Speciale	Sci alpino - Telemark	X			
Speciale	Tavole di scorrimento	X			
Specifico	Sci tecnica classica	X	X	X	X
Specifico	Sci tecnica di pattinaggio	X	X	X	X

**Tabella 5.2** Principali capacità allenabili con i diversi mezzi di allenamento nello sci di fondo.

Vista l'importanza dello sviluppo della forza nello sci di fondo nella *tabella 5.3* sono riportati e classificati, in linea con quanto scritto in precedenza, i principali mezzi di allenamento per lo sviluppo di questa qualità.

Tipologia	Mezzo di allenamento per lo sviluppo della forza		
Generale	Esercizi a carico naturale	Sovraccarichi liberi	Sovraccarichi macchine
	Esercizi di core stability	SFR - SFM (esercizi di forza in bici)	
Speciale	Skiroll spinte capacità	Skiroll spinte potenza	Skiroll pattinaggio capacità
	Skiroll pattinaggio potenza	Simulatori	Balzi con bastoncini
	Corsa balzellata con bastoncini	Corsa veloce con bastoncini	
Specifico	Sci di fondo spinte capacità	Sci di fondo spinte potenza	Sci di fondo pattinaggio capacità
	Sci di fondo pattinaggio potenza		

**Tabella 5.3** Principali mezzi di allenamento per lo sviluppo della forza nello sci di fondo.

Alcuni mezzi sono adatti a sviluppare sia qualità metaboliche che muscolari, altri sono indicati esclusivamente per ottenere adattamenti muscolari (*tabella 5.4*).

Tipologia mezzo	Mezzo di allenamento	Obiettivi metabolici			
		Capacità aerobica	Potenza aerobica	Capacità anaerobica	Potenza anaerobica
Generale	Bici – mountain bike	X	X	X	X
Generale	Bici da strada	X	X	X	X
Generale	Corsa	X	X	X	X
Generale	Esercizi a carico naturale				
Generale	Esercizi di core stability				
Generale	Preatletismo	X	X	X	X
Generale	Sovraccarichi liberi				
Generale	Sovraccarichi macchine				
Generale	Varie (attività sportive diverse e giochi)	X	X	X	X
Speciale	Balzi con bastoncini			X	X
Speciale	Corsa balzellata con bastoncini		X	X	X
Speciale	Corsa veloce con bastoncini			X	X
Speciale	Imitazioni tecniche				
Speciale	Marcia con bastoncini (nordic walking)	X	X	X	X
Speciale	Pattini a rotelle	X			
Speciale	Pattini da ghiaccio	X			
Speciale	Skiroll pattinaggio capacità	X	X		
Speciale	Skiroll pattinaggio potenza			X	X
Speciale	Skiroll spinte capacità	X	X		
Speciale	Skiroll spinte potenza			X	X
Speciale	Skiroll TC	X	X	X	X
Speciale	Skiroll TP	X	X	X	X
Speciale	Sci alpinismo	X	X		
Speciale	Sci alpino - Telemark				
Speciale	Simulatori di forza				
Speciale	Tavole di scorrimento				
Specifico	Sci pattinaggio capacità	X	X		
Specifico	Sci pattinaggio potenza			X	X
Specifico	Sci spinte capacità	X	X		
Specifico	Sci spinte potenza			X	X
Specifico	Sci TC	X	X	X	X
Specifico	Sci TP	X	X	X	X

**Tabella 5.4** Mezzi di allenamento e indicazioni per lo sviluppo delle diverse qualità per lo sci di fondo. Alcuni mezzi non sono adatti per lo sviluppo delle capacità metaboliche, ma quasi esclusivamente per le capacità coordinative.

## 5.2 CARATTERISTICHE DEI MEZZI DI ALLENAMENTO NELLO SCI DI FONDO

### MEZZI GENERALI

**Bici (da strada e mountain bike):** mezzo che permette di svolgere grandi volumi di lavoro. La bici da strada è caratterizzata da una maggiore uniformità di pedalata a frequenze inferiori, ma comporta maggiori rischi legati al traffico stradale e allo smog da esso prodotto. I percorsi per la mountain bike costringono a variazioni superiori di ritmo più simili alla nostra disciplina.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnici è opportuno evidenziare che i tempi di “applicazione” della forza in bici sono normalmente più elevati rispetto a quelli sullo sci e quindi in contrasto con gli obiettivi specifici che richiede adattamenti diversi. Il tempo di spinta degli arti inferiori in bici da strada infatti è mediamente di circa 0,32 secondi, mentre nel passo alternato è di circa 0,15 secondi; nel pattinaggio con doppia spinta è di circa 0,24 secondi. Questi dati sono da considerarsi indicativi ma dovrebbero comunque far riflettere sui volumi di lavoro da svolgersi con questo mezzo. Un eccessivo utilizzo della bici da strada potrebbe creare degli adattamenti muscolari diversi da quelli richiesti dalla nostra disciplina, in particolare nel periodo evolutivo.

La bici è altresì un mezzo poco traumatico, sollecita poco le articolazioni essendo privo di impatti sul terreno contrariamente alla corsa o alla camminata ed è quindi adatto per recuperare dopo lavori di elevata intensità nel periodo estivo.

**Corsa:** mezzo “generale” per eccellenza. È il più “naturale” e semplice da praticare in quasi tutti i contesti. È adatto per sviluppare tutte le qualità richieste al fondista ed è particolarmente indicato per i giovani a prescindere dall'età. Dev'essere inserito nel programma di allenamento in tutti i periodi della preparazione anche in quella invernale per la capacità di stimolare tutte le catene propulsive e in particolare la componente elastica della muscolatura degli arti inferiori. Il suo utilizzo nella fase iniziale della preparazione previene eventuali affezioni dell'apparato tendineo e legamentoso.

**Preatletismo:** termine convenzionale che raggruppa le esercitazioni finalizzate allo sviluppo delle capacità coordinative generali pur allenando contestualmente anche le capacità condizionali. Queste esercitazioni sono conosciute anche come “esercizi di destrezza”. Gli esercizi di preatletismo sono molto importanti principalmente nella preparazione giovanile, dove l'organismo è maggiormente sensibile agli adattamenti coordinativi multilaterali che saranno poi indispensabili nell'allenamento di alta prestazione. Particolarmente indicati nella fase di riscaldamento prima di lavori ad elevata intensità.

**Varie (attività sportive diverse e giochi sportivi):** attività che hanno poco in comune con lo sci di fondo, ma in grado di creare rilevanti stimoli organico-muscolari e coordinativi (nuoto, calcio, pallavolo, canoa, ecc.). Sono particolarmente adatti soprattutto a livello giovanile, dove è opportuno variare i mezzi di allenamento e rendere “interessante” l'attività sportiva. Nell'alto livello alcuni mezzi di allenamento assolutamente non traumatici come il nuoto, divengono un importante mezzo terapeutico valido sia come strumento di recupero attivo tra unità di allenamento intense che per recuperare eventuali infortuni.

### MEZZI SPECIALI

**Imitazioni tecniche:** hanno una funzione importantissima per “metabolizzare” correttamente i passi dello sci di fondo sia della tecnica classica che di pattinaggio. Durante le imitazioni “a secco” si possono riprodurre tutte le fasi fondamentali di un passo e quindi percepire meglio le sequenze dei movimenti.

Questo tipo di esercitazioni sono indispensabili sia per l'apprendimento tecnico che per apportare delle correzioni. Con gli esercizi di imitazione è possibile “smontare” schemi motori consolidati e “ricostruirne” altri più corretti trasferendoli successivamente sul mezzo specifico.

**Marcia con bastoncini (nordic walking adattato):** mezzo che permette di svolgere grandi volumi di lavoro rendendo la seduta piacevole per la varietà dei percorsi e lo stimolo che crea il raggiungere la sommità di una montagna. Durante la fase di discesa la muscolatura è particolarmente sollecitata in maniera eccentrica e può provocare dolori muscolari che si avvertono maggiormente i giorni successivi. Per questa ragione non è un mezzo adatto al recupero dopo un lavoro ad elevata intensità.

**Pattini a rotelle, pattini da ghiaccio e tavole di scorrimento:** esercitazioni che hanno la principale funzione di allenare la capacità di equilibrio dinamico in stato di scivolamento. Sono propedeutiche all'apprendimento specifico sugli sci. (monopattino, skateboard, carrelli).

**Skiroll tc e skiroll tp:** mezzo di allenamento che, dal punto di vista tecnico, si avvicina di più allo sci di fondo. L'applicazione della forza durante la fase di spinta da parte degli arti inferiori, non rispecchia fedelmente quella sullo sci a causa della differente superficie di scorrimento e per la maggior garanzia di tenuta garantita dal blocco anti ritorno nella tecnica classica. È considerato il mezzo più importante dopo lo sci; adatto a sviluppare tutte le qualità metaboliche e l'adattamento di muscolatura specifica. L'utilizzo stereotipato e massivo di questo mezzo di allenamento, come tutti i mezzi speciali, potrebbe portare ad automatizzare alcuni gesti non sempre corretti nella tecnica specifica. La diversa lunghezza dell'asta, ad esempio, può portare ad effettuare un richiamo verso il gluteo dell'arto che ha spinto che si discosta dal gesto corretto sullo sci compromettendone la resa.

**Sci alpinismo:** sempre più praticato dagli atleti alla fine del periodo agonistico, è in grado di mantenere le capacità aerobiche e di riuscire a scaricare le tensioni accumulate nel periodo agonistico.

**Sci alpino e telemark:** sono utili per sviluppare l'equilibrio ad alte velocità. Possono essere praticati anche con l'attrezzatura da fondo sulle piste per lo sci alpino e sono indicati in particolare per i più giovani.

## MEZZI SPECIFICI

### Sci TC e Sci TP

Sono i mezzi specifici per eccellenza e sono lo strumento principale di allenamento del fondista.

## 5.3 CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI MEZZI DI ALLENAMENTO PER LO SVILUPPO DELLA FORZA NELLO SCI DI FONDO

### MEZZI GENERALI

**Esercizi a carico naturale:** sono considerati lavori per lo sviluppo della forza a "carico naturale" tutte le esercitazioni che sfruttano specifiche posizioni del corpo e degli arti sfruttando la forza di gravità. Hanno il vantaggio di allenare oltre la forza, anche gli aspetti "coordinativi". Per questo motivo sono particolarmente adatti per i giovani. Rispetto alle esercitazioni con sovraccarichi non offrono la possibilità di valutare e modulare il carico e inoltre, in alcuni casi, di raggiungere carichi "massimali". Fanno parte dei mezzi a carico naturale anche le esercitazioni di pliometria finalizzate allo sviluppo della forza elastica.

**Esercizi di core stability (per il controllo e la stabilità del tronco su piani stabili ed instabili):** migliorano il corpo in "tenuta". Sfruttano posizioni a terra e/o con l'ausilio di strumenti come la fit ball, il TRX o superfici di appoggio instabili. Adatte sia per l'allenamento che la riabilitazione.

**SFR (salita forza resistente) - SFM (salita forza massima):** esercitazioni svolte con la bici, sono indicate quasi esclusivamente per atleti evoluti e vanno eseguite da seduti in salita su pendenze che variano dal 6 al 10% con un rapporto piuttosto "duro". Il lavoro dovrebbe essere suddiviso in serie con recuperi svolti utilizzando invece rapporti molto agili.

**Sovraccarichi liberi:** esercitazioni con "bilancieri e/o manubri". Offrono il vantaggio di coinvolgere i muscoli sinergici e quindi di stimolare la "coordinazione intermuscolare" utile per la stabilizzazione molto importante nell'esecuzione del gesto specifico. Si possono eseguire un vastissimo numero di esercizi ed inoltre, a differenza di quelli a carico naturale, si ha la possibilità di quantificare il carico rispettando la corretta modalità di esecuzione. Gli svantaggi sono legati, per alcuni esercizi, alla necessità di avere un aiuto (partner) in caso di difficoltà e per controllare la corretta esecuzione dei movimenti onde evitare infortuni.

**Sovraccarichi macchine:** permettono di "isolare" particolari gruppi muscolari e svolgere un lavoro localizzato. Consentono inoltre, grazie ad una meccanica controllata, di evitare infortuni. Hanno lo svantaggio di selezionare eccessivamente il gruppo muscolare principale coinvolto nel movimento, isolandolo dalle altre catene cinetiche legate all'equilibrio generale del corpo e dei suoi segmenti, favorendo così l'instaurarsi di possibili squilibri muscolari.

## MEZZI SPECIALI

**Balzi con bastoncini:** balzi alternati in salita molto ripida dove, simulando il passo alternato, va ricercata, in avanzamento, la componente verticale della spinta. Con questo mezzo per lo sviluppo della forza esplosiva si possono svolgere lavori ad alta intensità. La modulazione della durata dell'esercitazione, che può variare dai 10-15" ai 2', modifica sia l'intensità di lavoro, che è più alta nei tratti brevi, che l'impegno dei meccanismi energetici (da prevalentemente anaerobico lattacido ad anaerobico lattacido).

**Corsa balzellata con bastoncini:** a differenza dei balzi con bastoncini va ricercata maggiormente la componente orizzontale della spinta. Si possono svolgere lavori sia di media che di alta intensità.

**Corsa veloce con bastoncini:** corsa in salita ripida con l'ausilio dei bastoncini, alternando la spinta di una gamba e del braccio opposto ad elevata rapidità esecutiva.

**Simulatori:** esercitazioni con ercoline e con sovraccarichi che con "resistenze diverse" (ventole, magneti, ecc.), simulano il lavoro di spinta degli arti superiori. Fanno parte di questa categoria anche gli esercizi su piano inclinato (pedana specifica) e su pendenze molto elevate (strada) dove la parte superiore del corpo lavora sia nella fase di spinta (contrazione muscolare concentrica) che nella fase di ritorno alla posizione iniziale (contrazione muscolare eccentrica). È necessario utilizzare skiroll senza "antiritorno (blocco).

**Skiroll pattinaggio capacità:** esercizio per lo sviluppo della forza resistente eseguito con il passo di pattinaggio senza bastoncini, in salita o in piano, a bassa intensità (lento-medio), per tratti medio lunghi.

**Skiroll pattinaggio potenza:** esercizio per lo sviluppo della forza rapida e della resistenza alla forza rapida eseguito con il passo di pattinaggio senza bastoncini in salita o in piano ad alta intensità per tratti brevi.

**Skiroll spinte capacità:** esercizio per lo sviluppo della forza resistente eseguito in scivolata spinta, in salita o in piano, a bassa intensità (lento-medio), per tratti medio lunghi.

**Skiroll spinte potenza:** esercizio per lo sviluppo della forza rapida e della resistenza alla forza rapida eseguito in scivolata spinta in salita o in piano ad alta intensità per tratti brevi.

## MEZZI SPECIFICI

**Sci pattinaggio capacità:** riprende le modalità esecutive dello skiroll pattinaggio capacità, ma utilizzando lo sci da fondo.

**Sci pattinaggio potenza:** riprende le modalità esecutive dello skiroll pattinaggio potenza, ma utilizzando lo sci da fondo.

**Sci spinte capacità:** riprende le modalità esecutive dello skiroll spinte capacità, ma utilizzando lo sci da fondo.

**Sci spinte potenza:** riprende le modalità esecutive dello skiroll spinte potenza, ma utilizzando lo sci da fondo.

## CAPITOLO 6

### SVILUPPO DELLE CAPACITÀ MOTORIE

#### 6.1 SCHEMI MOTORI DI BASE

**Gli schemi motori di base** si identificano nello strisciare, procedere in quadrupedia, arrampicarsi, camminare, correre, saltare, lanciare, afferrare, calciare, colpire, rotolare, dondolare, trasportare, trascinare, scansare, mirare, scivolare. Gli schemi motori sono costituiti dalle forme naturali e fondamentali del movimento e dalle loro combinazioni più spontanee; appaiono per primi nello sviluppo dell'individuo e diventano patrimonio dell'adulto, consentono la relazione con l'ambiente circostante. Derivano dalla motricità che l'uomo ha utilizzato nel corso della sua evoluzione per garantirsi la sopravvivenza e si arricchiscono durante tutta la vita dell'individuo, passando da gesti motori molto semplici ad altri più articolati e complessi. Gli schemi motori e posturali si evolvono progressivamente con l'età, ma possono essere rafforzati e ampliati per mezzo di una razionale educazione al movimento. In riferimento alle discipline di scivolamento si ritiene importante inserire tra gli schemi motori di base lo "scivolare" inteso nelle sue forme più semplici, che consentono al bambino di mettersi in relazione con superfici innevate o ghiacciate. Il bambino sulla neve utilizza molteplici forme di adattamento senza attrezzatura che lo inducono spontaneamente ad affrontare e conoscere l'ambiente circostante. È normale vedere i bambini scivolare sulla neve in diversi modi con l'utilizzo del corpo: proni, supini, seduti, in ginocchio e altro, o con attrezzi semplici che facilitino lo scivolare. La fase sensibile allo sviluppo degli schemi motori di base è compresa da 0 a 3/6 anni.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di esercitazioni per lo sviluppo di alcuni schemi motori di base:

##### **Correre:**

- camminare in tutte le forme e direzioni;
- correre avanti, indietro e lateralmente;
- correre su diverse superfici e resistenze (prato, sabbia, neve e altro) ;
- correre evitando ostacoli e/o compagni;
- eseguire andature semplici e corsa saltellata, incrociata, balzellata, ecc.;
- eseguire andature della corsa (calciata dietro, ginocchia alte, trottata, ecc.).

##### **Saltare:**

- saltare a piedi uniti sul posto;
- saltare in basso;
- saltare in alto;
- superare e attraversare ostacoli;
- balzelli monopodalici;
- attività di multibalzi e caduta.

##### **Lanciare:**

- afferrare lasciare palle e oggetti di varie dimensioni;
- gettare palle di varie dimensioni;
- lanciare palle con due mani non lateralizzati in varie forme (sopra, sotto, etc.) sul terreno;
- lanciare palle non lateralizzati con due mani in aria verso un obiettivo;
- lanciare lateralizzati in varie forme;
- a coppie effettuare lanci e riprese in tutte le forme.

##### **Arrampicarsi:**

- procedere in quadrupedia;
- aggrapparsi;
- effettuare traslocazioni su assi di equilibrio;
- effettuare sospensioni e dondolamenti;
- effettuare traslocazioni su spalliere;
- salite e discese su scale o quadri svedesi;
- arrampicarsi su corde.

### Scivolare:

- strisciare proni supini;
- rotolare e capovolgersi;
- scivolare proni e supini con capo in alto e in basso;
- scivolare seduti, in ginocchio e in piedi;
- scivolare con attrezzi di scorrimento nylon, palette, etc.;
- scivolare con mezzi di scivolamento: slittini, bob, etc.;
- scivolare con attrezzatura sportiva (sci, tavole, etc.).

Gli **schemi posturali** rappresentano schemi statici, si collocano nelle tre dimensioni dello spazio (altezza, lunghezza e larghezza) e riguardano il busto e gli arti, sia inferiori che superiori.

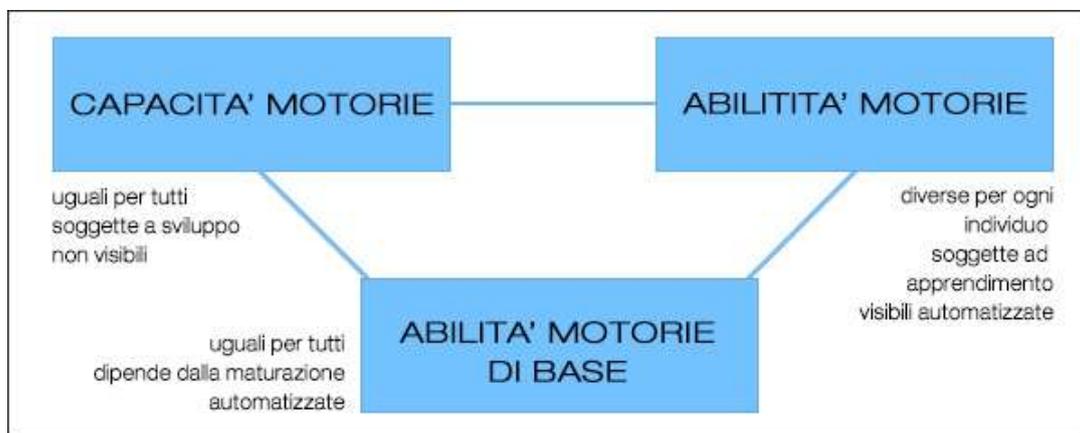
Tra gli schemi posturali si possono citare: flettere, estendere, addurre, abduzione, slanciare, ecc.

Lo **schema corporeo** è la rappresentazione cognitiva della posizione e dell'estensione del corpo nello spazio e l'organizzazione gerarchica dei singoli segmenti corporei finalizzata principalmente all'organizzazione dell'azione nello spazio.

## 6.2 LE CAPACITÀ MOTORIE E LE ABILITÀ MOTORIE

Le **capacità motorie** sono le potenzialità che ciascun individuo ha e può incrementare. Le capacità motorie sono geneticamente definite. Sono costituite dalle capacità coordinative (capacità di coordinare, organizzare e regolare il movimento seguendo i meccanismi neuro-muscolari) e dalle capacità condizionali (forza, resistenza, velocità e mobilità articolare) che dipendono dalla disponibilità energetica e dalle condizioni organico-muscolari.

Le **abilità motorie** sono movimenti che dipendono, per la loro esecuzione, dalla pratica e dall'esperienza. Sono gesti appresi, perfezionabili e rappresentati nello sport dalle tecniche. Nel perfezionamento, il movimento si affina e diminuisce il dispendio energetico consentendo una maggiore potenza. Le abilità sono tante quante se ne apprendono. Nell'*immagine 6.1* è rappresentata la relazione tra capacità motorie e abilità.



**Immagine 6.1** Relazione tra capacità e abilità motorie (Manno 1991).

Durante e/o dopo l'esecuzione motoria, ogni individuo riceve delle informazioni sensoriali principalmente da due canali:

1. **percezione relativa al proprio corpo:** (attività propriocettive o cinestesiche). Consentono di "sentire" il proprio corpo: il "senso della posizione", il "senso del movimento" e il "senso della forza utilizzata" (impulso di forza). Sono molto importanti perché permettono l'apprendimento e la correzione del gesto e di conseguenza il miglioramento dei gesti tecnici;
2. **percezione relativa ai dati esterni:** (attività esteroceettive). Consentono di metterci in comunicazione con l'ambiente esterno (vista, udito, tatto). Ci permettono, ad esempio, di percepire la velocità con cui affrontiamo un tratto di pista ascoltando il rumore dell'aria. Inoltre soprattutto la vista, insieme alla propriocezione, contribuisce alla verifica del risultato della nostra azione: se era corretta ed efficace

o meno oppure se il gesto eseguito si è realizzato così come volevamo oppure no. L'aspetto di verifica sul gesto eseguito (feedback) è molto importante perché permette di correggere ciò che non ha funzionato e di rafforzare ciò che è stato efficace.

Le capacità senso-percettive permettono al soggetto di ricevere in modo corretto le informazioni provenienti sia dall'interno del corpo, che dal mondo esterno, comprendendole, selezionandole e interpretandole. Sono capacità innate e dipendono dall'integrità e dalla funzionalità degli organi di senso e dagli analizzatori motori (*tabella 6.1*).

Analizzatore	Informazioni Dal	Capacità
Visivo	Mondo esterno (ambiente)	Discriminazione visiva
Uditivo - Acustico	Mondo esterno (ambiente)	Discriminazione uditiva
Tattile	Mondo esterno (ambiente)	Discriminazione tattile
Inestesico - Somatognosico	Mondo interno (tensioni e rapporti segmenti/spazio)	Discriminazione cinestesico – somatognosica
Vestibolare	Mondo interno	Discriminazione dell'equilibrio e posturale

**Tabella 6.1** Analizzatori motori.

Tutti i tipi di analizzatori contribuiscono a fornire il senso del movimento, ovvero la senso-percezione del movimento. Il primo momento della senso-percezione è costituito dall'attivazione dei recettori che trasformano lo stimolo in impulso nervoso trasmesso all'SNC.

Pertanto, quando ci riferiamo all'analizzatore nel suo insieme, intenderemo il complesso:



I primi tre analizzatori riportati a seguito sono detti "esterni" poiché le vie attraverso le quali passano le informazioni sono a contatto con l'esterno (esterocezione). Gli ultimi due sono detti "interni", in quanto interne sono le vie attraverso cui passano le informazioni (enterocezione).

1. **Analizzatore visivo:** è il più importante nella fase iniziale dell'apprendimento, fornendo informazioni sul mondo che ci circonda;
2. **analizzatore uditivo:** è in grado di fornire informazioni verbali e/o acustiche (rumore del movimento degli avversari o compagni, rumore dei bastoncini ecc.);
3. **analizzatore tattile:** riceve e interpreta tutti gli stimoli agenti sulla cute o prodotti dall'azione meccanica;
4. **analizzatore cinestesico-somatognosico:** con alta capacità di differenziare gli stimoli, è collegato a tutti gli altri analizzatori ed è fondamentale nella percezione spazio-temporale del movimento;
5. **analizzatore vestibolare statico-dinamico:** trasmette le posizioni del capo e del corpo nello spazio.

Le capacità senso-percettive rappresentano i prerequisiti delle capacità coordinative e si sviluppano principalmente fra i 4 e i 7 anni (fase sensibile). Per quanto riguarda le capacità coordinative, il periodo ottimale di sviluppo va dai 6 ai 12 anni, mentre per le capacità condizionali varia. Ad esempio per la rapidità e la mobilità articolare, il periodo di maggiore sviluppo è in giovanissima età, per la resistenza comincia in giovane età e si può incrementare per gran parte della vita di un individuo e per la forza comincia dopo la pubertà ovvero la maturazione sessuale. Questi concetti sono legati alla teoria delle fasi sensibili (*Martin 1982*), periodi della crescita nei quali c'è una maggiore ricettività agli stimoli. Corrisponde alla fase immediatamente precedente o di massimo sviluppo in cui il soggetto esibisce una maggiore "plasticità" all'allenamento fisico. L'individuo che non ha sufficientemente sviluppato le proprie capacità motorie durante le fasi sensibili può incrementarle anche successivamente, ma i risultati saranno raggiunti con maggiore difficoltà e con livelli prestativi inferiori.

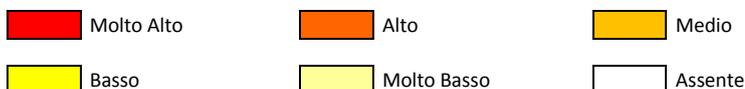
La *tabella 6.2* riporta i periodi dell'età evolutiva nei quali vengono acquisiti più favorevolmente dei modelli di comportamento specifici e nei quali si nota una grande sensibilità verso determinate esperienze di movimento.

ETA		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Capacità Coordinative	Capacità di Apprendimento Motorio											
	Capacità di Differenziazione e controllo											
	Capacità di reagire a stimoli ottici ed acustici											
	Capacità di orientamento nello spazio											
	Capacità di ritmo											
	Capacità di Equilibrio											
Capacità Fisiche	Resistenza											
	Forza											
	Rapidità											
Capacità Affettivo Cognitive	Qualità affettivo cognitive											
	Voglia di apprendere											

**Tabella 6.2** Fasi sensibili (Martin 82).

È fondamentale indirizzare la programmazione e gli obiettivi in funzione all'età del soggetto. Nella *tabella 6.3* è riportata un'ipotesi di sviluppo delle capacità motorie per sci di fondo e l'indicazione di utilizzo dei mezzi di allenamento.

Tappe della preparazione	Categoria	Età	Educativo/Formativo	Ludico	Capacità Coordinative							Mobilità articolare	Capacità Condizionali			Mezzi			
					Equilibrio	Combinazione	Orientamento	Differenziazione	Reazione	Anticipazione	Ritmizzazione		Rapidità	Forza	Resistenza	Generale	Speciale	Specifico	
Avviamento all'attività sportiva	Baby Sprint	7																	
		8																	
	Baby	9																	
		10																	
Preparazione iniziale	Cuccioli	11																	
		12																	
Preparazione di base	Ragazzi	13																	
		14																	
		15																	
	Allievi	16																	
		17																	
Preparazione specializzata di base	Aspiranti	18																	
		19																	
		20																	
Preparazione alla massima prestazione	Juniores	21																	
		22																	
		23																	



**Tabella 6.3** Ipotesi di sviluppo delle capacità motorie per lo sci di fondo e mezzi di allenamento consigliati.

Sono evidenziate le fasi sensibili per lo sviluppo delle capacità coordinative speciali prendendo come riferimento lavori svolti da diversi autori (*Martin, 1982; Schnabel 1987; Blume, 1981*) adattati allo sci di fondo. Sono state indicate le capacità coordinative ritenute fondamentali per lo sviluppo delle abilità specifiche della disciplina ed evidenziato il periodo sensibile nel quale è opportuno creare adeguati stimoli allenanti. Lo sviluppo delle capacità coordinative, a iniziare dagli 11-12 anni, è strettamente collegato all'allenamento tecnico di cui rappresenta un importante elemento di variabilità.

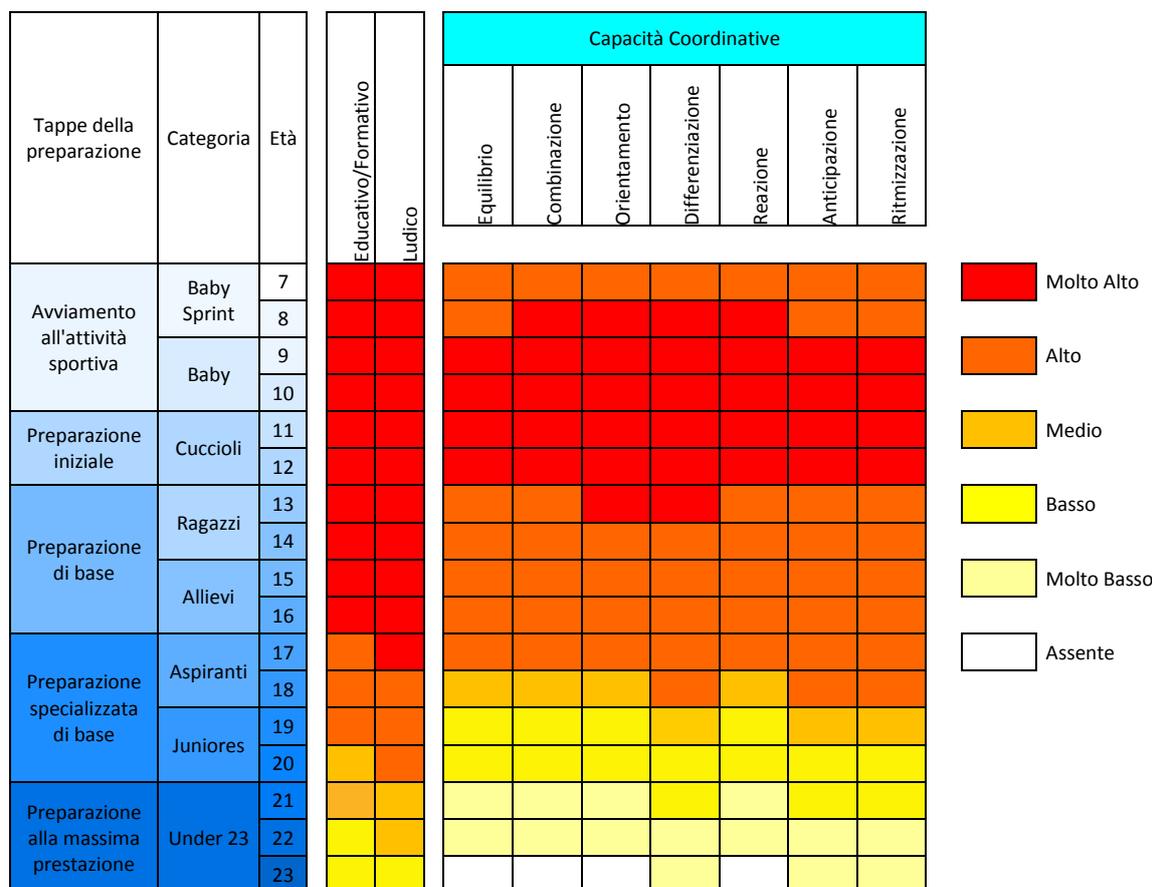
### 6.2.1 LE CAPACITÀ COORDINATIVE

Definite anche con i termini di “destrezza” e “coordinazione”, sono determinate dai processi di controllo, organizzazione e regolazione del movimento. Concorrono alla realizzazione di un’azione motoria, che solo così può raggiungere lo scopo per cui è stata progettata e attuata. Determinano un’azione congiunta dell’SNC e della muscolatura scheletrica durante lo svolgimento di un movimento finalizzato e sono basate sul sistema nervoso ed in modo particolare ai meccanismi degli analizzatori esterni ed interni (visivo, uditivo, tattile, vestibolare e cinestetico). L’apprendimento di un gesto sportivo è facilitato dalla presenza “in memoria” di abilità motorie acquisite precedentemente.

Le capacità coordinative concorrono alla realizzazione di movimenti potenziati nelle seguenti caratteristiche:

- coordinare movimenti precisi;
- apprendere facilmente e rapidamente nuovi movimenti;
- adattare velocemente le precedenti esperienze motorie a nuove situazioni.

Un buon livello delle capacità coordinative consente di esprimere in maniera efficace la tecnica utilizzando al meglio le doti di forza, resistenza e rapidità anche rendendo il gesto tecnico più economico. Le capacità coordinative si dividono in generali e speciali. Le capacità coordinative generali sono interdipendenti tra loro, sono presenti in ogni azione motoria e sono quindi alla base dello sviluppo della coordinazione.



**Tabella 6.4** Ipotesi di sviluppo delle capacità coordinative per lo sci di fondo.

Nella *tabella 6.5* sono elencate le capacità coordinative generali mentre nella *tabella 6.6* quelle speciali.

CAPACITA' COORDINATIVE GENERALI
Capacità di adattamento e trasformazione del movimento
Capacità di controllo motorio
Capacità di apprendimento motorio

**Tabella 6.5** Capacità coordinative generali (K. Meinel 1984).

CAPACITA' COORDINATIVE SPECIALI
Capacità di equilibrio
Capacità di combinazione e accoppiamento dei movimenti
Capacità di orientamento spazio temporale
Capacità di differenziazione dinamica
Capacità di reazione
Capacità di anticipazione
Capacità di ritmizzazione
Capacità di trasformazione

**Tabella 6.6** Capacità coordinative specifiche.

Di seguito è riportata una sintetica descrizione delle caratteristiche delle capacità coordinative generali:

**Capacità di adattamento e trasformazione del movimento:** consiste nella capacità di adattare o trasformare il movimento a mutamenti inattesi ed improvvisi dell'ambiente. Questa capacità si evidenzia soprattutto nei giochi sportivi e negli sport di combattimento, ma anche nello sci di fondo riveste un ruolo importante se pensiamo a come anche nelle gare in linea o nelle sprint possono accadere improvvisi cambiamenti delle condizioni ambientali.

**Capacità di controllo motorio:** è la capacità di controllare l'esecuzione del movimento nelle componenti più fini e precise. È determinante nell'esecuzione dell'abilità tecnica.

**Capacità di apprendimento motorio:** consiste nell'assimilazione e nell'acquisizione di movimenti o, in prevalenza, di parti di movimenti precedentemente non posseduti, che devono poi essere integrati nella memoria motoria dell'individuo.

Di seguito è riportata una sintetica descrizione delle caratteristiche delle capacità coordinative specifiche e vengono riportati degli esempi di esercitazioni, sotto forma generale, speciale e specifica:

**Equilibrio:** capacità che consente di mantenere o riacquistare velocemente una posizione stabile del corpo sia in condizioni statiche sia dinamiche.

Potrebbe essere definito come l'insieme delle strategie sensoriali e motorie messe in atto dall'organismo per opporsi alla perdita dell'equilibrio stesso. Permette di risolvere, in modo adeguato e rapido, un compito motorio che deve essere svolto in precarie condizioni di equilibrio in rapporto:

- alle posizioni del corpo (1 o 2 punti di appoggio);
- alle forme di movimento (salti, piroette, capovolte, ecc.);
- agli attrezzi (base ristretta, piano inclinato, appoggio instabile, ecc.).

**Esempi di esercitazioni con contenuti generali:**

- esercitazioni in forma statica e dinamica che utilizzino diverse e instabili basi d'appoggio (assi d'equilibrio, tavolette propriocettive, palloni, ceppi, ecc.);
- esercitazioni che stimolino gli analizzatori tattili (automassaggio alla pianta dei piedi), vestibolare e cinestesico, percorsi guidati con bende agli occhi e scalzi, ecc.;
- esercitazioni di preacrobatica e acrobatica;
- esercitazioni di destrezza con l'utilizzo di percorsi misti con attrezzi di scorrimento (biciclette).

**Esempi di esercitazioni con contenuti speciali:**

- esercitazioni di destrezza con l'utilizzo di percorsi misti con attrezzi di scorrimento (pattini, monopattini e skiroll).

**Esempi di esercitazioni con contenuti specifici:**

- esercitazioni tecniche senza, o con parte, dell'attrezzatura (bastoncini, uno sci);
- esercitazioni su terreni sconnessi, fuori pista, dossi, percorsi poco battuti;
- esercitazioni che stimolino l'analizzatore vestibolare e cinestesico, percorsi guidati con bende agli occhi;
- esercitazioni con percorsi misti ad ostacoli su terreni con differenti resistenze;
- esercitazioni con percorsi misti ad ostacoli senza parte dell'attrezzatura.

**Combinazione e accoppiamento dei movimenti:** capacità di collegare opportunamente movimenti di segmenti del corpo, successioni di movimenti, o singole fasi di movimento, per la realizzazione di un movimento globale finalizzato. In relazione all'accoppiamento degli arti nel movimento tale combinazione viene definita:

- crociata: all'azione di un arto superiore corrisponde l'intervento dell'arto inferiore opposto (passo alternato);
- omologa: movimento contemporaneo di arto superiore e inferiore dello stesso lato (procedere in ambio);
- associata: movimenti che avvengono sullo stesso piano, nella medesima direzione e con lo stesso ritmo (scivolata spinta);
- dissociata: movimenti che avvengono su piani o direzioni diverse e/o con ritmi differenti (pattinaggio lungo con spinta).

**Esempi di esercitazioni con contenuti generali:**

- esercitazioni di coordinazione dinamica generale (corsa saltellata, andature della corsa, corsa laterale e incrociata, balzelli e corsa balzata, abbinando l'utilizzo degli arti superiori in coordinazione crociata, omologa, associata e dissociata);
- esercitazioni di coordinazione dinamica generale con le funicelle;
- esercitazioni che sviluppino la bilateralità (salti con cambio dell'arto di stacco, lanci con ambedue gli arti superiori, calci con ambedue gli arti inferiori).

**Esempi di esercitazioni con contenuti speciali:**

- esercitazioni a carattere tecnico specifico di simulazione (gesti tecnici dello sci di fondo simulati senza l'attrezzatura);
- esercitazioni a carattere tecnico specifico di simulazione che sviluppino la lateralità (gesti tecnici dello sci di fondo, cambio lato forte o gesto tecnico simulati senza l'attrezzatura);

**Esempi di esercitazioni con contenuti specifici:**

- esercitazioni tecniche dello sci di fondo senza parte dell'attrezzatura (bastoni, uno sci) e/o su resistenze varie (piano, salita, ecc.);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo che sviluppino combinazioni ed accoppiamenti degli arti inferiori e superiori in forma non specifica (andature in ambio, circonduzioni o slanci degli arti superiori in forme diversificate);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo che sviluppino la bilateralità (cambio lato forte o gesto tecnico).

**Orientamento spazio temporale:** capacità di riconoscere la posizione del proprio corpo in relazione allo spazio e al tempo. Permette di modificare i movimenti in rapporto ad altri corpi, fermi od in movimento. Ad esempio un campo d'azione definito (la pista, il terreno di gioco, la palestra, ecc.) e/o qualcosa in movimento (un avversario, un pallone, i compagni, ecc.); è collegata alla capacità di controllo motorio e di equilibrio.

**Esempi di esercitazioni con contenuti generali:**

- esercitazioni che prevedono situazioni di gioco nelle quali l'azione sia regolata all'interno di spazi definiti e coordinata a quella di compagni, avversari ed attrezzi (caccia al compagno, palla

prigioniera, ecc.) e di gioco-sport (staffette, pallamano, basket, calcio, ecc.);

#### **Esempi di esercitazioni con contenuti speciali e specifici:**

- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite, anche con skiroll o pattini in linea, con compagni all'interno di spazi definiti e con resistenze variabili (arrivi in divaricata sagittale, cambi di staffette, partenze in linea, sorpassi, controllo di compagni-avversari, ecc.);
- esercitazioni di gioco e di gioco-sport con i compagni con gli sci da fondo all'interno di spazi delimitati a dimensione variabile (caccia al compagno, pallamano, ecc.).

**Differenziazione dinamica:** capacità che permette di differenziare con precisione i parametri dinamici, spaziali e temporali del movimento. E' determinante nel dosare l'intensità delle spinte, nell'applicare la forza nei lanci e la velocità della corsa. Si concretizza nella possibilità di effettuare movimenti in modo preciso ed economico. È strettamente collegata alla differenziazione spazio - temporale.

#### **Esempi di esercitazioni con contenuti generali:**

- esercitazioni di corsa, andature della corsa, balzelli e corsa balzata con superamento di ostacoli (ostacoli, funicelle, cerchi, bacchette, ecc.) ad altezza e/o distanza variabile;
- esercitazioni di coordinazione dinamica generale (corsa, corsa saltellata, andature della corsa, corsa laterale ed incrociata, balzelli e corsa balzata, ecc.) eseguite variando i parametri di frequenza e di ampiezza;
- esercitazioni di corsa, andature della corsa, balzelli e corsa balzata su terreni con varia resistenza e compattezza (salita, discesa, prato, tartan, sabbia, ecc.);
- esercitazioni con compiti motori precisi (corsa, andature della corsa, balzelli e corsa balzata, ecc.) eseguite all'interno di spazi variabili delimitati da attrezzi (delimitatori, funicelle, cerchi, over, bacchette, ostacoli, ecc.);
- esercitazioni di lancio con attrezzi a carico differente (palle, palle mediche, ecc.);
- esercitazioni con uso di vari sovraccarichi (trasporti oggetti, compagni di vario peso, ecc.);
- esercitazioni di gioco-sport con l'uso di attrezzi di peso e dimensioni variabili (palla mano, basket, calcio, ecc.).

#### **Esempi di esercitazioni con contenuti speciali:**

- esercitazioni con uso di elastici o corde a resistenza variabile per simulare la spinta degli arti superiori;
- esercitazioni di simulazione a carattere tecnico specifico (gesti tecnici dello sci di fondo simulati senza l'attrezzatura) variando i parametri di frequenza e di ampiezza e/o eseguite all'interno di spazi variabili delimitati da attrezzi (delimitatori, funicelle, cerchi, bacchette, ecc.);
- esercitazioni a carattere tecnico, corsa balzata e/o balzellata con bastoncini, eseguita su terreni con resistenza e/o compattezza variabile (salita, discesa, prato, tartan, sabbia, ecc.) e/o eseguita all'interno di spazi variabili delimitati da attrezzi (delimitatori, funicelle, cerchi, bacchette, ecc.).

#### **Esempi di esercitazioni con contenuti specifici:**

- esercitazioni tecniche dello sci di fondo con superamento di attrezzi (delimitatori, funicelle, cerchi, bacchette, ecc.) a distanza variabile;
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite variando i parametri di frequenza e di ampiezza;
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo su terreni con varia resistenza e compattezza (salita, discesa, pista battuta, fuori pista, ecc.);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo con compiti motori precisi, eseguite all'interno di spazi variabili delimitati da attrezzi (delimitatori, funicelle, bacchette, ecc.);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo con uso di vari sovraccarichi (spingere o trainare compagni con l'uso di funicelle, trasporto di attrezzi come palle mediche, ecc.).

**Anticipazione motoria:** capacità che permette di prevedere lo sviluppo e la conclusione (nel tempo e nello spazio) di un'azione motoria o di gioco, e di programmare successivi adattamenti con operazioni motorie seguenti. È caratterizzata da fattori quali la variabilità e la presenza di elementi di disturbo durante l'azione motoria stessa.

**Esempi di esercitazioni con contenuti generali:**

- esercitazioni che prevedono situazioni di gioco o gioco-sport;
- esercitazioni di destrezza con l'utilizzo di percorsi misti a staffette con compagni-avversari;

**Esempi di esercitazioni con contenuti speciali:**

- esercitazioni di destrezza con l'utilizzo di percorsi misti con attrezzi di scorrimento a staffette con compagni-avversari (pattini a rotelle, monopattini e skiroll).

**Esempi di esercitazioni con contenuti specifici:**

- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite con compagni (arrivi in divaricata sagittale, partenze in linea, sorpassi e controlli di compagni);
- esercitazioni che prevedono situazioni di gioco o gioco-sport con gli sci (caccia al compagno, pallamano, ecc.);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo con l'utilizzo di percorsi misti obbligati a staffette o con compagni-avversari.

**Reazione:** capacità che permette di reagire velocemente e nel modo più appropriato a stimoli di natura visiva, acustica, tattile e cinestetica. Se lo stimolo è previsto e conosciuto e la risposta motoria già programmata (per esempio il colpo di pistola che determina la partenza dello sprinter), la capacità di reazione viene definita semplice. Se, al contrario, lo stimolo non è previsto o conosciuto (per esempio un ostacolo improvviso che deve essere evitato), la reazione motoria messa in atto dall'individuo è il risultato di una più complessa elaborazione delle informazioni; in questo caso la capacità di reazione viene appunto definita complessa.

**Esempi di esercitazioni con contenuti generali:**

- esercitazioni che prevedono partenze da varie posizioni a vari stimoli acustici e visivi;
- esercitazioni di destrezza con l'utilizzo di percorsi misti obbligati a staffette o con avversari.

**Esempi di esercitazioni con contenuti speciali e specifici:**

- esercitazioni tecniche dello sci di fondo con compagni (partenze in linea, sorpassi e controllo di compagni);
- esercitazioni di destrezza con gli sci su percorsi misti obbligati a staffetta e/o con avversari;
- esercitazioni che prevedono situazioni di gioco o gioco-sport con gli sci (caccia al compagno, pallamano, ecc.).

**Ritmizzazione:** capacità che permette l'organizzazione temporale degli impegni muscolari e l'esecuzione di movimenti ciclici seguendo battiture ritmiche esterne (andare a tempo) oppure movimenti concatenati non ciclici (andare a ritmo). Gli stimoli acustici possono essere semplici ripetizioni di un suono costante oppure composizioni musicali. Permette inoltre di eseguire movimenti con andature ritmiche proprie, automatizzate, controllabili e modificabili.

**Esempi di esercitazioni con contenuti generali:**

- esercitazioni che prevedono il riconoscimento e la riproduzione di battiture ritmiche;
- esercitazioni di andature della corsa seguendo le frequenze imposte e variabili;
- esercitazioni di andature della corsa seguendo le frequenze imposte da un compagno;
- esercitazioni di andature della corsa seguendo le frequenze imposte da battiture a tempo sonore esterne (battitura mani, tamburello fischiotto, ed altro).

**Esempi di esercitazioni con contenuti speciali e specifici:**

- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea seguendo frequenze imposte e variabili;
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea seguendo frequenze imposte da un compagno;
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea seguendo frequenze imposte da battiture a tempo sonore esterne (battitura mani, tamburello fischiotto, ed altro).

**Trasformazione:** capacità che permette di adattare l'azione programmata oppure di proseguirla in maniera del tutto diversa in base alle variazioni percepite o previste dalla situazione. Le variazioni della situazione che necessitano un adattamento o una modifica dell'esecuzione motoria, possono essere attese o improvvise. Le variazioni modeste, come il cambiamento del profilo del terreno, richiedono generalmente un appropriato adattamento dell'azione programmata, variando i parametri spaziali, temporali e dinamici della struttura del movimento, mantenendo invariato il programma d'azione previsto o in esecuzione.

Variazioni più ampie e notevoli della situazione possono invece portare ad interrompere l'esecuzione motoria ed a continuarla con una azione completamente diversa.

#### **Esempi di esercitazioni a contenuti generali:**

- esercitazioni di corsa, andature della corsa, balzelli e corsa balzata con superamento di ostacoli (ostacoli, funicelle, cerchi, over, bacchette, ecc.) ad altezza e/o distanza variabile;
- esercitazioni di coordinazione dinamica generale (corsa, corsa saltellata, andature della corsa, corsa laterale ed incrociata, balzelli e corsa balzata, ecc.) eseguite variando i parametri di frequenza e di ampiezza;
- esercitazioni di corsa, andature della corsa, balzelli e corsa balzata su terreni con variabile resistenza (salita, discesa, piano);
- esercitazioni con compiti motori precisi (corsa, andature della corsa, balzelli e corsa balzata, ecc.) eseguite in combinazione tra loro (esempio: partire con la corsa balzata per arrivare alla corsa);
- esercitazioni con compiti motori precisi inserendo elementi di disturbo (esempio: andature della corsa su un circuito a slalom a coppie).

#### **Esempi di esercitazioni con contenuti speciali e specifici:**

- esercitazioni di simulazione variando la frequenza e l'ampiezza dei passi, ed in combinazione tra loro (gesti tecnici dello sci di fondo simulati senza l'attrezzatura);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea con superamento di attrezzi (delimitatori, funicelle, cerchi, bacchette, ecc.) a distanza variabile;
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea variando i parametri di frequenza e di ampiezza;
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea su terreni con varia resistenza (salita, discesa e piano);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea con compiti motori precisi in combinazione tra loro (delimitatori, funicelle, bacchette, ecc.);
- esercitazioni tecniche dello sci di fondo eseguite anche con skiroll o pattini in linea con compiti motori precisi inserendo elementi di disturbo (esempio: eseguire un passo specifico su un terreno a gobbe a coppie).

### **6.2.2 CAPACITÀ CONDIZIONALI**

Le capacità condizionali sono fondate sull'efficienza dei meccanismi energetici dell'organismo (anaerobico alattacido, lattacido e aerobico) e del sistema neuro-muscolare del soggetto.

Le capacità condizionali si suddividono in:

- capacità di resistenza;
- capacità di forza;
- capacità di velocità o rapidità.

#### **Evoluzione delle capacità condizionali**

Per allenare le capacità condizionali è molto importante tener conto delle loro fasi di sviluppo. A riguardo, alla luce degli studi effettuati da Martin, viene proposta un'ipotesi di sviluppo delle capacità condizionali, relativa alla disciplina dello sci di fondo, suddivisa per tappe della preparazione, categorie ed età (*Tabella 6.6*).

Maschi e femmine fino ai 12 anni, hanno valori di forza molto simili. Dopo gli 11-12 anni nelle femmine e 12-13 anni nei maschi, nel periodo puberale, si assiste all'aumento della produzione degli ormoni sessuali. Nel maschio aumentano notevolmente i valori di forza e il diametro trasverso dei muscoli che diventano nettamente maggiori rispetto alla donna di circa il 35-40%. Gli allenamenti della forza e della resistenza devono tenere conto della forte spinta puberale dell'accrescimento che nei maschi dura fino ai 18-20 anni, mentre nelle donne si interrompe circa 2 anni prima. Nell'adolescenza inoltre la capacità anaerobica può iniziare ad essere allenata con il miglioramento della capacità di recupero, di smaltimento dell'acido lattico e

della sopportazione dello stress psicofisico. La velocità locomotoria, gli aspetti coordinativi, gli aspetti neuromuscolari e di regolazione del movimento influiscono notevolmente sulle capacità di sprint e si incrementa in particolare dai 6 agli 11 anni, mentre la forza è allenabile successivamente. Nella donna, la minore velocità locomotoria (inferiore del 10-15%) è da attribuire alla minor produzione di forza, mentre la frequenza dei movimenti tra i due generi è simile.

Tappa della preparazione	Categoria	Età	Rapidità	Forza	Resistenza
Avviamento all'attività sportiva	Baby Sprint	7	Medio	Assente	Molto Basso
		8	Molto Alto	Assente	Molto Basso
	Baby	9	Molto Alto	Molto Basso	Molto Basso
		10	Molto Alto	Molto Basso	Molto Basso
Preparazione iniziale	Cuccioli	11	Molto Alto	Molto Basso	Medio
		12	Molto Alto	Molto Basso	Medio
Preparazione di base	Ragazzi	13	Molto Alto	Alto	Alto
		14	Medio	Alto	Alto
	Allievi	15	Medio	Molto Alto	Molto Alto
		16	Molto Basso	Molto Alto	Molto Alto
Preparazione specializzata di base	Aspiranti	17	Molto Basso	Molto Alto	Molto Alto
		18	Assente	Molto Alto	Molto Alto
	Juniores	19	Assente	Molto Alto	Molto Alto
		20	Assente	Molto Alto	Molto Alto
Preparazione alla massima prestazione	Under 23	21	Assente	Molto Alto	Molto Alto
		22	Assente	Molto Alto	Molto Alto
		23	Assente	Molto Alto	Molto Alto

Molto Alto  
 Alto  
 Medio  
 Basso  
 Molto Basso  
 Assente

**Tabella 6.7** Ipotesi di sviluppo delle capacità condizionali per lo sci di fondo.

### 6.2.2.1 RESISTENZA

La resistenza è la capacità dell'organismo di resistere alla fatica in un'attività motoria prolungata (Harre). Essa è limitata soprattutto dalla funzionalità dell'apparato cardiocircolatorio e respiratorio e dall'efficienza neuromuscolare. La resistenza si distingue in resistenza generale, dove vengono utilizzati molti gruppi muscolari, e in resistenza locale in cui si sviluppano condizioni di fatica molto localizzate. Nella prestazione di resistenza, in rapporto alla durata e alla distanza, le componenti aerobiche ed anaerobiche lattacide partecipano in differenti percentuali, come descritto nella *tabella 6.8*.

Distanze mt.	% anaerobico	% aerobico	% massima potenza aerobica
800	43	57	96,9
1.500	23,9	76,1	96,9
3.000	12	88	96,7
5.000	6,3	93,7	96,5-96,9
10.000	2,5	97,5	92,3-94,0
21.097	0,9	99,1	87,7-87,8
42.195	0,3	99,7	83,5-78,0

**Tabella 6.8** Contributo del meccanismo aerobico ed anaerobico in rapporto alla distanza e % di utilizzo della massima potenza aerobica (Perronet e Ramirez, modificata)

I metodi di allenamento della resistenza più indicati nello sci di fondo si possono classificare in funzione della loro durata in base alle definizioni a seguito riportate:

### Resistenza aerobica

- Resistenza aerobica di breve durata (**raebd**) dai 2' agli 8'. Oltre al meccanismo aerobico è coinvolto in maniera importante anche il meccanismo anaerobico lattacido;
- resistenza aerobica di media durata (**raemd**) (dagli 8' ai 30'). Coinvolge prevalentemente il meccanismo aerobico ma anche quello anaerobico;
- resistenza aerobica di lunga durata (**raeld**) (oltre i 30'). Coinvolge quasi esclusivamente il meccanismo aerobico.

### Resistenza anaerobica

- resistenza anaerobica di breve durata **RANbd** (lavoro alla massima intensità fino a 15"). È coinvolto in maniera "importante" sistema anaerobico lattacido;
- resistenza anaerobica di media durata **RANmd** (lavoro alla massima intensità dai 15" ai 60"). È coinvolto prevalentemente il sistema anaerobico lattacido;
- resistenza anaerobica di lunga durata **RANld** (lavoro alla massima intensità da 1' a 2'). È coinvolto il sistema anaerobico lattacido e in parte anche quello aerobico. Una prestazione o un'esercitazione a intensità massimale che dura fino a 2' è considerata prevalentemente anaerobica; oltre i 2' prevalentemente aerobica.

Nella *tabella 6.9* è riepilogata la classificazione della forza nello sci di fondo.

Tipo di resistenza	Durata	Tempo s/m
Resistenza Anaerobica	Breve durata (RANbd)	da 0 a 15"
	Media durata (RANmd)	da 15" a 1'
	Lunga durata (RANld)	da 1' a 2'
Resistenza Aerobica	Breve durata (raebd)	da 2' a 8'
	Media durata (raemd)	da 8' a 30'
	Lunga durata (raeld)	da 30' a >30'

**Tabella 6.9** Classificazione della resistenza per lo sci di fondo.

La resistenza è condizionata da:

- diametro e numero di capillari (capillarizzazione);
- contenuto di ossigeno nel sangue;
- contenuto nel sangue di glucidi (zuccheri) e lipidi (grassi);
- capacità di assorbimento ed utilizzo di ossigeno da parte dei muscoli;
- efficienza dell'apparato cardiocircolatorio e respiratorio;
- tipologia di fibre muscolari;
- quantità adeguata di enzimi ossidativi;
- economia del movimento (costo energetico);
- aspetti psicologici (capacità di resistere alla fatica).

Lo sviluppo della resistenza è legato all'allenamento della capacità e della potenza sia aerobica che anaerobica. Per capacità, si intende la durata massima di attivazione di un meccanismo energetico, mentre per potenza si intende il lavoro espresso nell'unità di tempo da tale sistema.

Per capacità aerobica nel "gergo" dell'allenamento, si intende la capacità dell'organismo di protrarre nel tempo un'attività fisica ad intensità basse. Attraverso l'allenamento di questa qualità, migliora la capacità di trasporto dell'ossigeno e l'utilizzo dei substrati energetici (glucidi, lipidi). Uno degli adattamenti che si possono ottenere è una diminuzione del costo energetico nell'esecuzione del gesto tecnico specifico. La potenza aerobica è la più elevata quantità di ossigeno che un individuo riesce ad utilizzare per produrre energia (ATP) nell'unità di tempo. Si esprime nel  $VO_2Max$  (massimo consumo di ossigeno o massima potenza aerobica), che può essere considerato la "cilindrata del motore". Quest'ultimo è misurato in forma assoluta (litri di ossigeno al minuto) e in forma relativa (millilitri di ossigeno al minuto per kg di peso corporeo - $mLO_2/kg/min$ -).

Gli adattamenti che si ottengono attraverso i lavori di resistenza aerobica (capacità e potenza aerobica) sono i seguenti:

- ipertrofia cardiaca e miglioramento gettata sistolica;
- miglioramento funzionalità respiratoria;

- miglioramento scambi gassosi a livello polmonare e muscolare;
- aumento del diametro e del numero dei capillari;
- aumento del volume sanguigno e dei globuli rossi;
- aumento della dimensione e numero dei mitocondri (6 sett);
- aumento del VO<sub>2</sub>Max;
- aumento delle riserve di glicogeno;
- incremento della capacità di utilizzo di lipidi e conseguente risparmio di glucidi;
- aumento degli enzimi ossidativi;
- diminuzione della frequenza cardiaca a riposo;
- conversione delle fibre IIb in IIa;
- aumento delle riserve di trigliceridi muscolari;
- riduzione del tono del SN simpatico ed aumento del tono parasimpatico (vagale);
- aumento delle dimensioni delle ghiandole endocrine.

La capacità anaerobica lattacida può essere considerata la capacità dell'individuo di protrarre l'attività fisica nel tempo in presenza di elevati livelli di acido lattico. La potenza anaerobica lattacida è la massima quantità di energia che un individuo riesce a produrre attraverso il meccanismo anaerobico lattacido.

Gli allenamenti indirizzati alla resistenza anaerobica lattacida mirano ad ottenere adattamenti finalizzati sia alla capacità di sopportare e smaltire l'acido lattico (capacità lattacida) e sia a produrre elevate quantità di energia attraverso il meccanismo lattacido (potenza lattacida).

Gli adattamenti che si ottengono attraverso i lavori di resistenza anaerobica (capacità e potenza anaerobica) sono i seguenti:

- aumento della concentrazione dei substrati anaerobici;
- aumento degli enzimi glicolitici;
- aumento della capacità di sopportare e smaltire elevati livelli di acido lattico (capacità anaerobica);
- aumento della capacità di produrre elevate quantità di energia (potenza anaerobica);
- aumento della % di utilizzo del VO<sub>2</sub>Max alla soglia anaerobica;

## METODI DI SVILUPPO DELLA RESISTENZA

I principali parametri del carico da considerare per la pianificazione di un allenamento finalizzato allo sviluppo della resistenza sono: l'intensità, il volume, la densità e la frequenza degli allenamenti.

Questi dipendono dalle seguenti variabili:

- velocità di esecuzione (velocità di spostamento, % FC, mmol/L di lattato ematico, % VO<sub>2</sub>Max) - intensità;
- durata dell'esercitazione -episodio di lavoro-;
- numero delle esecuzioni (serie e ripetizioni) -volume-;
- durata degli intervalli di recupero tra un'esercitazione e l'altra -densità-;
- tipo di attività svolta nell'intervallo di recupero -attiva o passiva-;
- numero di sedute in un microciclo -frequenza-.

Nella *tabella 6.10* è riportato uno schema che descrive sinteticamente le diverse esercitazioni per lo sviluppo della resistenza.

<b>Lavoro Continuo</b>	A ritmo uniforme	Con valori di acido lattico stabili
	Con variazioni di ritmo	Con accumulo progressivo di acido lattico
<b>Lavoro Intervallato</b>	Pause a recupero completo (ripetute)	Con variazioni libere
	Pause di recupero incompleto (interval training)	Con variazioni obbligate (o controllate)

**Tabella 6.10** Metodi per lo sviluppo della resistenza (da Arcelli-Zanon modificato).

## LAVORI CONTINUI

Sono molto utili a creare gli adattamenti fisiologici generali su cui costruire adattamenti più specifici, nel raggiungimento di intensità di lavoro elevate. Sono particolarmente adatti per lo sviluppo della capacità e della potenza aerobica.

**Lavoro continuo a ritmo uniforme con valori di acido lattico stabile:** è la più classica esercitazione per lo sviluppo della resistenza. L'intensità è inversamente proporzionale alla durata dell'esercizio. Fanno parte di questi tipi di lavoro le esercitazioni eseguite a ritmo costante, adatte sia per lo sviluppo della capacità aerobica (intensità L2) che della potenza aerobica (L3-L4). Generalmente sono utilizzate durante tutta la preparazione.

**Lavoro continuo con accumulo progressivo di acido lattico:** consiste in esercitazioni dove l'intensità aumenta progressivamente fino ad arrivare anche massimale (L4/L5). Questo tipo di allenamento generalmente adatta l'organismo a lavorare in presenza di fatica muscolare; fanno parte di questa metodica i lavori continui dove l'intensità aumenta progressivamente. Tali allenamenti possono essere inseriti al termine del periodo generale e nel periodo speciale e sono particolarmente adatti allo sviluppo della potenza aerobica.

**Lavoro continuo con variazioni di ritmo:** denominato anche Fartlek (in svedese "gioco di velocità") consiste nell'inserimento di "momenti" di lavoro anaerobico all'interno di un lavoro aerobico continuo. Questo tipo di allenamento sfrutta sia i sistemi energetici aerobici che anaerobici e può essere strutturato in diversi modi. Le variazioni di ritmo possono essere libere o controllate, ma comunque adattate allo sviluppo della potenza aerobica e della capacità anaerobica.

**Variazioni di ritmo libere (Fartlek libero):** consiste nell'aumentare l'intensità del lavoro seguendo le proprie sensazioni e usando la morfologia del terreno (continue variazioni di impegno e di ritmo). Questo tipo di lavoro richiede una notevole maturità mentale e un'elevata capacità di autovalutazione da parte dell'esecutore.

**Variazioni di ritmo controllate (Fartlek controllato):** rappresenta un'evoluzione del fartlek libero. È stato introdotto per fornire una guida all'atleta in questa metodica di allenamento. Le variazioni di ritmo, anche di media durata (>2'), vengono stabilite precedentemente sia per quanto riguarda il numero delle ripetizioni, sia per la durata e la velocità. Entrambi i tipi di fartlek sono lavori che si possono introdurre anche dopo poche settimane dall'inizio del programma di allenamento.

## LAVORI INTERVALLATI

Consentono di eseguire un certo numero di ripetizioni di un esercizio a intensità elevata e intervallata da una pausa di recupero che ha la funzione di ricostruire in maniera parziale (recupero incompleto) o totale (recupero completo) le fonti energetiche impiegate durante il lavoro consentendo la ripetizione dell'impegno ad una intensità più elevata rispetto allo stesso lavoro eseguito con modalità continua. Il tempo di recupero dovrà essere proporzionato all'intensità e alla durata dello sforzo. Questi tipi di lavoro dovrebbero essere inseriti nel periodo speciale ed agonistico per migliorare l'efficacia del sistema anaerobico lattacido.

**Pause a recupero completo (ripetute):** conosciuto con il termine di "ripetute", si utilizza con livelli di intensità elevata (L4) o anche molto elevata (L5). L'intensità può variare in relazione alla qualità che si intende allenare. I lavori di intensità L5 fino a 1' con recuperi lunghi (>6-10'), sono indicati per lo sviluppo della potenza lattacida. I lavori della stessa intensità, ma con recuperi più brevi (2-3'), e di durata fino ai 2', sono indicati per lo sviluppo della capacità lattacida. I lavori di durata superiore ai 2' sono indicati per lo sviluppo della potenza aerobica. Il recupero non necessariamente dovrà essere completo in senso assoluto, ma dovrà essere sufficiente a ripristinare una buona parte delle scorte di ATP. Non sono consigliati lavori di questo tipo con intensità L3.

**Pause a recupero incompleto (interval training):** consiste nell'esecuzione di lavori di intensità L3, L4 e L5, alternati a fasi di recupero incompleto. Questa metodica permette, durante la prova, di produrre delle velocità medie maggiori rispetto al lavoro continuo. L'obiettivo di questo lavoro è quello di accumulare condizioni di fatica anche a discapito dell'efficienza locomotoria.

I lavori effettuati con intensità L3 e L4 sono indicati per lo sviluppo della potenza aerobica mentre i lavori con intensità L5 inferiori ai 2' e con recuperi brevi (1'-4') sono indicati per lo sviluppo della capacità lattacida.

Nella *tabella 6.11* (atleti evoluti) e nella *tabella 6.12* (atleti giovani), in linea con quanto riportato nella parte relativa ai "metodi per lo sviluppo della resistenza", vi sono delle indicazioni esemplificative per lo sviluppo della capacità e della potenza aerobica, mentre nella *tabella 6.13* e nella *tabella 6.14* sono riportati degli esempi di lavoro per le diverse fasce di età.

Finalità del carico	Intensità	Numero esercizi	Durata esercizio	Recupero tra gli esercizi	Intensità recupero
Capacità Aer.	L2	1	Da 60' a 4h	---	---
Potenza Aer.	L3	Da 4 a 1	Da 15' a 60'	Da 3' a 5'	L1 – L2
	L4	Da 13 a 1	Da 3' a 40'	Da 3' a 5'	L1 - L2 – L3

**Tabella 6.11** Parametri del carico per lo sviluppo della capacità e della potenza aerobica per lo sci di fondo in atleti evoluti (> 20 anni).

Finalità del carico	Intensità	Numero esercizi	Durata esercizio	Recupero tra gli esercizi	Intensità recupero
Capacità Aer.	L2	1	Da 40' a 3h	---	---
Potenza Aer.	L3	Da 4 a 1	Da 10' a 40'	Da 3' a 5'	L1 – L2
	L4	Da 10 a 1	Da 3' a 30'	Da 3' a 5'	L1 - L2 – L3

**Tabella 6.12** Parametri del carico per lo sviluppo della capacità e potenza aerobica per lo sci di fondo in giovani atleti (>14 fino ai 20 anni).

Mezzo	14 anni	16 anni	18 anni	20 anni	23 anni
Sci	1h L2	1h15' L2	1h30' L2	2h L2	2h30' L2
Skiroll	1h L2	1h15' L2	1h30' L2	2h L2	2h30' L2
Corsa	50' L2	1h L2	1h15' L2	1h30' L2	1h50' L2
Marcia	1h15' L2	1h30' L2	2h L2	3h L2	4h L2
Bici	1h15' L2	1h30' L2	2h L2	3h L2	4h L2

**Tabella 6.13** Esempi di lavoro per lo sviluppo della capacità aerobica per lo sci di fondo riferiti per le diverse fasce di età.

Mezzo	14 anni	16 anni	18 anni	20 anni	23 anni
Sci o skiroll	3x5' L4	3x7' L4	3x8' L4	3x10' L4	3x15' L4
Sci o skiroll	20' L3	30' L3	35' L3	40' L3	50' L3
Corsa	15' L3	20' L3	25' L3	30' L3	40' L3

**Tabella 6.14** Esempi di lavoro per lo sviluppo della potenza aerobica per lo sci di fondo riferiti per le diverse fasce di età.

Nella *tabella 6.15* (atleti evoluti) e *tabella 6.16* (atleti giovani) sono riportate delle indicazioni semplificate per lo sviluppo della capacità e della potenza anaerobica.

Finalità del carico	Intensità	Numero serie	Numero esercizi	Durata esercizio	Recupero tra gli esercizi	Recupero tra le serie	Intensità recupero
Capacità Anaer.	Sub max L5	Da 4 a 5	Da 5 a 3	Da 30" a 2'	Da 1' a 3'	Da 2' a 6'	L1 – L2
Potenza Anaer.	Max L5	Da 2 a 3	Da 4 a 3	Da 30" a 1'	Da 6' a 10'	Da 12' a 20'	L1 – L2

**Tabella 6.15** Parametri del carico per lo sviluppo della capacità e della potenza anaerobica per lo sci di fondo in atleti evoluti (> 20 anni).

Finalità del carico	Intensità	Numero serie	Numero esercizi	Durata esercizio	Recupero tra gli esercizi	Recupero tra le serie	Intensità recupero
Capacità Anaer.	Sub max L5	Da 3 a 4	Da 5 a 3	Da 30" a 2'	Da 2' a 4'	Da 2' a 6'	L1 – L2
Potenza Anaer.	Max L5	Da 1 a 2	Da 4 a 3	Da 30" a 1'	Da 8' a 10'	Da 12' a 20'	L1 – L2

**Tabella 6.16** Parametri del carico per lo sviluppo della capacità e potenza anaerobica per lo sci di fondo in giovani atleti (>14 fino ai 20 anni)

Nella *tabella 6.17* e nella *tabella 6.18* sono riportati degli esempi di lavoro relativi alle diverse fasce di età.

Mezzo	14 anni	16 anni	18 anni	20 anni	23 anni
Sci o skiroll	8x30" L5 rec 2-3' L1	8x40" L5 rec 2-3' L1	8x50" L5 rec 2-3' L1	8x1' L5 rec 2-3' L1	10x1' L5 rec 2-3' L1
Corsa	4x1' L5 rec 3' L2	4x2' L5 rec 3' L2	5x2' L5 rec 3' L2	6x2' L5 rec 3' L2	8x2' L5 rec 3' L2

**Tabella 6.17** Esempi di lavoro per lo sviluppo della capacità anaerobica per lo sci di fondo riferiti alle diverse fasce di età.

Mezzo	14 anni	16 anni	18 anni	20 anni	23 anni
Sci o skiroll	4x45" L5 rec 8' L1	5x45" L5 rec 8' L1	6x45" L5 rec 8' L1	6x1' L5 rec 8' L1	8x1' L5 rec 8' L1
Corsa	3x40" L5 rec 10' L1	4x40" L5 rec 10' L1	5x40" L5 rec 10' L1	6x45" L5 rec 10' L1	8x45" L5 rec 10' L1

**Tabella 6.18** Esempi di lavoro per lo sviluppo della potenza anaerobica per lo sci di fondo riferiti alle diverse fasce di età.

### METODICA PER LA TRASCRIZIONE DEI LAVORI INTERROTTI DA PAUSE

Al fine di uniformare il metodo di trascrizione dei diversi metodi di lavoro relativi ai "lavori interrotti da pause" si ritiene opportuno riportare i lavori nell'ordine seguente:

1. numero serie;
2. numero ripetizioni;
3. durata ripetizione;
4. intensità delle ripetizioni;
5. recupero tra le ripetizioni;
6. intensità nell'intervallo di sollievo;
7. recupero tra le serie;
8. intensità del recupero tra le serie.

**1° esempio:** Nr 3 ripetizioni da 1' intensità L5 con 1' di recupero intensità L1 tra le ripetizioni, da ripetersi 2 volte con un recupero di 6' intensità L2 tra le 2 serie. Metodo di trascrizione: **2x (3x1' L5 rec 1' L1) rec 6' L2.**

**2° esempio:** Nr 4 ripetizioni di 30" intensità L5 con recupero di 30" intensità L1, da ripetere 3 volte (serie) con recupero di 4' intensità L1 tra le 3 serie. Metodo di trascrizione: **3x (4x30" L5 rec 30" L1) rec 4' L1.**

**3° esempio:** Nr 8' di medio intensità L3 da ripetere 3 volte con recupero 4' intensità L2. Metodo di trascrizione: **3x8' L3, rec 4' L2.**

#### 6.2.2.2 FORZA

L'allenamento della forza negli sport di endurance, in particolare nello sci di fondo, risulta importante per i seguenti aspetti:

- creare una solida base per lo sviluppo fisico-strutturale evitando possibili squilibri muscolari e alterazioni posturali;
- migliorare la capacità di resistere nelle situazioni dove sono richiesti particolari livelli d'intensità come ad esempio nelle salite, nelle situazioni ad alte velocità e negli sprint;
- mantenere efficiente il gesto tecnico nelle situazioni di fatica;
- migliorare la capacità nei cambi di ritmo e nello sprint finale;
- migliorare la coordinazione neuro-muscolare mantenendo un'adeguata riserva di forza;
- migliorare il costo energetico;
- rispondere alle necessità tattiche di gara.

L'allenamento della forza assume particolare importanza soprattutto nella crescita, non solo come miglioramento della prestazione, ma anche come base solida per lo sviluppo fisico-strutturale al fine di evitare, prevenire e facilitare il recupero di possibili squilibri muscolari. In età giovanile è da intendere come un miglioramento della coordinazione inter e intra muscolare, possibile mediante l'utilizzo di esercitazioni che ottimizzino il reclutamento e la sincronizzazione delle unità motorie (intra) e la sinergia tra i vari gruppi muscolari (inter) e non esclusivamente come sviluppo dell'ipertrofia muscolare.

Il miglioramento della forza in entrambi i sessi fino agli 11-12 anni può essere inteso e spiegato con un miglioramento della coordinazione neuromuscolare, influenzato dalla maturazione del sistema nervoso. Da qui si evince che già da questa età è giustificato un allenamento della forza rapida e veloce, con carichi moderati e progressivi che mirino allo sviluppo della coordinazione neuro-muscolare.

La forza muscolare è importante fin dalla prima fase degli apprendimenti (9-10 anni). La mancanza di forza, non solo negli arti inferiori, è un fattore limitante per l'esecuzione tecnica, la fluidità e la precisione del movimento. La mancanza di un'adeguata riserva di forza compromette la corretta esecuzione del gesto tecnico e aumenta rapidamente la fatica. Nella fase pre-puberale fino ai 14 anni, la capacità di forza rapida svolge un ruolo essenziale nell'apprendimento dei gesti sportivi (*R.Manno*).

È stato dimostrato infatti, che la fatica ha come conseguenza la riduzione della tensione muscolare e della capacità di esprimere forza, creando difficoltà nell'aumentare l'intensità soprattutto nel finale di gara.

Nello sci di fondo, come in molti altri sport, un ruolo particolare ricopre il potenziamento del tronco. Il tronco e tutti i muscoli da cui è composto (retto addominale, obliqui esterni e interni e trasverso dell'addome, paravertebrali lombari) possono essere considerati l'anello di congiunzione fra gli arti inferiori e gli arti superiori. Il compito del "core addominale" è di sostegno e di fissazione della colonna vertebrale durante i vari movimenti propulsivi di spinta degli arti. Una forza ottimale della muscolatura del tronco consente di produrre lo spostamento del corpo in modo più efficace ed efficiente, dove tutte le forze propulsive prodotte dagli arti vengono applicate senza o con minima dispersione. Inoltre la forza prodotta dal core addominale aumenta il carico di spinta sui bastoni. Il tronco deve quindi essere allenato in modo diverso da quanto avviene con le gambe e con le braccia, dove la dinamicità e la velocità di esecuzione sono l'obiettivo principale del lavoro. La tensione dovrà essere prevalentemente continua e protratta nel tempo. È possibile inserire delle difficoltà di ordine posturale (swiss ball, trx, ecc.) e di tenuta del tronco con movimenti degli arti superiori ed inferiori per aumentare il braccio di leva e creare maggior carico sulla muscolatura del core.

Nelle discipline di resistenza in genere, il tema del costo energetico ha assunto, negli ultimi anni, un ruolo di primo piano tra i fattori che si ritiene possano condizionare maggiormente la performance nelle gare (componenti aerobiche centrali e periferiche, % del  $\text{VO}_2\text{max}$ , termoregolazione, fattori tecnici, ecc). Diversi studi hanno dimostrato che, dopo alcune settimane di adeguato allenamento della forza, si ottiene un aumento dell'economia del gesto specifico.

### **LA FORZA: aspetti teorici e definizioni**

È la capacità dell'uomo di vincere o opporsi ad una resistenza esterna mediante una contrazione muscolare (*Zaciorskij*). La forza in fisica è espressa in **Newton** e si calcola come segue:

$$F \text{ (forza)} = m \text{ (massa)} \times a \text{ (accelerazione)}$$

La potenza è espressa in **Watt** ed è rappresentata dal lavoro eseguito nell'unità di tempo o dal prodotto tra la forza applicata su un corpo e la velocità di spostamento determinata sul corpo stesso.

$$P = L \text{ (lavoro)} / t \text{ (tempo)}$$

$$P = F \text{ (forza)} \times S \text{ (spazio)} / t \text{ (tempo)} = F \text{ (forza)} \times v \text{ (velocità)}$$

Nei gesti specifici dello sci di fondo le applicazioni di forza sono rappresentate dalle pressioni che vengono applicate sui bastoni o sugli sci (pressioni = forza applicata su una superficie durante una spinta). In palestra invece sono rappresentate dalle resistenze opposte dai sovraccarichi oppure dalle resistenze pneumatiche, idrauliche, ecc., dalla resistenza che offre il peso corporeo o i suoi segmenti, sfruttando l'accelerazione di gravità con i relativi frenaggi, cambi di direzione o rimbalzi (come avviene nella pliometria).

### **ASPETTI GENERALI DI FISIOLOGIA MUSCOLARE**

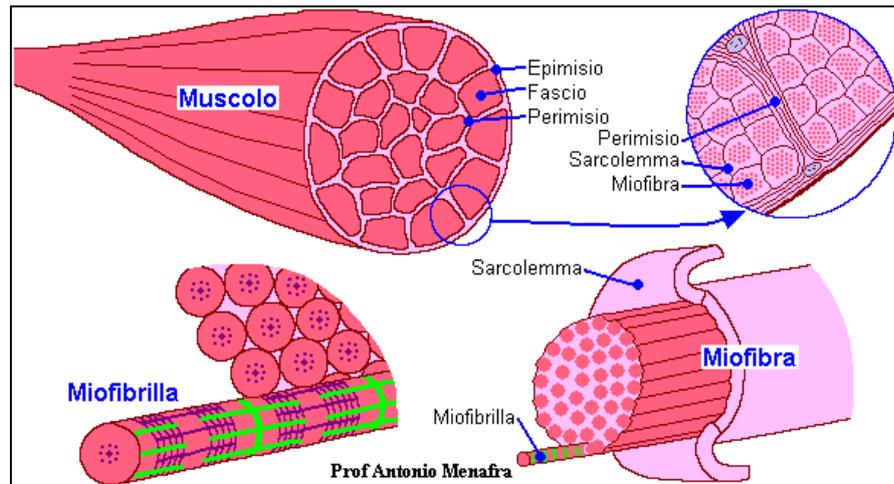
Il muscolo è formato da fasci di fibre muscolari. La fibra muscolare è una lunga cellula cilindrica con diverse centinaia di nuclei situati sulla superficie. Ogni fibra muscolare è formata da miofibrille. Ciascuna miofibrilla è composta dai sarcomeri, l'unità contrattile, in cui i mio-filamenti proteici (actina e miosina) scorrono fra di loro per produrre la contrazione (teoria dello scorrimento dei filamenti) (*figura 6.2*).

Le **fibre muscolari** possono avere differenti caratteristiche:

- **fibre rosse** dette anche ST (slow twitch) o di tipo I le quali sono ossidative e quindi adatte ai lavori di resistenza;
- **fibre bianche** dette anche FT (fast twitch) o di tipo II le quali sono glicolitiche e quindi adatte a lavori di velocità.

Le fibre FT si dividono a loro volta in:

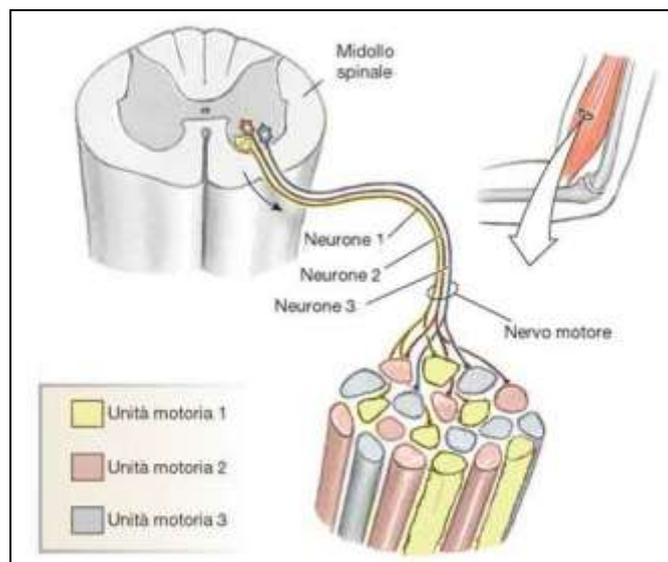
- FTa o FGO: glicolitiche – ossidative (veloci resistenti);
- FTb o FG: glicolitiche (veloci e poco resistenti);
- FTc: intermedie che si orientano in FTa o FTb secondo la necessità.



**Figura 6.2** Fibra muscolare.

L'unità motoria è l'insieme del motoneurone e tutte le fibre da esso innervate. La terminazione del motoneurone sulla fibra è detta placca motrice. Un motoneurone innerva fibre delle stesse caratteristiche, pertanto tutte di tipo I o di tipo IIa o di tipo IIb. Le unità motorie sono: lente (fibre di tipo I), veloci-resistenti (tipo IIa) e veloci (tipo IIb).

Più il muscolo è impegnato in movimenti fini e meno fibre sono collegate ad un motoneurone. Secondo il Principio di Henneman, durante uno sforzo, ad esempio sollevare un carico, le prime fibre che si attivano sono le fibre tipo I, successivamente le IIa e poi le IIb. Le fibre IIb si attivano pertanto solo con carichi elevati.



**Figura 6.3** Unità motoria.

## TIPOLOGIE DI CONTRAZIONE MUSCOLARE

**Dinamiche:** nelle esercitazioni della forza muscolare attraverso esercizi specifici e macchine si possono produrre differenti tipologie di contrazioni muscolari:

- **concentriche** (o superanti o positive): il muscolo produce un lavoro con avvicinamento delle inserzioni muscolari, cedendo alle forze applicate;
- **eccentriche** (o cedenti o negative): il muscolo produce un lavoro con allontanamento delle inserzioni muscolari, cedendo alle forze applicate;
- **combinatae:** sequenze di contrazioni eccentriche e concentriche;
- **pliometriche:** stiramento, rapida inversione con contrazione eccentrica. Tensione muscolare elevatissima;
- **isocinetiche:** la velocità di movimento è sempre costante in tutta l'escursione. Molto utile per la rieducazione in quanto regolare e poco traumatica. Questo tipo di contrazione necessita l'utilizzo di macchinari specifici;
- **auxotoniche:** la tensione aumenta durante l'arco di movimento (ad esempio con gli elastici).

**Statiche o isometriche:** il muscolo si contrae senza spostamento dei capi articolari, che mantengono la stessa posizione. Migliorano la forza solo nell'angolo in cui vengono eseguite. I fattori neuro-muscolari che determinano la produzione di forza sono i seguenti:

- **fattori strutturali:** qualità delle fibre muscolari (tipo I,IIa,IIb,IIc). L'allenamento provoca ipertrofia (aumento del volume delle fibre muscolari) e quindi aumento della sezione trasversa del muscolo. Il numero delle fibre è essenzialmente un fattore geneticamente determinato;
- **fattori nervosi:** capacità di attivazione delle fibre muscolari e delle unità motorie (coordinazione intramuscolare). I meccanismi di modulazione della contrazione muscolare sono il reclutamento di più unità motorie, dalle più lente alle più rapide, e l'aumento della frequenza della scarica elettrica del motoneurone. L'intensità dello sforzo viene regolata dal numero delle fibre che si attivano, le quali hanno diversi livelli di eccitabilità. Per esempio un principiante riesce ad attivare soltanto il 50% delle fibre che ha a disposizione, mentre un atleta al massimo il 90%;
- **fattori tecnico - motori:** coordinazione tra i gruppi muscolari sinergici (coordinazione intermuscolare), corretta esecuzione del gesto tecnico e corretto rilassamento dei muscoli antagonisti;
- **fattori meccanici:** attriti interni dovuti alla viscosità e al grado di elasticità della componente muscolare.

## CLASSIFICAZIONE DELLA FORZA

**Forza massima:** è la forza più elevata che il sistema neuromuscolare è in grado di sviluppare con una contrazione volontaria (*Harre*). Prevala la componente carico rispetto alla velocità di esecuzione.

La forza massima può essere considerata sia dal punto di vista assoluto che relativo:

- ✓ **forza massimale assoluta:** massima prestazione di forza senza considerare il peso corporeo;
- ✓ **forza massimale relativa:** relazione tra la massima prestazione di forza ed il peso corporeo (estremamente importante nello sci di fondo).

La forza massima è allenabile a partire dai 13-14 anni. Maggiore è la forza massimale, maggiore sarà la riserva di forza nello spingere un carico sub-massimale, migliorando pertanto l'economia della spinta e il tempo di esaurimento durante un carico sub massimale e massimale (*Hoff, Helgerud*). La forza massima è correlata all'espressione di potenza e quest'ultima alla velocità. Un miglioramento del livello di forza massima induce, soprattutto negli atleti che ne sono carenti, un miglioramento della potenza e della velocità di spostamento del corpo.

**Forza veloce:** è la capacità del sistema neuromuscolare di superare delle resistenze con elevate velocità di contrazione. Prevala la componente velocità rispetto al carico spostato. Un indice di forza rapida è dato dal valore di forza espresso ed il tempo in cui tale valore viene raggiunto. Gli elevati livelli di velocità raggiunti nello sci di fondo richiedono, da parte dell'atleta, la capacità di esprimere elevati picchi di forza in tempi brevi. Di qui la necessità di sviluppare la forza rapida.

**Forza resistente:** è la capacità dell'organismo di opporsi alla fatica durante prestazioni di forza e di durata. Maggiore sarà la durata della prestazione di forza e maggiore sarà il supporto dell'apparato cardiocircolatorio e respiratorio. Il livello di forza resistente è correlato al livello di forza massima in quanto, la forza resistente, non è altro che una % del livello di forza massima del soggetto. Più alto sarà il livello di forza massima e più alto sarà il livello di forza resistente. Da qui l'importanza dell'allenamento anche della forza massima.

L'allenamento della forza resistente si suddivide in **resistenza muscolare** ed **endurance muscolare**.

- **resistenza muscolare:** è la capacità del muscolo o della catena cinetica di produrre un lavoro anaerobico prevalentemente dinamico. In questo caso si produce un forte stimolo per lo sviluppo della capacità lattacida.
- **endurance muscolare:** è la capacità del muscolo o della catena cinetica di produrre un lavoro aerobico prevalentemente dinamico. In questo caso si produce uno stimolo indirizzato allo sviluppo della capacità o della potenza aerobica. Si preferisce eseguire questo tipo di lavoro, il quale viene protratto per tempi lunghi, su skiroll o su sci, effettuando spinte capacità e/o pattinaggio capacità. Vengono interessati i substrati energetici dei glucidi e grassi e maggiormente la componente organica rispetto a quella muscolare. Nelle gare distance questa qualità diviene fondamentale data l'esecuzione di numerosi gesti motori propulsivi ripetuti nel tempo a livello di arti superiori, inferiori e del tronco.

**Forza elastica:** è la capacità del sistema neuro-muscolare di esprimere livelli di forza grazie al rapido ciclo di allungamento-accorciamento del muscolo. Si assiste ad un incremento dell'espressione di forza concentrica che avviene a seguito di una rapida contrazione eccentrica, grazie allo stiramento-accorciamento delle strutture passive e al riflesso di stiramento denominato miotatico. Per sviluppare la forza elastica si utilizza la "pliometria", che presuppone una contrazione eccentrica rapida seguita, nel minor tempo possibile, da una contrazione concentrica esplosiva. La forza elastica consente di restituire elevati livelli di forza con minimo dispendio energetico. La forza elastica è di fondamentale importanza nello sciatore di fondo attuale (sia in tecnica classica che in quella di pattinaggio) in quanto le spinte, divenute molto rapide, necessitano di questa qualità per essere espresse con valori di forza più elevati e con minor dispendio energetico.

**Forza esplosiva:** è la capacità di reclutare nel modo più repentino forza in condizioni sia statiche che dinamiche. Nel caso specifico dello sci di fondo il carico da spostare è il peso del corpo su resistenze di natura diversa (tipologia di neve, pendenze). Pertanto una spinta (espressa in un tempo limitato) degli arti superiori o inferiori, che produca elevati livelli di propulsione sugli sci o sui bastoni e che determina un'accelerazione notevole del centro di massa in direzione dell'avanzamento, è sinonimo di forza esplosiva e quindi di una "sciata esplosiva". È tipica degli sprinter.

## MEZZI E METODI PER L'ALLENAMENTO DELLA FORZA

L'allenamento della forza si basa sull'identificazione degli obiettivi e delle relative metodiche per il loro raggiungimento. In sintesi vanno considerati i seguenti aspetti:

- tipologia di forza da allenare (massima, rapida, resistente, elastica, esplosiva);
- scelta del mezzo (generale, speciale, specifico);
- scelta della metodica allenante (circuito o stazioni, serie, ripetizioni, tempo di recupero, modalità esecutiva, tipologia degli esercizi: fondamentali o complementari).

**Mezzi:** per quanto riguarda i mezzi si distinguono quelli a carattere generale, speciale e specifico. Per l'allenamento della forza generale si intende un allenamento fondato su esercizi con elevate tensioni muscolari che coinvolgono più gruppi muscolari (esercizi multi-articolari) e che non hanno somiglianze dinamiche e cinesiologiche con l'esercizio di gara.

Per l'allenamento della forza speciale si intende un allenamento fondato su esercizi con somiglianze parziali al gesto di gara, con tempi di applicazione e di attivazione di gruppi muscolari simili, ma non uguali.

Per l'allenamento della forza specifica si intende un allenamento fondato su esercizi tipici della disciplina praticata espressa con l'attrezzo specifico (sci).

Nella *tabella 6.18* sono riportati i principali mezzi di allenamento per lo sviluppo della forza per lo sci di fondo e le relative espressioni di forza allenabili con ogni singolo mezzo.

Mezzo	Tipo di mezzo	Forza massima	Forza esplosiva	Forza rapida	Forza resistente	Forza elastica
Generale	Bici (SFM)	X				
Generale	Bici (SFR)				X	
Generale	Carico naturale	X	X	X	X	X
Generale	Macchine	X	X	X	X	
Generale	Pliometria					X
Generale	Sovraccarichi	X	X	X	X	
Speciale	Balzi con bastoni		X	X		X
Speciale	Corsa balzellata		X	X	X	X
Speciale	Corsa veloce con bastoni			X		
Speciale	Ercolina con magneti		X	X	X	
Speciale	Ercolina con sovraccarichi	X	X	X	X	X
Speciale	Pedana (simulatore)	X			X	
Speciale	Skiroll pattinaggio capacità				X	
Speciale	Skiroll pattinaggio potenza		X	X		
Speciale	Skiroll spinte capacità				X	
Speciale	Skiroll spinte potenza		X	X		
Specifico	Sci pattinaggio capacità				X	
Specifico	Sci pattinaggio potenza		X	X		
Specifico	Sci spinte capacità				X	
Specifico	Sci spinte potenza		X	X		

**Tabella 6.18** Schema riepilogativo con i diversi mezzi di allenamento e le relative espressioni di forza allenabili per lo sci di fondo.

Nella tabella 6.19 è riportata una classificazione dei mezzi per l'allenamento del core e la rispettiva classificazione.

GENERALI	SPECIALI	SPECIFICI
Carico naturale	Pedane simulazione scivolata spinta	Sci scivolata spinta in altissima resistenza
Macchine	Ercolina (con sovraccarichi)	Sci scivolata spinta (concentrico-eccentrico) in altissima resistenza
Sovraccarichi	Skiroll scivolata spinta (concentrico-eccentrico) in altissima resistenza	
Attrezzi funzionali (TRX, Swiss ball)	Skiroll spinte in altissima resistenza	

**Tabella 6.19** Mezzi di allenamento per l'allenamento del core e relativa classificazione.

**Metodi:** Per quanto riguarda le esercitazioni a carico naturale e con i sovraccarichi l'allenamento può essere strutturato a circuito o a stazioni. Nel primo vanno eseguite tutte le ripetizioni di un esercizio e dopo il recupero si passa all'esercizio successivo. Nel caso dell'allenamento a stazioni invece vanno eseguite tutte le serie programmate per ogni esercizio e successivamente si passa all'esercizio seguente.

Gli esercizi si suddividono in fondamentali e complementari:

- gli esercizi fondamentali coinvolgono più gruppi muscolari e più articolazioni e sono denominati anche multi-articolari (esempio: ercolina, squat, panca orizzontale, trazioni, lat machine, lat pulley, piegamenti a terra);
- gli esercizi complementari coinvolgono uno o pochi muscoli, coinvolgendo una sola articolazione (esempio: curl per bicipiti, estensioni gomito al cavo alto, alzate laterali con manubri).

Nella programmazione di una seduta di forza l'esercizio fondamentale dovrebbe essere eseguito prima di quello complementare. È sempre preferibile non utilizzare le macchine ma il peso corporeo e le sue posizioni nello spazio e i pesi liberi (bilancieri, manubri). È indicato allenare in ogni seduta di allenamento per lo

sviluppo della forza il core (addominali, lombari, obliqui). Queste esercitazioni è preferibile inserirle alla fine della seduta di allenamento, per non influire negativamente sul controllo posturale delle altre esercitazioni.

Per una corretta programmazione dell'allenamento della forza con sovraccarichi e con le macchine è di fondamentale importanza conoscere il livello di forza massima del soggetto al fine di poter individuare, sia il carico necessario per sviluppo delle diverse espressioni di forza (massima, rapida ecc.) che il miglioramento nel tempo di questa capacità. Il massimale può essere misurato per via diretta o indiretta.

Il metodo diretto richiede una corretta esecuzione del gesto e un'abitudine a utilizzare carichi massimali. Si aumenta progressivamente il carico, serie dopo serie, fino a raggiungere il massimo carico sollevabile per una sola ripetizione (1RM). È indispensabile avere l'assistenza di un istruttore per evitare infortuni e per avere un supporto in caso di cedimento. Per 1RM si intende il carico più elevato che può essere sollevato una sola volta. È il cosiddetto massimale ed è specifico per ogni tipo di esercizio.

Il metodo indiretto è una prova ad esaurimento con un carico prestabilito ed è di facile attuazione: si tratta di utilizzare un medio carico, che consenta l'effettuazione dalle 8 alle 12/15 ripetizioni fino all'esaurimento muscolare (RM, ripetizioni massime).

Nella *tabella 6.20* è riportato uno schema per il calcolo del massimale attraverso il metodo indiretto.

Numero di ripetizioni in relazione alla percentuale del massimale												
% del massimale	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%-40%
N. ripetizioni massime	1	1-2	2-3	4-5	6-7	9-10	11-13	15-16	18-20	25-26	30-35	Oltre 35

**Tabella 6.20** Calcolo del massimale attraverso il metodo indiretto.

In rapporto al numero di ripetizioni eseguite si può risalire alla % del massimale utilizzato attraverso una proporzione che calcola indirettamente il massimale teorico. Es. Distensione su panca: con 40 Kg eseguo 8 RM (ripetizioni massime): significa che si è utilizzato circa il 75% del massimale.  $40:75=1RM:100$ . Quindi il massimale sarà di 53,3 Kg.

Nella *tabella 6.21* viene riportato uno schema semplificato con i parametri per l'allenamento delle diverse espressioni di forza con sovraccarichi.

Tipologia di forza	Range di intensità	N. Serie	Ripetizioni per esercizio	N. esercizi	Modalità di esecuzione	Rec. tra le serie	Settimane di allenamento (C+S)
Forza Massima	85-100%	4-6	1-5 RM	4-6	Max possibile in relazione al carico	3-6 min	3-12 (2+1; 3+1)
Forza Iperτροφica	70-80%	2-3	8-12 RM	6-8	Media	1-3 min	4-8 (2+1; 3+1)
Forza Resistente	55-65%	2-3	15-25 RM	5-6	Medio-alta	1-2 min	9-12 (2+1; 3+1)
Forza Esplosiva (potenza)	50-70%	4-6	4-10 (6-7) non ad esaurimento	4-6	Massima	3-6 min	2-4 (2+1; 3+1)
Forza Veloce	50-60%	4-6	10-15	4-6	Alta, non massima	3-4 min	2-4 (2+1; 3+1)

**Tabella 6.21** Metodologie di allenamento delle diverse espressioni di forza con l'utilizzo dei sovraccarichi (RM ripetizioni massime).

Per ipertrofia si intende l'aumento del volume del muscolo. Numerosi studi affermano che l'allenamento che maggiormente sviluppa tale fenomeno è quello in cui si effettua un numero di ripetizioni massime comprese fra 8 e 12, con un carico compreso tra il 70-80% del massimale e un tempo di esecuzione della serie di circa 40-60".

I lavori ad esaurimento sono (**RM**) e si distinguono due tipologie di esercitazioni:

- esaurimento muscolare: esecuzione di un numero di ripetizioni tali da rendere impossibile eseguirne altre a prescindere dalla tecnica esecutiva;
- esaurimento tecnico: esecuzione di un numero di ripetizioni tali da rendere impossibile eseguirne altre con modalità tecnica corretta.

La scrittura corretta per indicare, ad esempio, un allenamento della forza è la seguente:

Panca orizzontale 5x6RM (serie x ripetizioni) /80% (carico) rec 3' velocità: medio-bassa.

Nella *tabella 6.22* si riporta uno schema con degli esempi per lo sviluppo di alcune espressioni della forza speciale e specifica per atleti evoluti e nella *tabella 6.23* in atleti giovani (17-18 anni). Le esercitazioni di capacità e potenza possono essere eseguite sia con gli sci che con gli skiroll.

Mezzo	F. resistente	F. rapida	Resistenza alla F. rapida
Spinte capacità	30-40' L2		
Spinte potenza		4-5x(5x15"L5) rec 2/4' L1	3x(5x45"L5) rec 3/6' L1
Pattinaggio capacità	30-40' L2		
Pattinaggio potenza		4-5x(5x15"L5) rec 2/4' L1	3x(5x45"L5) rec 3/6' L1
Corsa balzellata	4x10' L3		
Corsa veloce con bastoni		3x(5x15"L5) rec 2/4' L1	3x(5x30"L5) rec 3/6' L1

**Tabella 6.22** Esempi per lo sviluppo di alcune espressioni della forza speciale e specifica per atleti evoluti.

Mezzo	F. resistente	F. rapida	Resistenza alla F. rapida
Spinte capacità	20-30' L2		
Spinte potenza		3-4x(5x15"L5) rec 2/4' L1	3x(5x30"L5) rec 3/6' L1
Pattinaggio capacità	20-30' L2		
Pattinaggio potenza		3-4x(5x15"L5) rec 2/4' L1	3x(5x30"L5) rec 3/6' L1
Corsa balzellata	3x10' L3		
Corsa veloce con bastoni		2x(5x15"L5) rec 2/4' L1	2x(5x20"L5) rec 3/6' L1

**Tabella 6.23** Esempi per lo sviluppo di alcune espressioni della forza speciale e specifica per atleti giovani.

### 6.2.2.3 VELOCITÀ

Il miglioramento nella preparazione fisica e tecnico-tattica degli atleti, l'evoluzione dei materiali e della preparazione dei tracciati di gara, hanno portato a un notevole incremento della velocità media di avanzamento. Inoltre alcuni format di gara di recente attuazione, come le gare sprint e le gare mass start, dove la velocità di avanzamento subisce delle improvvise variazioni, hanno influenzato fortemente l'allenamento del fondista e la velocità, come del resto la forza e sono divenuti elementi fondamentali per la prestazione di alto livello.

La velocità può essere allenata, ma non ha un potenziale d'incremento molto elevato perché la qualità delle fibre, essendo geneticamente determinata, influenza notevolmente la capacità di espressione della velocità. Nello sci di fondo è necessario allenare questa capacità intervenendo efficacemente nella sua fase sensibile: l'età migliore per allenarla è tra i 6 ed i 14 anni. Dai 6 agli 11 anni (prima età scolare), si può incrementare la velocità con il miglioramento della frequenza dei movimenti e della rapidità di azione. Tra i 12 e i 14 anni la rapidità di azione si incrementa notevolmente e in seguito sarà molto importante un armonioso sviluppo di forza veloce e di resistenza alla velocità.

#### LA VELOCITÀ: aspetti teorici e definizioni delle componenti

La velocità è tradizionalmente considerata una capacità complessa e articolata in componenti relativamente indipendenti.

Il complesso velocità è costituito da un insieme di 5 componenti:

1. rapidità di reazione;
2. rapidità di azione;
3. accelerazione;
4. frequenza dei movimenti;
5. ampiezza dei movimenti.

**Rapidità di reazione:** È il tempo che intercorre tra lo stimolo e la risposta motoria ovvero il tempo di latenza. Consente la discriminazione centrale dello stimolo e l'elaborazione di un'adeguata risposta. È quindi la capacità di attivare una risposta cinetica più rapidamente possibile dopo aver ricevuto uno stimolo. Questo avviene in tre fasi:

1. percezione (percezione dello stimolo e invio dell'informazione al SNC);
2. elaborazione (scelta, codifica della risposta e presa di decisione);
3. risposta (produzione dell'azione meccanica).

La rapidità di reazione è una qualità essenzialmente neurologica ed è massima tra i 18 ed i 25 anni. Nella rapidità di reazione si distinguono:

- reazioni semplici: risposta conosciuta ad uno stimolo conosciuta in cui le tre fasi sono relativamente costanti e quindi ininfluenti (esempio: partenza dopo uno sparo);
- reazioni complesse: tutte le altre. Ad esempio nello sci di fondo un cambio di direzione improvviso che reagisce alla caduta dell'avversario che precede, oppure un'improvvisa variazione di consistenza della neve. In questo caso possiamo avere:
  - stimolo non conosciuta - risposta conosciuta;
  - stimolo conosciuta - risposta non conosciuta;
  - stimolo non conosciuta - risposta non conosciuta.

L'allenamento tecnico può diminuire il numero delle condizioni (stimoli) non conosciuti.

**Rapidità di azione:** segue la fase di reazione e consiste nella rapida costruzione di un singolo gesto e nell'esecuzione di un movimento singolo. La rapidità di azione dipende essenzialmente da:

- capacità di attivazione/sincronizzazione delle unità motorie e delle fibre muscolari (coordinazione intramuscolare);
- velocità di contrazione delle fibre muscolari;
- grado di automatizzazione del movimento;
- livello di forza del gruppo muscolare coinvolto;
- rilassamento singolo ed armonico dei gruppi antagonisti.

**Accelerazione:** è la fase che intercorre dalla reazione allo stimolo al raggiungimento della massima velocità. Dipende dalla frequenza di propulsioni a forza decrescente e a frequenza crescente. La lunghezza del passo tende anch'essa a crescere.

**Frequenza dei movimenti:** rappresenta il numero di movimenti eseguiti nell'unità di tempo (esempio: passi di corsa, cadenza della pedalata, numero di cicli del passo alternato, ecc..).

**Ampiezza dei movimenti:** è l'escursione dei vari segmenti articolari del corpo collegata alla crescita progressiva della velocità. L'ampiezza è ridotta nella fase iniziale dell'accelerazione e tende ad essere costante nella fase della massima velocità di locomozione.

La velocità può essere indicata anche con il termine di rapidità, ma è possibile definire distintamente queste due capacità.

**Rapidità:** è la capacità di spostare uno o più segmenti del corpo per brevissimi spazi ed in pochissimo tempo, in un gesto singolo e semplice. La velocità locomotoria invece è la capacità di spostare se stessi ed eventualmente attrezzi nel minor tempo possibile, anche mediante forti accelerazioni in attività tendenzialmente ritmiche.

**Velocità:** è definita come lo spostamento di un corpo nello spazio in funzione del tempo. Si misura in m/s o in km/h (nella pratica, per esempio, della corsa è preferibile indicarla come min/km avendo come riferimento uno stesso circuito) e si calcola come segue:

$$v = S / t$$

La velocità massima nella corsa necessita di un determinato tempo per essere raggiunta e può essere mantenuta per un tempo relativamente breve (8-10" comprensivi del tempo di accelerazione). Nello sci di fondo, vista la minor frequenza dei movimenti rispetto alla corsa, conseguente alla scivolata, si considera il lavoro di velocità fino ai 15".

Il meccanismo energetico interessato nei lavori ad intensità massima, fino ai 6-8", è prevalentemente quello **anaerobico lattacido**, il quale utilizza, a livello muscolare come substrati energetici, l'ATP e il creatinfosfato (CP). La produzione di energia avviene in assenza di ossigeno e senza un accumulo rilevante di lattato.

Quando la velocità è prolungata per un tempo maggiore (dai 15" ai 30" circa) è opportuno parlare di **resistenza alla velocità**. In questo caso oltre al meccanismo anaerobico lattacido interviene massivamente anche quello anaerobico lattacido con conseguente accumulo di lattato nel sangue.

I fattori che condizionano la capacità di un individuo di eseguire movimenti con elevata velocità dei movimenti sono i seguenti:

#### Fattori Limitanti:

- Velocità di conduzione dello stimolo nervoso (tempo di latenza);
- Composizione del muscolo (qualità delle fibre e quantità delle fibre IIb);
- Morfologia dell'individuo (lunghezza delle leve ossee e mio-tendinee).
- Capacità neuromuscolare di contrarre e decontrarre la muscolatura rapidamente;
- Capacità di modulare e coordinare l'intervento di muscoli agonisti e antagonisti per ridurre le resistenze esterne (esempio: corsa in eccessiva discesa in cui inconsciamente si frena);
- Capacità di espressione della forza veloce ed esplosiva;
- Miglioramento della tecnica: una riduzione del costo energetico permette livelli di velocità più elevati.

### MEZZI E METODI PER L'ALLENAMENTO DELLA VELOCITÀ

#### Principi generali

Le esercitazioni per lo sviluppo della velocità dovrebbero rispettare le seguenti modalità:

- esecuzione alla massima velocità (intensità massima);
- esercizi in cui l'esecuzione tecnica sia possibile a velocità massima. La tecnica deve essere ben conosciuta e padroneggiata prima di allenare la velocità, in modo che essa non la comprometta;
- la durata deve essere tale da consentire un'elevata velocità di esecuzione (corsa: 6-8", nello sci e nello skiroll 10-15");
- condizione generale di "freschezza atletica" e non di affaticamento;
- esecuzione all'inizio della seduta di allenamento;
- interruzione dell'allenamento quando decade la velocità o la qualità tecnica dell'esecuzione;
- la durata dei tempi di recupero è determinata da due processi fisiologici a seguito elencati:
  - **funzionalità ottimale del SNC:** dopo un lavoro ad intensità massima o elevata, l'atleta mantiene per un certo tempo una buona situazione di freschezza che tende a decadere con il trascorrere del tempo e che necessita quindi di adeguati intervalli;
  - **resintesi dell'ATP:** i tempi di recupero non seguono un andamento lineare, ma esponenziale inverso. Infatti nel 33% del tempo si recupera il 66% di energia. Per esempio nel caso di un recupero di 6', nei primi 2' si recupera il 66% di energia (pausa vantaggiosa), ai 4' si recupera il 95% (pausa vantaggiosa prolungata) e al 6° minuto si raggiunge il recupero totale. (Fox, Bowers, Foss 1995).

Nei lavori per lo sviluppo della velocità, va però considerato che il tempo di recupero dovrà essere sufficientemente lungo per consentire il ripristino delle scorte di ATP, ma non esageratamente lungo per evitare di far calare l'eccitabilità del SNC.

Nel periodo che va dai 6 agli 11 anni è fondamentale sviluppare la velocità con giochi individuali, di squadra, con e senza piccoli attrezzi, gimkane e percorsi vari di destrezza, preferibilmente in forma ludica, variando il mezzo di allenamento (corsa, skiroll, pattini a rotelle, sci) con partenze da fermo in differenti posizioni (tabella 6.24). Nel periodo compreso tra i 12 e i 14 anni vanno mantenute le forme ludiche e stimolanti, considerando anche la possibilità di inserire lavori più individualizzati e orientati verso la velocità resistente (tabella 6.25). Lo stesso vale per gli atleti di età superiore (tabella 6.26).

Tipologia di lavoro	Stimolo	Serie	Ripetizioni	Tempo di esecuzione	Distanza	Recupero tra le ripetizioni	Recupero tra le serie
Gimkana, staffette, partenze, giochi, mezzo sci o skiroll	Velocità pura	2-3	3-4	10-15 sec	70-100m	1'30"-2'	5-6'
Gimkana, staffette, partenze, giochi, mezzo corsa	Velocità pura	2-3	3-4	3-6 sec	10-50m	1'-2'	5-6'

**Tabella 6.24** Indicazioni di lavoro per lo sviluppo della velocità per giovani di 6-11 anni.

Tipologia di lavoro	Stimolo	Serie	Ripetizioni	Tempo di esecuzione	Distanza	Recupero tra le ripetizioni	Recupero tra le serie
Prove brevi	Velocità pura	3-4	3-5	4-6 sec	20-50m	1'30"-2'	5-8'
Prove medie	Resistenza alla Velocità	1-2	3-4	8-20 sec	60-120m	3'	8'-10'
Prove lunghe	Resistenza alla Velocità	1-2	2-3	20-30 sec	120-150 m	3'-4'	10'

**Tabella 6.25** Indicazioni di lavoro per lo sviluppo della velocità per giovani di 12-17 anni da effettuarsi di corsa, sci o skiroll.

Tipologia di lavoro	Stimolo	Serie	Ripetizioni	Tempo di esecuzione	Distanza	Recupero tra le ripetizioni	Recupero tra le serie
Prove brevi	Velocità pura	4-6	3-5	4-6 sec	30-50m	1'30"-2'	6-8'
Prove medie	Resistenza alla Velocità	2-3	3-4	8-20 sec	60-150m	3'	8'-10'
Prove lunghe	Resistenza alla Velocità	2-3	2-3	20-35" sec	150-200m	3'-4'	10'

**Tabella 6.26** Indicazioni di lavoro per lo sviluppo della velocità per atleti di età superiore ai 17 anni da effettuarsi di corsa, sci o skiroll.

Nella *tabella 6.27* (atleti evoluti) e nella *tabella 6.28* (atleti giovani) sono indicati i parametri del carico da utilizzare per lo sviluppo della velocità. La durata dell'esercizio ad intensità massimale varia in rapporto al mezzo utilizzato. Per la corsa fino ai 8-10" mentre per lo sci e lo skiroll fino ai 15".

Numero serie	Durata esercizio	Numero esercizi	Recupero tra gli esercizi	Recupero tra le serie	Intensità recupero
Da 4 a 5	Da 8" a 15"	da 5 a 7	Da 2' a 4'	Da 4' a 8'	L 1 – L2

**Tabella 6.27** Parametri del carico per lo sviluppo della velocità per lo sci di fondo in atleti evoluti (> 20 anni).

Numero serie	Durata esercizio	Numero esercizi	Recupero tra gli esercizi	Recupero tra le serie	Intensità recupero
Da 4 a 5	Da 8" a 15"	da 4 a 5	Da 2' a 4'	Da 4' a 8'	L 1 – L2

**Tabella 6.28** Parametri del carico per lo sviluppo della velocità per lo sci di fondo in giovani atleti.

Nella *tabella 6.29* sono riportati degli esempi di lavoro relativi alle diverse fasce di età.

Mezzo	14 anni	18 anni	18 anni	20 anni	23 anni
Sci o skiroll	3x(4x10") rec 2/4'	3x(4x12"),rec 2/4'	4x(4x15" ) rec 2/4'	5x(5x15") rec 2/4'	6x(5x15") rec 2/4'
Corsa	3x(4x6") rec 2/4'	3x(4x8") rec 2/3'	4x(4x8") rec 2/3'	5x(5x10") rec 2/3'	6x(5x10") rec 2/3'
Corsa con bastoncini	3x(4x6") rec 2/4'	3x(4x8") rec 2/3'	4x(4x8") rec 2/3'	5x(5x10") rec 2/4'	6x(5x10") rec 2/4'

**Tabella 6.29** Esempi di lavoro per lo sviluppo della velocità per le diverse fasce di età

### 6.2.3 MOBILITÀ ARTICOLARE

La mobilità articolare o flessibilità, è una capacità che influisce positivamente sul gesto atletico sia a livello coordinativo che condizionale. La mobilità è fondamentale per una corretta ed economica esecuzione dei movimenti (tecnica); un suo insufficiente sviluppo facilita l'insorgenza di lesioni muscolari, infortuni e pregiudica le ampiezze e la velocità del movimento. Nello sci di fondo, infatti, se un'atleta possiede una riserva di mobilità, cioè è in grado di eseguire il gesto sportivo senza raggiungere i suoi limiti articolari, può meglio sfruttare i suoi livelli di forza, di velocità, di resistenza e di coordinazione.

Buone prestazioni di mobilità articolare sono il prodotto dell'interazione tra le qualità elastiche dei muscoli, dei tendini e dei legamenti, la forza necessaria per raggiungere l'escursione di movimento permessa dalle caratteristiche anatomiche delle articolazioni, una buona coordinazione intra ed intermuscolare, i programmi motori esistenti e l'efficienza funzionale delle articolazioni.

Nello sci di fondo le articolazioni coinvolte, sia nella tecnica classica sia in quella di pattinaggio, sono quelle della spalla (sterno-claveare, acromion-claveare e scapolo-omerale), dell'anca (coxo-femorale), del bacino (sacro-iliaca), del ginocchio, della colonna vertebrale (tratti cervico-dorsale e dorso-lombare), della caviglia (tibio peroneale distale, tibio-tarsica, sottoastragalica) e quelle del piede (ossa metatarsali).

Nelle due tecniche assumono grande importanza un'efficienza e un buon grado di mobilità dell'articolazione della caviglia (continue sollecitazioni) grazie alla quale l'atleta riesce a eseguire i movimenti tecnici richiesti nel modo più corretto ed economico; nella tecnica classica è rilevante e fondamentale anche l'utilizzo corretto dell'articolazione del piede. Inoltre, per prevenire eventuali infortuni a carico della colonna vertebrale, è molto importante sviluppare una corretta tonicità e mobilità del tratto dorso-lombare, ricordando che il tronco e la cintura addominale lombare sono particolarmente sollecitati durante i movimenti dello sci di fondo.

La mobilità articolare è un presupposto fondamentale della motricità umana, soprattutto di quella sportiva. La sua pratica è una componente del processo di allenamento che non può essere assolutamente trascurata.

Durante la seduta d'allenamento, spesso, viene attribuita poca importanza alla mobilità articolare, o viene eseguita con un paio di esercizi standard come un accessorio "fastidioso". Ha invece un'azione diretta sulla prestazione sportiva: infatti, una mobilità articolare ottimale, permette di realizzare con migliori risultati, impegni di forza e prestazioni di rapidità riducendo inoltre il pericolo di eventuali infortuni. Questi motivi dovrebbero stimolare gli allenatori a riservare molta cura allo sviluppo e al mantenimento di questa capacità.

Per **mobilità** s'intende la capacità di eseguire dei movimenti con grande ampiezza di escursione articolare. Viene generalmente espressa in gradi angolari o in misure lineari ed indica l'ampiezza massimale di movimento.

Gli studiosi sono discordi nel considerare e collocare questa capacità tra quelle coordinative o condizionali, infatti alcuni, per le sue caratteristiche, la considerano una capacità a se stante.

## LIMITI STRUTTURALI

La forma della superficie articolare, la lunghezza e l'estensibilità del muscolo teso sopra l'apparato articolare, l'ampiezza della capsula articolare e la presenza e la disposizione dei legamenti determinano l'entità del movimento articolare dal punto di vista anatomico e fisiologico. A tali strutture si unisce anche la forza (*Harre 1997*), la capacità di rilassamento (decontrazione) e la precisione nella coordinazione delle attivazioni nervose tra muscoli agonisti e antagonisti (*Manno 1987*).

È opportuno ricordare che in ogni sistema articolare intervengono normalmente due muscoli o gruppi muscolari i quali agiscono in contrapposizione: L'**agonista**, mediante la contrazione provoca l'escursione del movimento; l'**antagonista**, mediante le sue capacità di allungamento controlla la velocità di esecuzione e limita l'ampiezza massimale della mobilità articolare. L'escursione articolare ottimale dal punto di vista anatomico - funzionale può essere limitata dalla carenza di forza dei muscoli agonisti, dalla carenza di elasticità degli antagonisti, dalla conformazione dell'articolazione stessa, che non è uguale fra gli individui in quanto dipende dalle leggi genetico - ereditarie, o da disequilibri posturali. È opportuno sostenere perciò che ogni esercitazione per lo sviluppo della mobilità deve tener conto di questi fattori per modificarli fino a dove ciò è possibile.

## FATTORI ENDOGENI ED ESOGENI

Il grado di mobilità può essere notevolmente influenzato da **fattori endogeni** come la possibilità meccanica del movimento, la capacità di estensione della muscolatura antagonista, la struttura e il tipo di articolazione, il volume e il tono muscolare, la capacità di decontrazione della muscolatura antagonista, l'elasticità dei tendini, dei legamenti e delle capsule articolari, le condizioni neurofisiologiche (stato di eccitazione emotiva, capacità di coordinazione, grado di affaticamento), forza degli antagonisti (nell'estensione attiva), valori metabolici (lattato e temperatura corporea). I **fattori esogeni** invece sono: il periodo della giornata, la temperatura esterna, le forze esterne (compagno, gravità, inerzia, ecc.), l'età, il sesso e il biotipo.

Le ore del mattino consentono escursioni articolari inferiori rispetto alle ore pomeridiane inoltre la tensione psichica, l'affaticamento fisico, la bassa temperatura esterna e l'insufficiente riscaldamento del corpo agiscono come fattori limitanti. Lo sci di fondo viene praticato in condizioni di bassa temperatura esterna, condizione non favorevole ad un ottimale sviluppo della mobilità. Le esercitazioni durante l'inverno sono spesso limitate per fattori climatici sfavorevoli, ma si può ovviare organizzando sedute specifiche in palestra.

## **BENEFICI**

Sviluppare la mobilità articolare produce notevoli benefici non solo per quanto riguarda la prestazione sportiva, ma anche per il benessere psico-fisico.

Infatti, allenando tale capacità si riduce la tensione muscolare, si mantengono efficienti le articolazioni, rallentandone l'invecchiamento e lubrificandole, si migliora la prestazione perché una scarsa mobilità incide negativamente sul rendimento, sia dal punto di vista condizionale sia dal punto di vista tecnico, e infine la muscolatura risulta più elastica e si potranno quindi prevenire infortuni muscolari ed osteo-tendinei. Inoltre è indispensabile ricordare che le esercitazioni di mobilità articolare devono essere pianificate in rapporto razionale con l'allenamento della forza. Lo sviluppo della forza, infatti, deve essere accompagnato dal mantenimento del livello di mobilità, o dal suo miglioramento, ove necessario.

## **EVOLUZIONE DELLA MOBILITÀ IN RELAZIONE ALL'ETÀ**

Con il passare degli anni si osserva una progressiva tendenza ad un naturale regresso. In giovane età è quindi fondamentale stimolare attraverso esercitazioni multilaterali questa qualità.

Secondo le esperienze sul campo e derivanti da studi, l'essere umano (maschi e femmine), raggiunge il massimo grado di mobilità verso i 12-15 anni, durante la fase dello sviluppo e crescita dove è ancora facile incidere sull'articolabilità, in quanto la massa muscolare e le strutture tendinee - legamentose sono ancora estremamente elastiche.

Dopo l'adolescenza, con la maturazione progressiva dell'apparato muscolare, essa tende a decrescere.

Si può comunque osservare che la mobilità massimale di certe articolazioni si può raggiungere ancora più tardi; resta in ogni caso certo che lo sviluppo della mobilità si ottiene più facilmente nell'infanzia che nell'età più avanzata. Una corretta programmazione dello sviluppo e del mantenimento della mobilità nell'allenamento sportivo consente di migliorare le prestazioni e l'apprendimento di nuovi gesti motori, di facilitare il recupero organico, di migliorare gli equilibri posturali, di prevenire o recuperare eventuali infortuni e di migliorare la consapevolezza del proprio corpo.

## **METODI PER LO SVILUPPO DELLA MOBILITÀ ARTICOLARE**

Generalmente le metodiche per lo sviluppo della mobilità articolare vengono distinte in due categorie:

La **mobilità attiva o dinamica**: costituita dalla massima escursione articolare ottenuta mediante le capacità di contrazione dei muscoli o dei gruppi muscolari agonisti e le capacità elastiche (decontrazione) dei muscoli antagonisti. Le esercitazioni dinamiche vengono effettuate attraverso l'alternanza ritmica e l'ampliamento del movimento mediante esercizi di slancio o flessione eseguiti in due tempi con uno o più molleggi.

I metodi di tipo attivo possono indurre ad infortuni e perciò a volte sono sconsigliati.

La **mobilità passiva**: rappresenta la massima escursione articolare e si ottiene sfruttando passivamente le capacità elastiche dei muscoli antagonisti. Ne consegue che stimolando la possibilità articolare mediante la tenuta di posizioni a corpo libero, (dal peso del proprio corpo, l'aiuto di un compagno o tecnico, l'utilizzo di attrezzi o di sostegni vari) è importante nella prevenzione degli infortuni.

Le esercitazioni sono di tipo statico e possono prevedere l'impiego di forze esterne controllate ed eseguite mantenendo la massima ampiezza di movimento per un tempo relativamente lungo (stretching) oppure raggiungendo in un tempo la massima ampiezza di movimento e mantenendola per altri due o tre tempi.

## **TIPI DI ESERCITAZIONI**

L'allenamento della mobilità articolare deve avere due finalità: il miglioramento della mobilità articolare e il miglioramento della capacità di allungamento della muscolatura.

L'allenamento della mobilità generale delle articolazioni è eseguito con 4 /5 esercizi di ginnastica attiva che vengono riuniti a formare un programma che si orienta su circuiti funzionali del sistema globale del nostro apparato di movimento (es. articolazione scapolo-omerale e estremità superiori, bacino ed articolazione coxo-femorale, articolazione dell'anca e tutte le estremità inferiori).

Le caratteristiche metodiche d'esecuzione degli esercizi sono:

- l'utilizzo dell'intera escursione del movimento, in modo da sfruttare ed allargare l'ampiezza individuale attuale di movimento;
- il ritmo d'esecuzione deve essere da continuo a moderatamente veloce;
- la ripetizione di ogni esercizio (da 10 a 20 volte);

- la possibilità di prevedere anche forme di esercizio passive ed attive con attrezzi.

L'allenamento della capacità di allungamento della muscolatura prevede le seguenti metodiche:

Lo **stretching dinamico o balistico**: consiste in contrazioni ripetitive del muscolo agonista allo scopo di produrre veloci estensioni del muscolo antagonista e viene utilizzato nell'allenamento sportivo agonistico.

La tecnica balistica, anche se apparentemente efficace può causare lesioni muscolo-tendinee, ma non tutti gli esercizi pendolari o molleggiati sono pericolosi e, come tali, da evitare.

Per questo tipo di esercizi valgono i seguenti principi metodologici:

- gli esercizi devono presentare esecuzioni controllate dei movimenti;
- l'allungamento non deve essere brusco e violento, ma il movimento di oscillazione deve essere eseguito in modo morbido e fluido;
- il grado di allungamento viene gradualmente aumentato nelle successive ripetizioni, fino al massimo allungamento degli antagonisti (Hollmann, Hettinger 1980);
- i muscoli che debbono essere allungati precedentemente vanno ben riscaldati;
- il numero delle ripetizioni è tra 10 e 20.

Lo **stretching statico**: consiste in brevi esercitazioni variabili dai 20" ai 40" comprendenti esercizi di massimo allungamento muscolare secondo le linee fisiologiche di funzionalità. La tecnica di esecuzione prevede il lento raggiungimento della posizione di allungamento ed il suo mantenimento per almeno 20"- 30". Durante l'esecuzione la funzione respiratoria non deve subire modificazioni, ma proseguire regolarmente. Nei primi 5" necessari per raggiungere il massimo allungamento bisogna ricercare la massima decontrazione muscolare; sapersi decontrarre è la condizione prima per la validità del metodo come l'ascolto dei segnali di dolore che non dovrebbero essere raggiunti.

**P. F. N. (Facilitazione Neuromuscolare Propriocettiva)**: consiste in una metodica che utilizza varie tecniche basate su una successione di contrazione – rilasciamento - stiramento del muscolo.

La particolarità che la contraddistingue dallo "stretching classico" è soprattutto la contrazione isometrica (6") che si effettua prima dello stiramento. Questa contrazione fa scattare il meccanismo di riflesso inverso da stiramento e permette nel rilassamento successivo la possibilità di raggiungere ampiezze articolari maggiori. Questo metodo risulta efficace ma necessita di aiuti tecnici-esperti e di una notevole esperienza specifica; è usato nella riabilitazione e nei casi dove la scarsa mobilità di un distretto articolare condiziona negativamente il gesto atletico specifico.

**L'allungamento muscolare decompensato**: il principio ispiratore di questo metodo si basa sulla visione del nostro sistema muscolare per "catene cinetiche" che sono allungate contemporaneamente mediante particolari posture di stiramento in forma attiva e passiva. Consiste in esercitazioni statiche con il mantenimento di posture corrette in scarico (dorso a terra), in semicarico (seduti) o in carico (in piedi) che permettono l'allungamento di gruppi muscolari compresi nelle diverse catene cinetiche. Viene attribuita una particolare importanza al mantenimento di posizioni che non permettano compensi. Alcune esercitazioni di tipo "classico" che prevedono l'allungamento in forma analitica di un muscolo o gruppi muscolari mettono in atto involontariamente delle forme di compenso in altri distretti muscolari, vanificando completamente o in parte il risultato dell'esercitazione. Questa metodica pone attenzione alla respirazione e alla correzione di eventuali disequilibri posturali ed è utilizzata, oltre che in ambito sportivo, anche in ambito riabilitativo e rieducativo.

#### **ESERCIZI PRINCIPALI:**

- spinte, slanci, circonduzioni delle braccia da fermi o coordinate alle varie andature;
- saltelli vari su un solo arto o su due;
- saltelli con rotazione attorno all'asse longitudinale;
- esercizi di stretching passivo e decompensato;
- esercitazioni generali della tecnica dello sci di fondo alla massima ampiezza ed escursione angolare degli arti, sia sul posto che in avanzamento;
- esercitazioni sia in tecnica classica che in tecnica di pattinaggio alla massima ampiezza ed escursione angolare degli arti.

## CAPITOLO 7

### ORGANIZZAZIONE E COSTRUZIONE DEL PROCESSO DI ALLENAMENTO

In questo capitolo vengono descritte le tappe della programmazione dell'allenamento a lungo termine, le indicazioni e i dettagli per la loro realizzazione e gli elementi strutturali della programmazione dell'allenamento. Per questo lavoro, volutamente, si è ritenuto opportuno considerare solo le fasce di età che vanno dall'avviamento all'attività sportiva fino alla categoria Under 23, in quanto queste rappresentano il periodo temporale necessario per la completa formazione di un atleta dello sci di fondo.

Gli obiettivi prefissati e la tipologia di lavoro svolta dopo la categoria Under 23 sono condizionati da molteplici fattori come ad esempio le caratteristiche fisiologiche dei singoli o gli appuntamenti di massimo rilievo (Giochi Olimpici, Mondiali), ma comunque riguardano, per la nostra Federazione, un numero molto ristretto di soggetti. Per questo motivo si è ritenuto opportuno non approfondire i vari aspetti della programmazione dell'allenamento degli atleti oltre i 23 anni.

I valori numerici riportati di questo capitolo sono stati estrapolati attraverso dei modelli matematici e quindi non vanno considerati in senso assoluto ma solo come delle indicazioni di massima.

#### 7.1 TAPPE DELLA PROGRAMMAZIONE DELL'ALLENAMENTO A LUNGO TERMINE

La programmazione dell'allenamento a lungo termine è uno degli elementi fondamentali per l'incremento della capacità prestativa di un atleta; la velocità con la quale si migliora è determinata e influenzata da due importanti fattori che sono: il carico di allenamento ed il carico di gara. I processi di adattamento, conseguenti all'allenamento, si ottengono solo se i mezzi di allenamento raggiungono intensità e quantità adeguate alle capacità individuali.

L'allenamento svolto in più anni consente di ottenere risultati sportivi di alto livello. Sono state considerate le fasce di età che vanno dall'avviamento all'attività sportiva fino alla categoria Under 23 che rappresentano il periodo necessario per la completa formazione di un fondista. Gli obiettivi e la tipologia del lavoro successivo sono condizionati da molteplici fattori come le caratteristiche fisiologiche soggettive o gli appuntamenti agonistici più rilevanti come le Olimpiadi o i campionati mondiali e riguardano un limitato numero di atleti.

I valori numerici riportati nelle tabelle contenute nel capitolo sono stati estrapolati da modelli matematici e non vanno quindi considerati in senso assoluto, ma soltanto come indicazioni di massima.

La pianificazione di un ciclo pluriennale di allenamento nello sci di fondo si sviluppa attraverso cinque tappe fondamentali:

- 1) **avviamento all'attività sportiva (7-10 anni);**
- 2) **preparazione iniziale (11-12 anni);**
- 3) **preparazione di base (13-16 anni);**
- 4) **preparazione specializzata di base (17-20 anni);**
- 5) **preparazione alle massime prestazioni (21-23 anni).**

Ogni tappa si differenzia per durata, scopi, obiettivi e contenuti di fasce di età definite, ma non fisse. L'orientamento del processo d'allenamento nelle diverse tappe, l'entità del carico, la scelta dei mezzi e dei metodi di allenamento, dovrà essere programmata considerando, oltre all'età dell'atleta, anche i processi di sviluppo dei diversi organi e sistemi che avvengono in tempi diversi.

“La crescita delle possibilità fisiche e funzionali può essere mantenuta solo con una stimolazione continua dei processi di adattamento. Se nella fase di passaggio da una tappa a quella successiva, non sono introdotti elementi stimolanti di diversa natura, la reazione dell'organismo si attenua con la conseguente diminuzione dell'intensità dell'adattamento che produrrà una stabilizzazione del livello dell'allenamento e dei risultati sportivi. L'intensificazione di un allenamento concepito in prospettiva pluriennale, deve prevedere un programma che incorpori durante le diverse tappe, elementi nuovi a complessità crescente.

#### 1) L'avviamento all'attività sportiva (7-10 anni)

**Obiettivi generali:** l'attività sportiva in questa prima tappa ha lo scopo principale di ampliare il patrimonio di conoscenze motorie e di rafforzare la salute e il benessere dei bambini.

È caratterizzata dall'esecuzione di un'ampia gamma di movimenti utilizzando soprattutto esercitazioni tratte da sport diversi, con l'obiettivo principale di ampliare al massimo il patrimonio di conoscenze motorie del soggetto, e di rafforzare la salute e il benessere dei bambini. In questa fase la specializzazione dev'essere completamente assente. Sono privilegiate esperienze di apprendimento tecnico-sportivo non fini a se stesse

o all'agonismo sportivo, ma usate in modo variato per perseguire principalmente l'apprendimento e lo sviluppo delle capacità coordinative. Un importante ruolo ha il gioco sportivo: è il mezzo ideale per l'avviamento all'attività sportiva e rappresenta una delle motivazioni più forti all'apprendimento dei bambini, sia per la sua finalità pedagogica e formativa, sia come mezzo di sviluppo delle capacità coordinative e condizionali. Il gioco non fine a se stesso bensì utilizzato consapevolmente implicando precisi obiettivi tecnici, cognitivi e sociali di apprendimento. L'attività agonistica deve essere inserita in questo contesto e il bambino non riconoscerà nella competizione un mezzo per affermarsi, ma semplicemente un modo per interagire nel gruppo e verificare le abilità sviluppate.

**Obiettivi tecnici:** per quanto riguarda l'apprendimento della tecnica, è necessario che si espliciti attraverso l'esecuzione di esercizi vari e soprattutto con mezzi diversificati, in modo che le prime esperienze sulla neve, sia dal punto di vista dell'ambientamento che dello scivolamento, siano numerose e complete. In questa fase di apprendimento non si deve cercare di stabilizzare la tecnica motoria per fissare modelli di azione diretti all'ottenimento di determinati risultati sportivi, ma bisogna acquisire una base tecnica multiforme che presupponga un ampio e diversificato insieme di azioni motorie anche non direttamente collegabili ad un'unica disciplina di scivolamento. Si tratta di un passaggio fondamentale per il successivo perfezionamento tecnico.

**Obiettivi coordinativi:** in questa fascia di età vi sono tutti i presupposti anatomici, fisiologici e motori favorevoli al rapido sviluppo delle capacità coordinative soprattutto generali e in parte speciali. Una **fase sensibile** che garantisce un apprendimento caratterizzato dallo sviluppo e dal perfezionamento degli schemi motori di base: camminare, saltare, correre, strisciare, scivolare, rotolarsi, tuffarsi, arrampicarsi, spingere, tirare, lanciare, dondolare e afferrare, i quali saranno fondamentali per l'apprendimento e il successivo controllo motorio. Per quanto riguarda la coordinazione speciale, particolare attenzione dev'essere rivolta, soprattutto in forma ludica, all'apprendimento delle seguenti capacità coordinative ritenute fondamentali nella pratica dello sci di fondo: combinazione e accoppiamento, equilibrio, orientamento spazio - temporale, reazione, differenziazione, ritmizzazione, anticipazione e trasformazione.

**Obiettivi condizionali:** l'obiettivo è di promuovere e sviluppare una crescita armonica e completa dei ragazzi attraverso lo sviluppo delle qualità fisiche fondamentali. Particolare attenzione dev'essere rivolta all'apparato di sostegno, regolando e sviluppando in maniera simmetrica i muscoli anti-gravitari, locomotori e stabilizzatori. Inoltre, dato che la maggior parte delle strutture nervose sono vicine alla forma adulta, ci sono tutti i presupposti per lo sviluppo, sia della rapidità dei movimenti che della forza rapida e della resistenza alla forza. Per quanto riguarda la forza, è indispensabile che le resistenze esterne siano scarse, tali da rendere possibile un'elevata rapidità di contrazione (forza rapida), o un numero considerevole di ripetizioni, sufficienti a ottenere un effetto elementare d'allenamento (resistenza alla forza). L'allenamento della forza dovrà essere indirizzato allo sviluppo della sua differenziazione dinamica con carichi bassi proporzionati alle capacità dei ragazzi. Per quanto riguarda la rapidità, particolare attenzione dev'essere rivolta allo sviluppo della capacità di reazione motoria e di eseguire movimenti a elevata frequenza.

Nella *tabella 7.1* sono riportate le principali finalità della tappa di avviamento all'attività sportiva

Tappa della preparazione	Categoria	Età	Obiettivi	Principali finalità nella programmazione dell'allenamento a lungo termine
Avviamento all'attività sportiva	Baby e Baby sorint	7-10 anni	Generali	1) Promozione sportiva, attività agonistica in forma esclusivamente ludica 2) Socializzazione 3) Rafforzamento salute e benessere dei bambini 4) Coinvolgimento emotivo nell'attività sportiva
			Tecnici specifici	5) Prime esperienze sulla neve 6) Esperienze multilaterali di scivolamento
			Capacità coordinative	7) Sviluppo delle capacità coordinative generali ed in parte specifiche attraverso il gioco 8) Sviluppo e consolidamento dello schema corporeo e degli schemi motori di base 9) Sviluppo della precisione nell'esecuzione dei movimenti semplici
			Capacità condizionali	10) Sviluppo strutturale armonioso della motricità e delle qualità fisiche di base (equilibri muscolari) 11) Sviluppo dell'apparato di sostegno in forma simmetrica (muscoli anti-gravitari, locomotori e stabilizzatori) 12) Inizio sviluppo forza rapida 13) Sviluppo della rapidità, della velocità di azione e di reazione motoria in forma ludica

**Tabella 7.1** Principali finalità della tappa di avviamento all'attività sportiva.

## 2) La preparazione iniziale (11-12 anni)

**Obiettivi generali:** in questa tappa, oltre a rafforzare ulteriormente la salute e il benessere generale dei ragazzi, l'obiettivo principale è di apprendere le prime norme e regole della disciplina. La competizione non deve avere l'obiettivo di raggiungere risultati agonistici, ma di utilizzare e verificare gli insegnamenti tecnici appresi attraverso competizioni atte a sviluppare e consolidare capacità coordinative specifiche dello sci di fondo. Anche in questa fase l'attività ludica ricopre un ruolo importante, soprattutto attraverso l'esecuzione di giochi finalizzati, atti a migliorare sia il possesso dell'efficienza motoria che l'apprendimento tecnico.

**Obiettivi tecnici:** dal punto di vista tecnico, l'obiettivo è di acquisire le basi della tecnica dello sci di fondo attraverso l'apprendimento delle fasi principali e fondamentali del movimento (azione di caricamento e di spinta) che permettono l'avanzamento del corpo in scivolata. Particolare attenzione dev'essere rivolta alla posizione e allo spostamento corretto del peso del corpo; azioni motorie fondamentali per apprendere le basi della tecnica. Va data molta attenzione alla ricerca della fluidità del movimento, alla capacità di ripeterlo con precisione e alla percezione corporea.

**Obiettivi coordinativi:** l'obiettivo è di incrementare ulteriormente l'apprendimento delle capacità coordinative generali e speciali attraverso una preparazione multilaterale con volumi modesti di esercizi speciali. In questa tappa l'abilità motoria del giovane fondista aumenta. Egli presenta una capacità nel controllo dei movimenti superiore alla tappa precedente grazie ad una maggiore strutturazione delle capacità coordinative speciali con diversa sicurezza e precisione in forma automatizzata e con continuità.

**Obiettivi condizionali:** l'obiettivo principale è di intensificare lo sviluppo delle qualità fisiche fondamentali. Particolare attenzione va rivolta allo sviluppo della rapidità e della velocità di movimento che in questa fase, grazie alla stabilizzazione evolutiva del S.N.C., raggiunge il suo massimo valore. Si raccomanda inoltre di sviluppare la capacità di resistenza aerobica, soprattutto attraverso attività ludiche ed esercitazioni eseguite a bassa intensità di durata progressivamente crescente e a ritmo costante. Per quanto riguarda la forza iniziano le prime esperienze con l'utilizzo di piccoli sovraccarichi per il trofismo sia degli arti superiori che di quelli inferiori, congiuntamente a lavori di stabilizzazione e di rinforzo della muscolatura del tronco. È il momento dove la differenza di sviluppo tra i sessi è più evidente; le giovani donne sono spesso già entrate nello sviluppo della pubertà e i maschi ancora in un periodo di giovinezza preadolescenziale.

Nella *tabella 7.2* sono riportate le principali finalità della tappa di preparazione iniziale

Tappa della preparazione	Categoria	Età	Obiettivi	Principali finalità nella programmazione dell'allenamento a lungo termine
Preparazione iniziale	Cuccioli	11 - 12 anni	Generali	1) Acquisizione delle prime norme di disciplina, attività agonistica con obiettivi ludici 2) Ricerca e sviluppo delle motivazioni 3) Rafforzamento salute e benessere dei bambini 4) Rispetto delle regole
			Tecnici specifici	5) Acquisizione delle basi della tecnica 6) Prime esperienze consapevoli dei principi della tecnica specifica
			Capacità coordinative	7) Sviluppo multilaterale delle qualità fisiche in forma ludica 8) Ulteriore sviluppo delle capacità coordinative generali e specifiche 9) Sviluppo della precisione nell'esecuzione dei movimenti più complessi in tutti i piani dello spazio
			Capacità condizionali	10) Proseguire lo sviluppo strutturale simmetrico dei vari gruppi muscolari (catene di spinta e trazione) 11) Sviluppo marcato della rapidità, della velocità e della frequenza dei movimenti (giochi sportivi, staffette, circuiti) 12) Prime esperienze di utilizzo di piccoli sovraccarichi (palle zavorrate) per rinforzo di arti superiori e inferiori 13) Primi lavori di stabilizzazione e rinforzo della muscolatura del tronco

**Tabella 7.2** Le Principali finalità della tappa di preparazione iniziale.

### 3) La preparazione di base (13-16 anni)

**Obiettivi Generali:** oltre ad approfondire le norme della disciplina sportiva, in questa tappa l'obiettivo principale è di educare e soprattutto motivare il giovane fondista alla pratica sportiva. In questo periodo i ragazzi denotano molto spesso poca disponibilità all'impegno, sono pigri e soprattutto si evidenzia un calo d'interesse verso l'attività motoria. L'inizio della maturazione sessuale comporta, oltre a modificazioni morfologiche, altri cambiamenti che possono influire sugli aspetti affettivi, comportamentali e socio-relazionali. Tutto ciò può provocare un sentimento d'insicurezza nei confronti del gruppo e dei suoi giudizi e di timidezza nel mostrarsi agli altri. Fondamentale è il ruolo educativo e formativo dell'allenatore, che deve stimolare il giovane fondista a una partecipazione attenta e cosciente, facendo molta attenzione ai temi da trattare ed a come vengono proposti. La pre-condizione essenziale alla quale l'allenatore deve mirare è quella di rendere motivanti ed interessanti le proposte affinché stimolino l'attenzione del giovane su tutto ciò che andrà a realizzare.

**Obiettivi Tecnici:** dal punto di vista tecnico l'obiettivo è di approfondire le basi della tecnica dello sci di fondo per arrivare, aumentando progressivamente l'esecuzione di esercizi speciali e specifici, ad un buon livello di perfezionamento. Al termine di questa tappa il giovane fondista dev'essere in grado di eseguire, in modo sufficientemente corretto, molti esercizi tecnici con precisione e fluidità e di consolidare quindi numerose abilità tecnico-specifiche. La componente tecnica dev'essere affiancata da una sufficiente consapevolezza dell'esecuzione, stimolando i giovani all'approfondimento cosciente dell'attività svolta.

**Obiettivi Coordinativi:** l'obiettivo principale in questa fase, è soprattutto quello di rielaborare le capacità coordinative in relazione allo sviluppo corporeo. I mutamenti morfologici tipici del periodo preadolescenziale (12-14 anni), caratterizzati da un aumento considerevole della statura e della struttura morfologica degli arti, incidono negativamente sulla capacità di controllo dei movimenti.

La capacità di apprendimento non è molto sviluppata e risultati (spesso mediocri), sono raggiunti impiegando molto più tempo rispetto ad allievi più giovani. Le azioni motorie appaiono goffe, sgraziate e poco fluide. I ragazzi incontrano difficoltà a ripetere con costanza le abilità anche già conosciute. In questo periodo è possibile che si verifichino delle stasi momentanee di apprendimento motorio. Superato questo momento, è importante recuperare l'apprendimento e il controllo motorio, rielaborando e proponendo una varietà di esercitazioni in modo tale che al termine di questa fase il giovane fondista sia in grado di eseguire movimenti con fluidità e precisione. L'apprendimento non avviene più per "imitazione", ma è il risultato di una forte capacità di analisi del movimento. La migliorata capacità di anticipazione, di adattamento e trasformazione dei movimenti, permetteranno al giovane fondista di affrontare situazioni improvvise e poco abituali.

**Obiettivi Condizionali:** l'obiettivo è di incrementare lo sviluppo multilaterale delle capacità condizionali attraverso elevati volumi di lavoro rivolti soprattutto all'aumento delle capacità aerobiche. Atleti di 13-16 anni tollerano facilmente grandi quantità di lavoro a carattere aerobico; l'incremento massimo si rileva proprio tra i 15 e i 16 anni. La formazione della capacità aerobica rappresenta inoltre un presupposto per un'efficace costruzione di quella anaerobica. L'aumento dei carichi di lavoro è determinato soprattutto dall'aumento delle unità di allenamento. Per quanto riguarda la forza è importante intensificare i lavori per raggiungere uno sviluppo muscolare simmetrico ed equilibrato, attraverso mezzi di allenamento generali, speciali e specifici.

Nella *tabella 7.3* sono riportate le principali finalità della tappa di preparazione di base.

Tappa della preparazione	Categoria	Età	Obiettivi	Principali finalità nella programmazione dell'allenamento a lungo termine
Preparazione di base	Ragazzi e Allievi	13 - 16 anni	Generali	1) Formazione educativa e sportiva delle motivazioni 2) Approfondimento delle norme della disciplina
			Tecnici specifici	3) Conoscenza e approfondimento delle basi della tecnica (utilizzo del video) 4) Progressivo incremento del lavoro specifico 5) Sviluppo e consolidamento delle abilità tecnico specifiche
			Capacità coordinative	6) Sviluppo e consolidamento di molteplici abilità motorie 7) Rielaborazione della capacità coordinative in relazione allo sviluppo corporeo 8) Consapevolezza e coscienza degli apprendimenti motori
			Capacità condizionali	9) Sviluppo multilaterale delle capacità condizionali 10) Progressivo incremento dei carichi e delle unità di allenamento 11) Allenamento marcato per la costruzione muscolare in modo equilibrato e simmetrico 12) Utilizzo di esercizi multiarticolari per il miglioramento della capacità intermuscolare

**Tabella 7.3** Le principali finalità della tappa di preparazione di base.

#### 4) La preparazione specializzata di base (17-20 anni)

**Obiettivi Generali:** l'obiettivo è di sviluppare nel giovane fondista comportamenti educativi e abitudini sportive stabili, attraverso contenuti e piani d'intervento che interessano tutti gli aspetti psico-fisici della persona umana. Tale metodica è importante affinché i giovani acquisiscano, in questa fase, interesse, motivazione, controllo e abilità specifiche rivolte al miglioramento a lungo termine delle loro prestazioni. In questa tappa l'obiettivo è usare massivamente mezzi che consentono di aumentare il potenziale funzionale dell'organismo senza applicare un grande volume di lavoro. Carichi più intensi di tipo specializzato saranno programmati durante la tappa successiva. Gli atleti che nella tappa di preparazione specializzata di base utilizzano carichi elevati, raggiungono spesso successi agonistici in questa fase, ma rischiano di compromettere le possibilità di ottenere successivamente risultati di alto livello. Particolare attenzione dev'essere rivolta inoltre alla gestione dell'intensità e alle tattiche di gara.

**Obiettivi Tecnici:** in questa fase della programmazione la preparazione tecnica acquisisce un carattere specializzato, aumentando notevolmente l'esecuzione di esercitazioni speciali e soprattutto specifiche in situazioni diversificate con maggiori difficoltà di interpretazione. Il raggiungimento di un elevato livello tecnico ha un duplice obiettivo:

- a) riuscire ad applicare correttamente la forza durante l'esecuzione dei diversi passi;
- b) eseguire gesti motori specifici della disciplina con il minimo dispendio energetico.

Al termine di questo periodo l'obiettivo che il fondista deve raggiungere, è il perfezionamento del gesto tecnico ricercando nell'esecuzione dei movimenti precisione, fluidità ed efficacia.

Inoltre, l'esecuzione di un'abilità motoria complessa quale lo sci di fondo, richiede un controllo cosciente soprattutto quando questa è eseguita alla massima velocità di avanzamento. Dev'essere raggiunto un buon livello di consapevolezza e controllo del gesto tecnico tale da permettere eventuali modifiche esecutive.

**Obiettivi Coordinativi:** l'obiettivo è di consolidare ulteriormente le capacità coordinative specifiche (combinazione e accoppiamento, equilibrio, orientamento spazio-temporale, reazione, differenziazione dinamica, ritmizzazione, anticipazione e trasformazione), attraverso una costante ripetizione degli esercizi in modo da facilitare l'apprendimento del gesto motorio corretto e gli automatismi durante la competizione. Tale consolidamento è frutto di continui adattamenti del gesto in rapporto alle più svariate condizioni per permettere all'atleta di trovarsi a proprio agio in qualsiasi situazione (sviluppo della coordinazione nella sua forma variabile ed avanzata).

**Obiettivi Condizionali:** la pianificazione della preparazione funzionale dev'essere realizzata tenendo conto esclusivamente della futura specializzazione degli atleti. L'allenamento va organizzato dando una marcata alternanza ciclica ai carichi di lavoro, i quali saranno rivolti progressivamente sempre più alla specializzazione, con l'utilizzo di pratiche sempre più specifiche. È preferibile che il periodo di carico sia al massimo doppio rispetto a quello di scarico considerato che i giovani hanno ancora difficoltà a sopportare grandi volumi di allenamento per lunghi periodi. In merito allo sviluppo della forza sono indicate, oltre alle esercitazioni a carico naturale e con sovraccarichi, anche quelle con il mezzo specifico (sci) e speciale (skiroll); queste ultime in particolare per lo sviluppo della forza resistente e rapida. È importante stimolare e sviluppare nel giovane atleta la capacità di fornire feedback rispetto al lavoro sostenuto, alla sua intensità e al carico interno prodotto, per consentire una migliore e condivisa programmazione dell'allenamento.

Nella *tabella 7.4* sono riportate le principali finalità della tappa di preparazione specializzata di base.

Tappa della preparazione	Categoria	Età	Obiettivi	Principali finalità nella programmazione dell'allenamento a lungo termine
Preparazione specializzata di base	Aspiranti e juniores	17 - 20 anni	Generali	1) Preparazione tattica e psicologica alle gare 2) Assimilazione stili e abitudini comportamentali legate all'attività sportiva
			Tecnici specifici	3) Perfezionamento tecnico 4) Sviluppo approfondito delle capacità motorie con mezzi specifici 5) Conoscenza approfondita della tecnica specifica
			Capacità coordinative	6) Consolidamento delle capacità coordinative e delle abilità motorie specifiche 7) Esercizi coordinativi sotto pressione temporale e di precisione
			Capacità condizionali	8) Metodi e carichi orientati alla specializzazione 9) Sviluppo e mantenimento delle capacità condizionali (resistenza, velocità, rapidità) 10) Sviluppo della forza nelle sue diverse espressioni (massima, esplosiva, pliometrica, resistente, ipertrofica) 11) Sviluppo della muscolatura di sostegno del tronco (addominali e lombari)

**Tabella 7.4** Le principali finalità della tappa di preparazione specializzata di base.

## 5) La preparazione alle massime prestazioni (21-23 anni).

**Obiettivi Generali:** l'obiettivo principale è di utilizzare al massimo tutti i mezzi e le metodiche di allenamento individualizzate al fine di raggiungere e mantenere massimi livelli prestativi. I valori totali del volume e del lavoro intensivo d'allenamento raggiungono l'apice. Si programmano principalmente sedute con carichi elevati, intensificando l'attività di gara, la preparazione psichica, tattica e globale. In questa fase l'atleta raggiunge le condizioni organiche in assoluto più favorevoli e un elevato livello di conoscenze e competenze specifiche che gli consentono carichi di allenamento molto intensi e complessi, indispensabili per ottenere i massimi risultati. Uno dei fattori principali per il mantenimento del livello di prestazione, è inoltre la maturità tattica che dipende direttamente dall'esperienza di gara dell'atleta.

**Obiettivi Tecnici:** in questa fase è molto importante dedicare una grande attenzione al perfezionamento della tecnica. La personalizzazione assume un ruolo determinante. Le qualità tecniche dell'atleta si adattano alle caratteristiche fisiche del soggetto. L'elevata motivazione, soprattutto negli atleti di alto livello, consente spesso di risolvere alcuni problemi d'impostazione. Si deve cercare di variare il più possibile le esercitazioni, aumentandone la difficoltà e la complessità d'esecuzione.

**Obiettivi Coordinativi:** l'obiettivo coordinativo principale è di adottare in maniera variabile il gesto tecnico specifico e di riuscire, attraverso esercitazioni speciali e non, a modificarlo e personalizzarlo in modo da poterlo sfruttare nella molteplicità delle situazioni che possono verificarsi. La variabilità del gesto inoltre permette agli atleti di consolidare in maniera definitiva i principi della tecnica e di utilizzarli in maniera automatizzata anche nella pratica di esercitazioni con vincoli temporali e di precisione che possono ricalcare le caratteristiche della gara. Si raggiunge il consolidamento della coordinazione nella sua forma variabile e avanzata. L'atleta percepisce e modifica il gesto tecnico utilizzandolo in qualsiasi condizione ambientale, valutandone l'efficienza e creando nuove forme di espressione tecnica in funzione alle necessità.

**Obiettivi Condizionali:** questa tappa è caratterizzata da un approccio alla programmazione dell'allenamento molto individuale, che prevede un notevole incremento del carico di allenamento e uno sviluppo massimale delle capacità condizionali. Una pratica pluriennale di allenamento serve anche a comprendere in modo preciso e dettagliato le caratteristiche personali dell'atleta utili alla personalizzazione del programma. Questo consente di individuare i metodi e i mezzi più adatti per ottenere i migliori risultati dall'allenamento. Durante questa fase è necessario introdurre esercizi nuovi e più complessi dei precedenti anche attraverso mezzi non specifici in grado di stimolare fortemente la capacità di prestazione.

Nella *tabella 7.5* sono riportate le principali finalità della tappa di preparazione alla massima prestazione.

Tappa della preparazione	Categoria	Età	Obiettivi	Principali finalità nella programmazione dell'allenamento a lungo termine
Preparazione alla massima prestazione	Under 23	21 - 23 anni	Generali	1) Raggiungimento di elevate capacità di prestazione 2) Ricerca di stabilità nelle prestazioni
			Tecnici specifici	3) Consapevolezza e conoscenza specifica approfondita 4) Personalizzazione tecnica 5) Massima consapevolezza ed efficienza nell'esecuzione tecnica 6) Elaborazione di soluzioni tecniche innovative
			Capacità coordinative	7) Utilizzo delle esercitazioni coordinative per creare variabilità 8) Utilizzo delle esercitazioni coordinative per migliorare aspetti tecnici specifici 9) Utilizzo di esercizi per sviluppare la coordinazione in condizioni di pressione 10) Programmazione individualizzata dell'allenamento
			Capacità condizionali	11) Notevole incremento del carico 12) Massima specializzazione dell'allenamento 13) Sviluppo e mantenimento massimale delle capacità condizionali

**Tabella 7.5** Le principali finalità della tappa di preparazione alla massima prestazione.

## 7.2 ELEMENTI STRUTTURALI DELLA PROGRAMMAZIONE DELL'ALLENAMENTO

I programmi di allenamento rappresentano le linee guida del processo di allenamento sia a breve che a lungo termine. Prevede la distinzione di alcuni elementi strutturali che, dal più piccolo al più grande, riportiamo sinteticamente:

- **unità di allenamento (Ua):** singola seduta di allenamento.
- **giornata di allenamento:** insieme di una o più Ua organizzate nella stessa giornata.
- **microciclo:** serie di Ua organizzate in più giorni finalizzate al raggiungimento di uno o più obiettivi allenanti. Solitamente il microciclo rappresenta una settimana di allenamento.
- **mesociclo:** insieme di più microcicli (da 2 a 5).
- **macrociclo:** periodo temporale che va dall'inizio della preparazione fino al periodo di recupero dopo il periodo agonistico. I macrocicli sono cicli plurimensili che comprendono più mesocicli. Il macrociclo è suddiviso in periodo preparatorio, periodo agonistico e periodo di transizione
- **programmazione pluriennale:** pianificazione dell'allenamento su un periodo temporale di più anni. La programmazione pluriennale riguarda sia la programmazione dell'allenamento a lungo termine che la programmazione dell'allenamento di un ciclo olimpico.

### 7.2.1 UNITÀ DI ALLENAMENTO E LA LORO ORGANIZZAZIONE

L'unità di allenamento rappresenta l'elemento strutturale più piccolo del processo di allenamento. Il principale fattore che caratterizza le Ua è il carico di lavoro determinato in particolare dal volume e dall'intensità. L'unità di allenamento può essere strutturata come segue:

- **parte introduttiva;**
- **parte principale o centrale;**
- **parte conclusiva.**

**Parte introduttiva:** ha lo scopo di preparare sia psicologicamente che fisicamente l'atleta alla parte principale. In ogni seduta di allenamento si devono creare le condizioni per ottenere la massima disponibilità da parte dell'atleta nell'affrontare il compito allenante.

Inizialmente si devono illustrare gli obiettivi dell'Ua suggerendo eventuali consigli sia tecnici che metodologici. L'atleta successivamente dovrebbe preparare l'organismo, attraverso un adeguato riscaldamento, alla parte principale. La sua durata varia dai 15' ai 30'.

**Parte principale:** comprende i compiti più importanti dell'Ua finalizzati a ottenere gli adattamenti previsti in sede di programmazione. La sua durata è determinata dall'entità del carico.

**Parte conclusiva:** introduce e favorisce i processi di recupero, dopo la parte principale, attraverso esercitazioni di bassa intensità e diminuendo quindi il carico psicofisico.

Dal punto di vista pedagogico è opportuno confrontarsi con l'atleta per conoscere le sue sensazioni durante l'allenamento. È importante inoltre che la seduta di allenamento termini creando i presupposti per affrontare piacevolmente la successiva Ua. Le Ua possono essere classificate come segue:

- **Ua Principali;**
- **Ua Complementari.**

**Unità di allenamento principali:** hanno lo scopo di realizzare gli obiettivi più importanti del processo di allenamento sia in termini di volume che di intensità.

**Unità di allenamento complementari:** sono da supporto alle Ua principali nel caso di carichi di allenamento con lo stesso carattere, oppure possono essere finalizzate a favorire i processi di adattamento e/o di recupero. Se l'obiettivo di un'Ua complementare è ad esempio quello di favorire lo sviluppo della capacità aerobica già stimolata attraverso un'Ua principale, il lavoro potrebbe essere così organizzato:

- 1) allenamento principale del mattino (sci a intensità L2 con volumi elevati);
- 2) allenamento complementare del pomeriggio (sci a intensità L2 con volumi ridotti).

Se invece è di favorire il processo di recupero dopo un'Ua principale finalizzata allo sviluppo della capacità lattacida, il lavoro potrebbe essere così organizzato:

- 1) allenamento principale del mattino (sci 10x2' L5 rec. 3' L1);
- 2) allenamento complementare del pomeriggio (sci ad intensità L1 con volumi ridotti).

### PRINCIPI GENERALI NELLA COSTRUZIONE DELLE UNITÁ DI ALLENAMENTO

Le Ua possono avere l'obiettivo di sviluppare una o contemporaneamente più capacità.

Nel secondo caso, riportiamo alcuni esempi che vanno eseguiti nella successione evidenziata (*Tabella 7.6*).

Parte introduttiva	Parte principale		Parte conclusiva
1	2	3	4
Riscaldamento	Anaerobico lattacido	Anaerobico glicolitico	Defaticamento
Riscaldamento	Anaerobico lattacido	Aerobico	Defaticamento
Riscaldamento	Anaerobico glicolitico	Aerobico	Defaticamento
Riscaldamento	Aerobico (basso volume)	Anaerobico lattacido	Defaticamento

**Tabella 7.6** Esempio di successione razionale dei tipi di lavoro e relativi adattamenti ottenuti. Si considerano lavori "anaerobico lattacidi" anche quelli per lo sviluppo della forza massima e veloce.

Nel caso l'Ua avesse come obiettivo l'apprendimento di nuovi elementi tecnici, è opportuno che queste esercitazioni siano effettuate all'inizio della parte principale. Diversamente le esercitazioni per il miglioramento del gesto tecnico possono essere inserite anche in uno stato di affaticamento e quindi dopo la parte principale dell'allenamento come quelle a carattere tattico.

L'apprendimento di nuovi gesti tecnici ad esempio, dovrebbe essere svolto all'inizio del lavoro principale, mentre i lavori che hanno lo scopo di migliorare la tattica di gara come ad esempio le esercitazioni in gruppo (partenze, curve, sprint finali ecc.) possono essere inserite anche alla fine della parte principale come del resto le esercitazioni rivolte al miglioramento dell'efficienza del gesto tecnico in uno stato di affaticamento.

### 7.2.2 GIORNATA DI ALLENAMENTO E LA SUA ORGANIZZAZIONE

Nella costruzione dell'allenamento giornaliero vi possono essere una o più Ua. Negli atleti più evoluti e ben allenati solitamente sono presenti più Ua (normalmente due). In questo caso è fondamentale stabilire la successione delle stesse che possono essere: entrambe principali, una principale e una complementare, entrambe complementari. Nel primo caso è ricercata una particolare sollecitazione dell'organismo tipica degli atleti evoluti, mentre nel caso di due Ua complementari l'obiettivo è di sollecitare le capacità di recupero dell'atleta diminuendo il carico globale. Per quanto riguarda la successione delle Ua, nella *tabella 7.7* sono proposte combinazioni possibili tra Ua principali e complementari durante una giornata (Platonov '87).

Ua Principale		Ua Complementare	
Finalizzazione	Grandezza del carico	Finalizzazione	Grandezza del carico
Aumento delle capacità di velocità o miglioramento della tecnica di velocità.	Elevata o considerevole	Aumento delle possibilità anaerobiche (metodo sulla distanza)	Scarsa, media, considerevole
Aumento delle possibilità anaerobiche, della resistenza speciale su distanze brevi e medie (lavoro fino a 4').	Elevata o considerevole	Aumento delle possibilità aerobiche (metodo sulla distanza)	Media o scarsa
Esecuzione in successione di un lavoro per aumentare le capacità di velocità, le possibilità anaerobiche e aerobiche.	Elevata o considerevole	Aumento delle possibilità aerobiche (metodo sulla distanza)	Media o scarsa
Aumento parallelo delle capacità di velocità e delle possibilità anaerobiche.	Elevata o considerevole	Aumento delle possibilità aerobiche (metodo sulla distanza)	Considerevole, media o scarsa

**Tabella 7.7** Possibili combinazioni tra unità di allenamento principali e complementari durante una giornata (Platonov '87 modificata).

### 7.2.3 MICROCICLI E LA LORO ORGANIZZAZIONE

La durata dei microcicli può variare dai 3-4 ai 13-14 giorni. Solitamente anche per motivi organizzativi il microciclo corrisponde ai giorni di una settimana. Nel periodo agonistico invece la durata del microciclo varia in rapporto al calendario agonistico. I microcicli si possono distinguere in:

- **microcicli introduttivi;**
- **microcicli di sviluppo;**
- **microcicli d'urto;**
- **microcicli di recupero;**
- **microcicli agonistici o di gara.**

**Microcicli introduttivi:** hanno lo scopo di creare i presupposti per poi effettuare un lavoro di costruzione e quindi a sopportare carichi considerevoli. Sono posti all'inizio del periodo preparatorio e in alcuni casi dopo infortuni e/o malattie. Si caratterizzano per bassi volumi e lavori di bassa o media intensità (L2-L3).

**Microcicli di sviluppo:** hanno l'obiettivo di stimolare i processi di adattamento organico. La struttura e la durata dei microcicli di sviluppo varia in rapporto all'obiettivo del periodo. Per gli atleti di alto livello sono collocati durante tutto il periodo preparatorio (maggio/novembre), ma anche durante il periodo agonistico. Per gli atleti delle categorie giovanili sono collocati sia nel periodo preparatorio che in quello agonistico.

**Microcicli d'urto:** come i microcicli di sviluppo, hanno l'obiettivo di stimolare i processi di adattamento. Si differenziano per i carichi elevati e le Ua con recupero incompleto. Normalmente sono utilizzati nel periodo preparatorio come strumento per lo sviluppo di una o più qualità, ma possono essere sfruttati anche nel periodo agonistico in particolare per il richiamo delle qualità aerobiche.

**Microcicli di recupero:** sono collocati alla fine di una serie di microcicli di costruzione o al termine di un periodo intenso di competizioni. Possono essere inseriti anche dopo il periodo agonistico e quindi nel periodo di transizione. Hanno lo scopo di garantire lo sviluppo ottimale dei processi di recupero e di adattamento. Il volume di lavoro e le Ua, rispetto ai microcicli di costruzione, diminuisce del 40-60% circa mentre si mantiene la componente di intensità e specificità del carico.

**Microcicli agonistici o di gara:** la loro programmazione dipende dagli appuntamenti agonistici e possono quindi avere l'obiettivo sia di recupero che di mantenimento della condizione; in alcuni casi di richiamo di alcune qualità sviluppate nel periodo preparatorio.

### PRINCIPI GENERALI PER LA COSTRUZIONE DEI MICROCICLI

Per la costruzione dei microcicli è opportuno stabilire l'obiettivo principale del periodo, i tempi di recupero di ogni singola Ua e le possibili combinazioni tra carichi con finalità diverse. L'alternanza di Ua con finalità e grandezze diverse all'interno del microciclo, possono produrre le seguenti reazioni:

- **incremento della capacità di prestazione;**
- **mantenimento della capacità di prestazione;**
- **decadimento della capacità di prestazione;**
- **sovrallenamento.**

Nel primo caso la capacità di prestazione incrementa se è utilizzato un numero ottimale di Ua con carichi di giusta grandezza che si alternano con corretti tempi di recupero fra le singole Ua. La necessità di mantenere un'elevata capacità di prestazione è tipica del periodo agonistico e i carichi sono organizzati in questa per non avere cali di forma. Il decadimento della capacità di prestazione avviene quando nel microciclo è presente un numero di Ua insufficiente e/o di scarsa grandezza. Il "sovrallenamento" può avvenire nel caso contrario, quando sono utilizzati carichi di grandezza eccessiva e con alternanza sbagliata.

Una corretta costruzione del microciclo prevede che il carico sia inserito nel momento in cui si raggiunge la supercompensazione del carico precedente. In questo caso si ottiene il massimo effetto dell'allenamento. Se i tempi per il raggiungimento della supercompensazione di un lavoro di forza veloce ad esempio è di circa 48 ore, sarà necessario che l'allenamento finalizzato allo sviluppo di questa qualità venga effettuato 2 giorni dopo il precedente carico. Nella *tabella 7.8* sono riportati i tempi di recupero di alcune tipologie di lavoro.

Recupero	Resistenza aerobica	Resistenza anaerobica	Forza veloce	Ipertrofia	Velocità tecnica
Recupero incompleto		1,5-2 h	2-3 h	2-3 h	2-3 h
Recupero quasi completo	12 h	12 h	12-18 h	18 h	18 h
Recupero completo	24-36 h	24-48 h	48-72 h	72-84 h	72 h

**Tabella 7.8** Tempi necessari per ottenere il recupero a seguito di diversi tipi di allenamento (Grosser e Neumaier 1982).

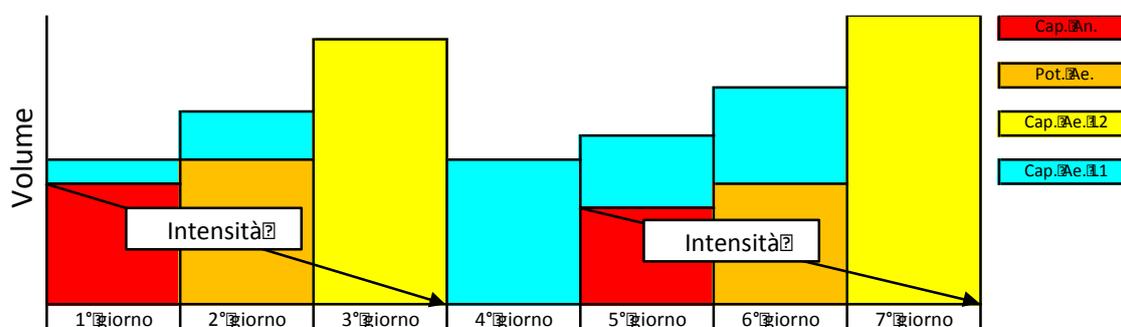
È possibile comunque svolgere in successione due carichi elevati con la stessa finalità anche quando non è stata raggiunta la supercompensazione del primo carico. Questo tipo di lavoro, che solitamente viene svolto con gli atleti di alto livello, produce un profondo affaticamento, ma aumenta il successivo livello di supercompensazione e soprattutto non ne cambia il carattere. Questa metodica prevede che il secondo carico sia inferiore di circa il 20-25% rispetto al primo. È possibile ad esempio, programmare in successione due lavori di forza veloce a distanza di un solo giorno, anche se ne sono previsti due per il recupero completo. È evidente che tra carichi di uguale finalità e/o grandezza che hanno tempi di recupero abbastanza lunghi è possibile effettuare comunque allenamenti con carichi di diversa finalità. Potrebbero essere indirizzati sia per favorire i processi di recupero che per lo sviluppo di altre qualità. L'Ua successiva a un carico elevato per lo sviluppo delle qualità anaerobiche o di potenza aerobica ad esempio, dovrebbe corrispondere a un allenamento di recupero di bassa intensità (L1). Oppure, dopo un lavoro di forza veloce che dal punto di vista metabolico interessa il meccanismo alattacido, è possibile effettuare un lavoro anaerobico glicolitico (lattacido). È importante perciò, quando si susseguono Ua con finalità diverse, determinarne un ordine razionale.

In questo senso gli studi effettuati da Volkov evidenziano che alcune successioni di carichi con finalità diverse producono effetti positivi (Tab. 7.9). Effetti negativi si possono avere quando i lavori a orientamento anaerobico-alattacido vengano effettuati dopo un notevole lavoro ad orientamento lattacido e nel caso in cui carichi di tipo anaerobico lattacido vengono eseguiti dopo aver svolto grandi volumi di lavoro ad orientamento aerobico (Verchoshanskij).

Successione dell'utilizzazione di carichi di allenamento	Carattere prevalente dell'effetto dell'allenamento a lungo termine
Anaerobici-alattacidi+anaerobici-glicolitici	Anaerobico glicolitico
Anaerobici-alattacidi+aerobici	Aerobico
Anaerobici glicolitici (volume scarso) + aerobici	Aerobico
Aerobici (volume scarso)+anaerobici-alattacidi	Anaerobico alattacido

**Tabella 7.9** Combinazione ottimale di Ua che prevedono la sollecitazione di meccanismi diversi di produzione energetica (Volkov 1985).

Nella costruzione del microciclo di sviluppo o d'urto è preferibile che i carichi che richiedono maggiori tempi di recupero e/o che provocano un particolare affaticamento neuromuscolare (lavori alattacidi, forza e lattacidi), siano inseriti nella parte iniziale del periodo. Questo permette di effettuare i lavori a intensità elevata in stato di maggior "freschezza" (figura 7.1).



**Figura 7.1** Esempio di costruzione di un microciclo di sviluppo o d'urto della durata di sette giorni.

## 7.2.4 MESOCICLI E LA LORO ORGANIZZAZIONE

Il mesociclo rappresenta una tappa fondamentale del processo di allenamento. La sua principale funzione è di dirigere in modo finalizzato l'effetto di più microcicli anche attraverso l'accentuazione dello sviluppo di una specifica qualità (per esempio la forza o le qualità aerobiche). Il mesociclo deve favorire un rapporto ottimale tra carico e recupero. Per questo motivo dopo uno o più microcicli di carico che provocano uno stato accentuato di affaticamento organico, va inserito un microciclo di recupero definito di "scarico".

I modelli che solitamente sono utilizzati e che per comodità costruttiva sono considerati microcicli della durata di una settimana, sono i seguenti:

- 1:1 (una settimana di carico e una di scarico);
- 2:1 (due settimane di carico e una di scarico);
- 3:1 (tre settimane di carico e una di scarico);
- 4:1 (quattro settimane di carico e una di scarico).

In alcune situazioni possono essere utilizzati anche dei modelli diversi come ad esempio 10 gg. di carico e 4 di scarico. Questo avviene quando il tempo a disposizione per raggiungere l'obiettivo è ridotto come ad esempio nel tardo periodo speciale e nel periodo agonistico. Tra i mesocicli si distinguono i seguenti modelli:

- **mesocicli introduttivi;**
- **mesocicli generali;**
- **mesocicli speciali;**
- **mesocicli agonistici;**
- **mesocicli di transizione.**

**Mesocicli introduttivi:** utilizzati nel periodo introduttivo, hanno l'obiettivo principale di creare i presupposti per sostenere gradualmente carichi di lavoro più elevati. Possono essere utilizzati anche nel periodo generale e/o speciale nel caso d'interruzioni della preparazione per infortuni o malattie. Sono abitualmente utilizzati mezzi a carattere generale (corsa, bici ecc.) e sono normalmente orientati allo sviluppo della capacità aerobica o della forza. Il mesociclo introduttivo è l'unico in cui è utilizzato il modello 4:1.

**Mesocicli generali:** utilizzati nel periodo generale, hanno la capacità di sviluppare tutte le qualità necessarie per lo sci di fondo. Possono essere organizzati con carichi molto elevati utilizzando numerosi mezzi generali e speciali per sviluppare la capacità e la potenza aerobica o la forza. I modelli più utilizzati sono il 3:1 e il 2:1. Il primo è adatto per gli atleti evoluti mentre, il modello 2:1 per i più giovani. L'utilizzo del modello 3:1 permette di raggiungere un carico complessivo superiore, dovuto non tanto all'aumento del volume, quanto alla diminuzione della frequenza di recupero.

**Mesocicli speciali:** utilizzati nel periodo speciale, hanno il principale obiettivo di orientare il lavoro coordinativo verso la specificità, mentre dal punto di vista condizionale, avranno maggior spazio i lavori per lo sviluppo della capacità e della potenza lattacida e della forza specifica. Vanno utilizzati principalmente mezzi speciali e avvicinandosi alla stagione invernale anche quelli specifici. Sono normalmente utilizzati i modelli 2:1 e 1:1, ma anche il modello di 10 gg. di carico e 4 di scarico come già riportato.

**Mesocicli agonistici:** sono utilizzati dal tardo autunno e per tutta la stagione invernale. Per gli atleti giovani l'obiettivo principale, essendoci della neve, è di migliorare gli aspetti coordinativi specifici, mentre per gli atleti evoluti, oltre al miglioramento tecnico e tattico specifico, è di creare i presupposti per il raggiungimento di elevati livelli di prestazione in occasione dei maggiori appuntamenti agonistici.

**Mesocicli di transizione:** non prevedono periodi di carico e di scarico avendo come unico obiettivo quello di ripristinare le qualità fisiche e psichiche particolarmente sollecitate durante il periodo agonistico.

### PRINCIPI GENERALI PER LA COSTRUZIONE DEI MESOCICLI

I mesocicli del periodo preparatorio vanno strutturati combinando i microcicli in modo da favorire lo sviluppo dei singoli aspetti della preparazione. Nella *figura 7.2* è proposta una struttura di quattro microcicli (3 di carico e 1 di scarico) del periodo preparatorio organizzato per obiettivi. Questo modello può essere adattato anche per la costruzione di mesocicli composti da 2 settimane di carico e 1 di scarico, ma sempre con la stessa logica costruttiva (*fig. 7.3*). In entrambi i modelli, l'intensità è inversamente proporzionale al volume.

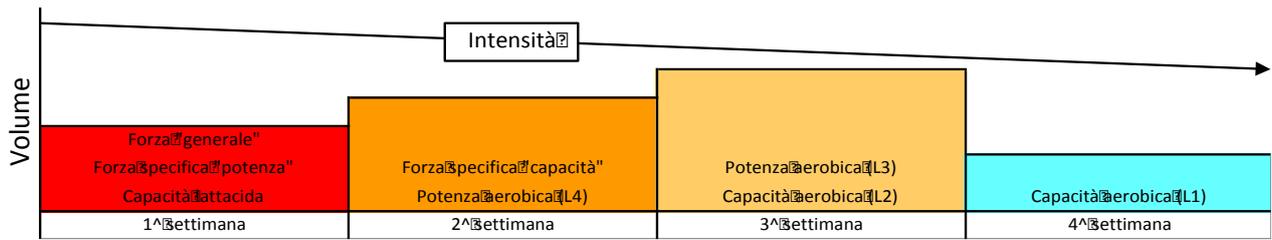


Figura 7.2 Mesociclo di 3 settimane di carico e 1 di scarico.

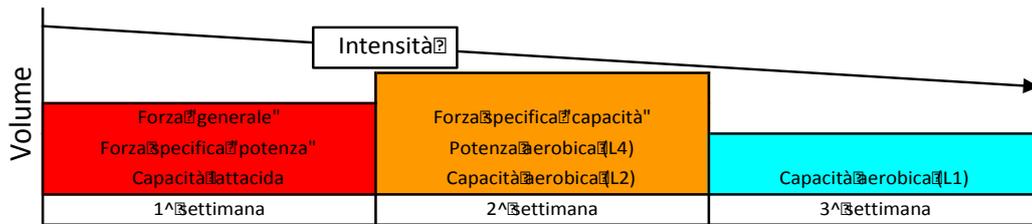


Figura 7.3 Mesociclo di 2 settimane di carico e 1 di scarico.

Durante il periodo agonistico non si utilizzano particolari modelli, ma è indicato inserire circa ogni due settimane di volume ridotto, una più pesante indirizzata allo sviluppo della capacità aerobica (figura 7.4). Questo metodo è adatto per gli atleti evoluti per evitare un decadimento delle qualità aerobiche che potrebbe innescarsi a causa dell'alta concentrazione di competizioni e di lavori molto intensi (L4-L5) presenti nella settimana. E quindi consigliabile sfruttare un periodo privo di gare per programmare 10 gg. di carico per lo sviluppo delle capacità aerobiche e 4 gg. di scarico prima della competizione successiva.

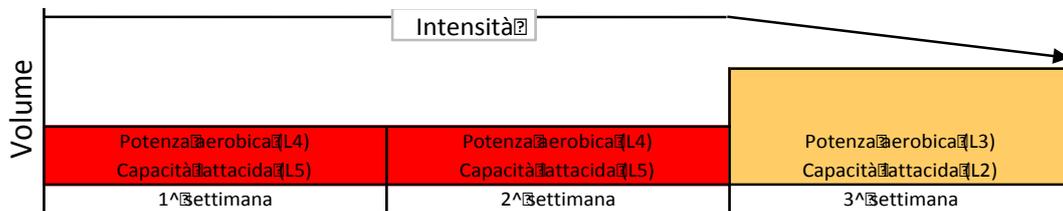


Figura 7.4 Mesociclo del periodo agonistico.

Gli esempi che seguono si riferiscono al periodo preparatorio utilizzando il modello 3:1 (tabella 7.10) e 2:1 (tabella 7.11).

Metabolismo interessato	Livello	Preparazione di base				Preparazione spec. di base				Preparazione max prestazioni							
		Ragazzi/Allievi				Aspiranti/Juniores				Under 23							
		carico	carico	carico	scarico	carico	carico	carico	scarico	carico	carico	carico	scarico				
		1 <sup>a</sup> sett.	2 <sup>a</sup> sett.	3 <sup>a</sup> sett.	4 <sup>a</sup> sett.	1 <sup>a</sup> sett.	2 <sup>a</sup> sett.	3 <sup>a</sup> sett.	4 <sup>a</sup> sett.	1 <sup>a</sup> sett.	2 <sup>a</sup> sett.	3 <sup>a</sup> sett.	4 <sup>a</sup> sett.				
Capacità Aerobica	L1		2	1	1	2	2	1	2		4	2	2	2	1	3	
	L2	2		2	1	2		1	3		2		2	1	3		1
	L3				1		1		1		1		1		1		1
	L4		1	1				1	1				1		1		1
Cap./pot. Anaer. Lattacido	L5		1										1				
cap./pot. Anaer. Alattacido	L5	2		1	1		1			1							1
Forza "generale"		1	1		2				1	2		1	1		1	1	
Totale stimoli (alto/basso)		5	5	5	6	4	4	2	5	6	5	7	6	4	4	4	4
Ua settimanali		5	5	6	4	7	7	8	5	10	10	11	6				
Ua mesociclo		20				27				37							

Stimolo alto
  Stimolo basso

**Tabella 7.10** Esempio di mesociclo del periodo preparatorio modello 3:1 per le diverse categorie.

È molto importante variare spesso il tipo di stimolo sia nella tipologia di lavoro che nel mezzo, senza modificare l'obiettivo allenante (capacità aerobica, potenza aerobica, ecc.). Le esercitazioni proposte, soprattutto per i più giovani, dovrebbero inoltre avere spesso un alto contenuto coordinativo. Le tabelle rappresentano la "grandezza" delle stimolazioni (alta, bassa), il loro numero e il livello di intensità prevista nel microciclo. All'interno della stessa Ua possono essere presenti più stimoli. In Ua rivolte alla potenza aerobica ad esempio, può essere presente sia lo stimolo L3 che L4. Oppure, nella stessa Ua, dopo i lavori dedicati allo sviluppo della capacità alattacida (L5) può seguire un lavoro di recupero (L1).

Metabolismo interessato	Livello	Preparazione di base						Preparazione specializzata di base						Preparazione max prestazioni					
		Ragazzi/Allievi						Aspiranti/Juniores						Under 23					
		carico		carico		scarico		carico		carico		scarico		carico		carico		scarico	
1^ sett.		2^ sett.		3^ sett.		1^ sett.		2^ sett.		3^ sett.		1^ sett.		2^ sett.		3^ sett.			
Capacità Aerobica	L1		2	1	1	1	1		2	1	2	1	1		3	2	2	2	1
	L2	1		2			1	1	1	2	1	1		2		3			1
Potenza Aerobica	L3	1			1		1			1			1		1	1			1
	L4		1						1				1	1			1		
Cap./pot. Anaer. Lattacido	L5		1					1			1			1			1		
cap./pot. Anaer. Alattacido	L5	1			1	1			1						1			1	
<b>Forza "generale"</b>		1	1		2		1	1	1		2	1	1	1	1			1	
Totale stimoli (alto/basso)		4	5	3	5	2	4	3	6	4	6	3	2	5	6	6	4	4	3
Ua settimanali		5		5		6		7		7		8		10		10		11	
Ua mesociclo		16						22						31					

Stimolo alto
  Stimolo basso

**Tabella 7.11** Esempio di mesociclo del periodo preparatorio modello 2:1 per le diverse categorie.

### ORGANIZZAZIONE DEI MESOCICLI NELL'ALLENAMENTO FEMMINILE

È molto importante tenere in considerazione il ciclo mestruale delle atlete che può essere classificato in 5 diversi periodi legati alla sua durata. Il periodo in cui le atlete sopportano meno i carichi di lavoro è quello premestruale nel quale si osserva anche una maggiore irritabilità, un peggioramento dell'umore e una minore disponibilità ad apprendere nuovi gesti motori. Le capacità funzionali delle atlete sono ridotte anche nel periodo mestruale e ovulatorio. I periodi post mestruale e post-ovulatori sono maggiormente adatti all'allenamento con carichi elevati (tabella 7.13).

Periodo	Durata gg	Capacità di carico
Premestruale	3-5	Scarsa
Mestruale	3-5	Media
Post mestruale	7-9	Elevata
Ovulatorio	4	Media
Post-ovulatorio	7-9	Elevata

**Tabella 7.12** Fasi del ciclo mestruale, durata e capacità di carico.

Nel classico ciclo mestruale di 28 giorni, le atlete si trovano in una situazione sfavorevole per circa 10-12 giorni. Questi aspetti vanno considerati in sede di programmazione dell'allenamento per favorire lo sviluppo delle diverse qualità attraverso una maggiore capacità di lavoro. Durante il periodo agonistico invece è impossibile perché spesso la gara coincide con il periodo meno favorevole.

## 7.2.5 MACROCICLI E LA LORO ORGANIZZAZIONE

La struttura generale dei macrocicli è determinata dagli obiettivi delle singole tappe del processo di preparazione pluriennale. L'impostazione dell'allenamento annuale quindi durante il periodo evolutivo dovrà essere diverso rispetto a quello degli atleti di alto livello. Anche per gli atleti evoluti, la struttura annuale dell'allenamento può variare in relazione ad una programmazione quadriennale finalizzata alle Olimpiadi. A tale scopo si può utilizzare la periodizzazione (singola, doppia) variando i volumi, l'intensità e i modelli dei mesocicli. Il periodo preparatorio comprende il periodo introduttivo generale e speciale, quello agonistico comprende il periodo delle competizioni e quello di transizione.

**Periodo introduttivo:** ha lo scopo di creare i presupposti per sostenere gradualmente carichi di lavoro elevati. L'attività in questo periodo non è particolarmente definita, ma l'atleta ha la possibilità di organizzarsi l'attività mantenendo gli obiettivi prefissati. Sono consigliati mezzi di allenamento di carattere generale.

**Periodo generale:** l'allenamento di questo periodo dovrà essere indirizzato a uno sviluppo multilaterale delle capacità motorie. È utile intervenire per colmare carenze individuali ed il lavoro quantitativo prevale su quello qualitativo. Sono indicati mezzi generali di allenamento con graduale inserimento di quelli speciali e specifici. È possibile inserire delle competizioni di corsa, bici, skiroll, corsa in montagna, ma non in numero elevato. In questo periodo nella programmazione dei giovani è necessario concentrare in questa fase la maggior parte del lavoro sfruttando la durata delle giornate e le vacanze scolastiche.

**Periodo speciale:** prevale la preparazione specifica su quella generale attraverso l'utilizzo sia di mezzi speciali che specifici. La qualità dell'allenamento aumenta progressivamente fino al periodo agonistico. Va considerato l'inserimento di un numero limitato di competizioni con gli skiroll. Per gli atleti evoluti una parte della preparazione va svolta con gli sci in ghiacciaio per affinare il gesto tecnico specifico.

**Periodo agonistico:** l'allenamento dei più giovani va finalizzato all'acquisizione di un elevato numero di abilità motorie specifiche. La preparazione va svolta utilizzando quasi esclusivamente gli sci. Le competizioni dovrebbero essere utilizzate per sviluppare delle capacità motorie. Anche per gli atleti evoluti è fondamentale sciare e sacrificare alcune competizioni per preparare gli appuntamenti più importanti.

**Periodo di transizione:** ha lo scopo di creare le condizioni per un recupero psicofisico evitando di perdere le qualità acquisite. Avviene attraverso un "recupero attivo" e l'utilizzo di mezzi di allenamento di carattere generale. In questo periodo i giovani dovrebbero affrontare l'attività sportiva praticando sport diversi da quello specifico per arricchire il loro bagaglio motorio.

## PERIODIZZAZIONE ANNUALE DELL'ALLENAMENTO PER LE DIVERSE CATEGORIE

Rappresenta la suddivisione del macrociclo in periodi ben distinti. La loro durata varia con il passaggio di categoria essendo diverse le esigenze organizzative e gli obiettivi da raggiungere.

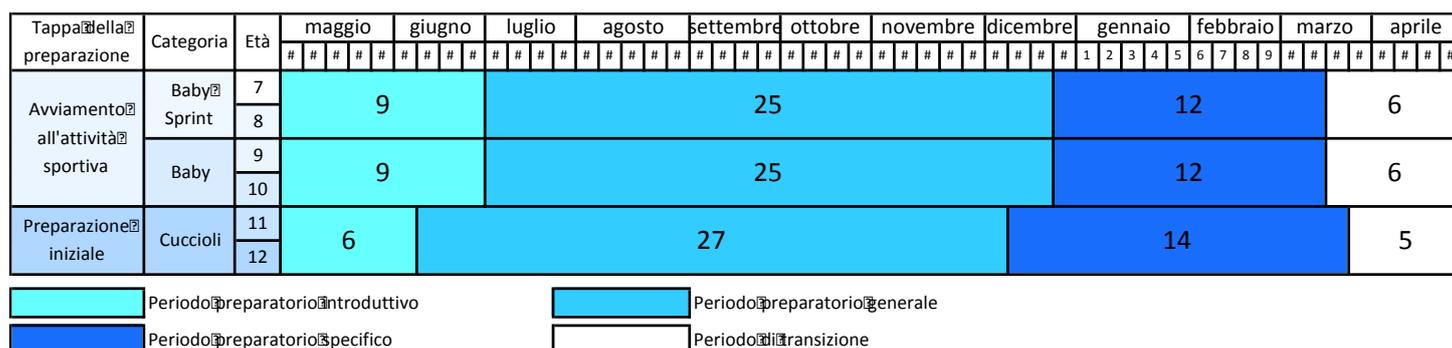
L'inizio della stagione agonistica, e quindi della preparazione del fondista, inizia convenzionalmente per tutte le categorie dalla settimana n. 18 del calendario solare, che corrisponde alla prima settimana del mese di maggio.

Per quanto riguarda le categorie più giovani (7-12 anni) non si può parlare di una vera e propria "periodizzazione dell'allenamento" ma esclusivamente di "organizzazione annuale dell'attività sportiva giovanile" dove l'anno solare è stato suddiviso in quattro distinti periodi con finalità e durata diversa. In questo modello vengono proposte anche il numero di settimane per ogni periodo (Figura 7.5).

Il periodo introduttivo e preparatorio generale dovrebbe avere come obiettivo quello di creare le condizioni per la costruzione di base delle capacità motorie attraverso l'utilizzo di mezzi generali e speciali.

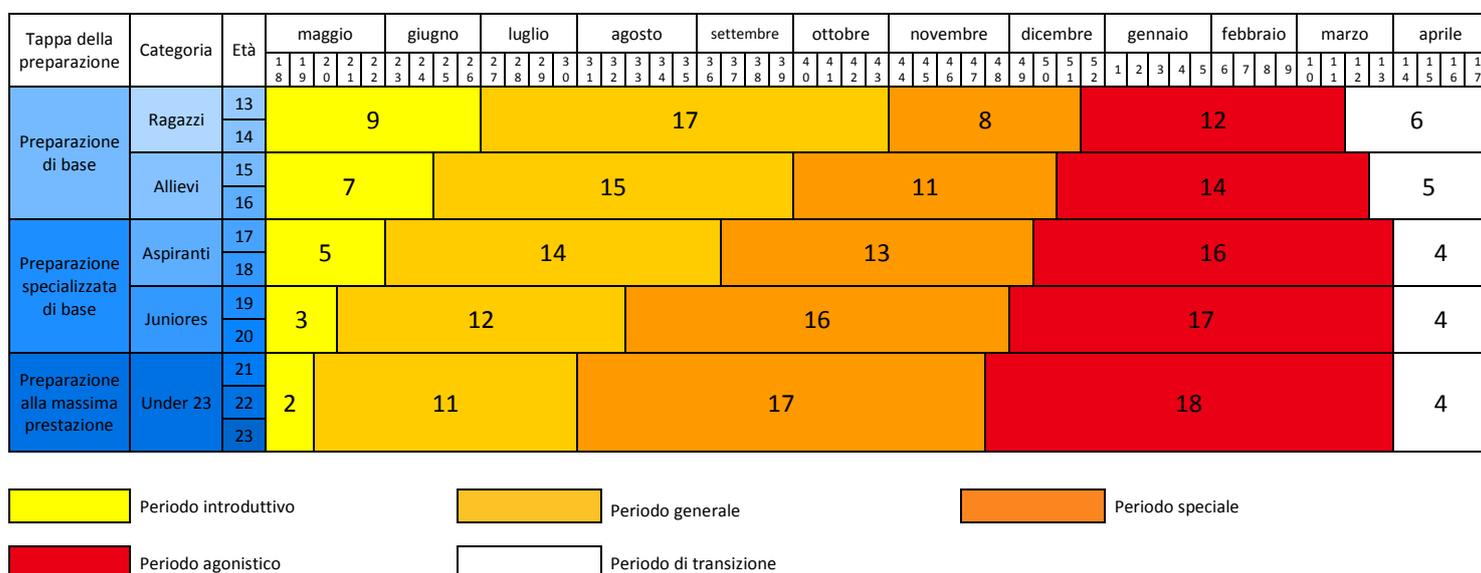
Il periodo preparatorio specifico coincide con la stagione invernale. Gli obiettivi allenanti dovrebbero essere gli stessi del periodo precedente. La preparazione dovrebbe essere improntata utilizzando quasi esclusivamente il mezzo "sci" con esercitazioni sia in tecnica classica che di pattinaggio.

Il periodo introduttivo e di transizione dovrebbe essere finalizzato a creare le condizioni per un'attività sportiva spontanea e non strutturata.



**Figura 7.5** Organizzazione dell'allenamento per categorie baby e cuccioli per lo sci di fondo.

Nella figura 7.6 viene proposto, partendo dalla categoria under 14, un modello esemplificativo di periodizzazione. Si può notare che nella suddivisione dei periodi tra le diverse categorie, vi è un'evidente differenza. Nel periodo preparatorio (periodo introduttivo + periodo generale + periodo speciale) tra i più giovani prevale la parte introduttiva e generale che decresce con il passaggio di categoria lasciando il posto a quella speciale.



**Figura 7.6** Periodizzazione dell'allenamento dalla categoria under 14 all'under 23.

Il dato è ancor più evidente nella tabella 7.13 dove l'incidenza % rispetto al totale del periodo preparatorio e di transizione decresce con l'aumentare delle categorie, mentre aumenta quella del periodo agonistico condizionato anche dai calendari agonistici.

Questo andamento su base pluriennale risulta di fondamentale importanza in quanto, se rispettato nelle sue caratteristiche, crea i presupposti per un corretto sviluppo delle capacità motorie nel giovane atleta.

periodo		preparatorio		agonistico		di transizione		totale	
Tappa della preparazione	Categoria	Totale settimane	% sul totale						
Preparazione di base	Ragazzi	34	65,4%	12	23,1%	6	11,5%	52	100%
	Allievi	33	63,5%	14	26,9%	5	9,6%	52	100%
Preparazione specializzata di base	Aspiranti	32	61,5%	16	30,8%	4	7,7%	52	100%
	Juniores	31	59,6%	17	32,7%	4	7,7%	52	100%
Prep. max prest.	Under 23	30	57,7%	18	34,6%	4	7,7%	52	100%

**Tabella 7.13** Numero di settimane nei diversi periodi e incidenza % sul totale per le diverse categorie.

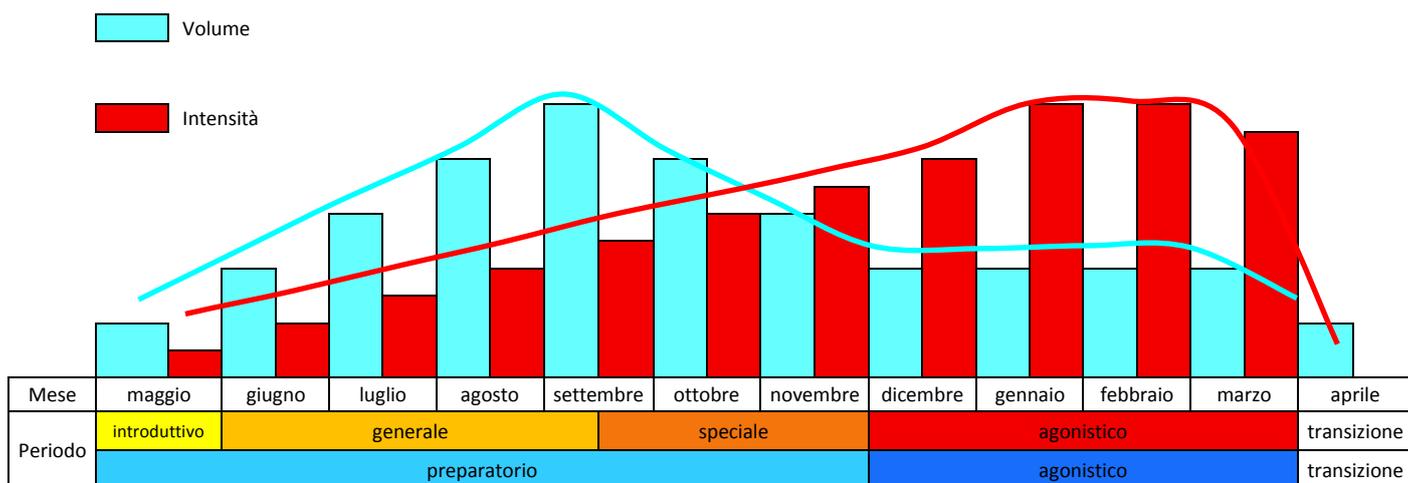
## PRINCIPI GENERALI PER LA COSTRUZIONE DEI MACROCICLI

Nello sci di fondo vengono normalmente considerati due modelli di periodizzazione:

- **periodizzazione semplice;**
- **periodizzazione doppia.**

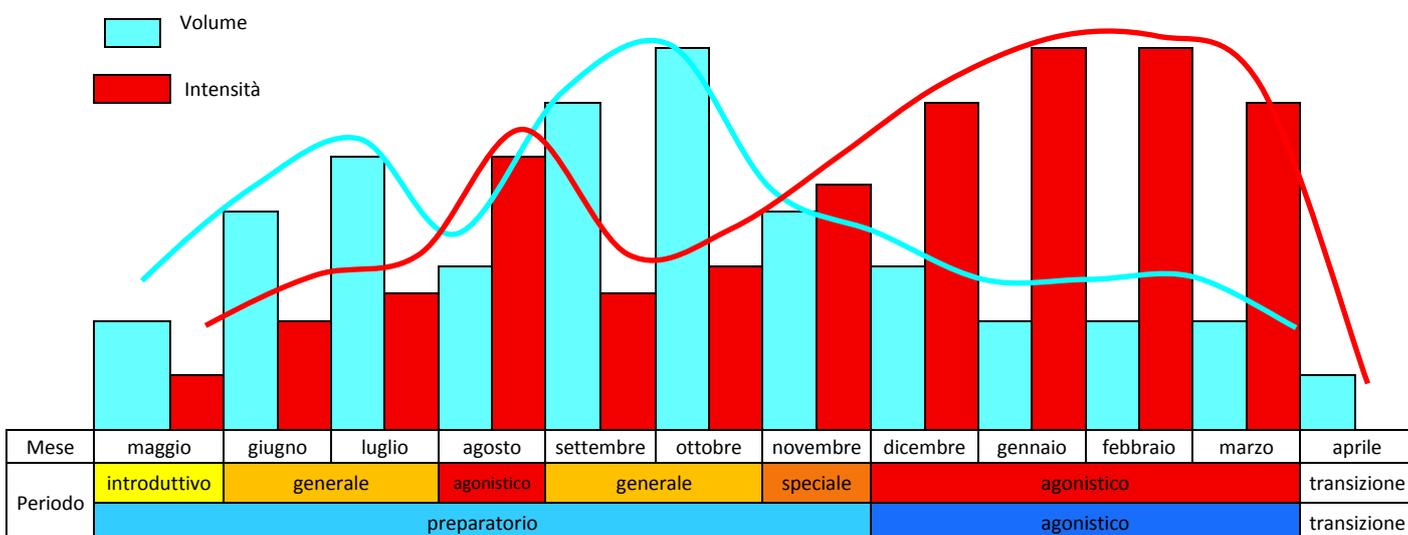
Le figure 7.6 e 7.7 riportano due modelli nei quali il volume è rappresentato dal totale del lavoro, mentre l'intensità è rappresentata dai lavori effettuati a media o alta intensità (L3, L4 e L5).

**La periodizzazione semplice:** è il modello maggiormente utilizzato che si basa su un rapporto temporale doppio tra il periodo preparatorio e quello agonistico di 2:1 (Fig. 7.7). È la più indicata per i giovani in quanto permette di raggiungere volumi di lavoro elevati durante il periodo generale.



**Figura 7.7** Periodizzazione semplice.

**Periodizzazione doppia:** È tipica delle discipline che prevedono due stagioni agonistiche, ma può essere utilizzata anche con gli atleti evoluti di alto livello dello sci di fondo. Questo tipo di periodizzazione prevede due periodi preparatori, due periodi agonistici e un periodo di transizione. Il primo periodo agonistico, nel caso dello sci di fondo, non è da considerarsi un momento in cui vengono effettuate un numero elevato di competizioni, ma lavori di intensità elevata. Questo tipo di programmazione consente di mantenere elevata l'intensità anche durante il periodo preparatorio ed inoltre la "doppia onda" di volume e di intensità permette di raggiungere due "picchi di condizione elevata" aumentando in generale lo stato dell'atleta (figura 7.8).



**Figura 7.8** Periodizzazione doppia.

### 7.3 VOLUMI E UNITÁ DI ALLENAMENTO NELLA PROGRAMMAZIONE A LUNGO TERMINE

Lo sci di fondo si distingue per la necessità degli atleti di disporre di una marcata capacità di resistenza per cui, a prescindere dagli obiettivi a cui è necessario attenersi, è indispensabile sostenere annualmente una determinata quantità di lavoro per procedere al graduale sviluppo di tutte le qualità dell'individuo.

Per raggiungere elevati livelli di prestazione in campo internazionale è necessario sostenere, durante le diverse tappe della preparazione, a partire dai 13-14 anni fino ai 23, circa 5.000-5500 ore di allenamento. Questa quantità è la più elevata tra le discipline di resistenza (Platonov).

Il mantenimento del livello prestativo raggiunto si assicura in seguito con un volume di allenamento annuo di circa 700-750 ore e in alcuni casi, anche superiore.

La massima prestazione individuale in una competizione assoluta (Giochi Olimpici e/o Mondiali) viene raggiunta all'età di 27 anni per le donne e di 28 per i maschi (Campaci, Macor, Manno 2010). Tale dato evidenzia l'importanza "dell'anzianità di allenamento" e quindi, oltre che dell'esperienza sportiva, anche della quantità di lavoro effettuata nel tempo. Questa è determinante anche per la ricerca della stabilità prestativa, ovvero la capacità di ottenere elevati livelli di prestazione per tempi prolungati (qualità fondamentale nei circuiti come ad esempio la Coppa del Mondo).

La distribuzione negli anni dei volumi di lavori necessari ad ottenere elevati livelli di prestazione dovrebbe seguire una progressione che rispetti, da una parte le esigenze "obbligate" (scuola, ecc.), dall'altra aspetti tipicamente metodologici legati ad un progressivo incremento dei carichi di lavoro.

Nello sviluppo annuale dei volumi di allenamento, va considerata l'età biologica e non quella cronologica del giovane atleta, che non sempre coincidono. Nei soggetti dallo sviluppo precoce (portatori di ritmo accelerato di sviluppo) troviamo un'accelerazione da uno a più anni nella successione delle fasi di sviluppo corporeo che si tramuta in ritardo (da uno a più anni) nei soggetti con sviluppo tardivo (portatori di un ritmo ritardato di sviluppo) (J.Weineck 2009). Nella figura 7.9 viene proposto un modello di sviluppo dei volumi annuali di allenamento e il rispettivo incremento percentuale finalizzato ad ottenere la quantità di lavoro previsto per ogni età. Gli incrementi sono maggiori per le categorie giovanili e decrescono percentualmente in seguito. Un particolare incremento si registra nell'ultimo anno della categoria under 20 che coincide, nella maggior parte dei casi, con la fine della scuola superiore. Con questo modello si raggiungono complessivamente circa 5000 ore di lavoro attraverso circa 3500 Ua.

Non si è ritenuto necessario differenziare i volumi di lavoro fra uomini e donne in quanto sono molto simili.

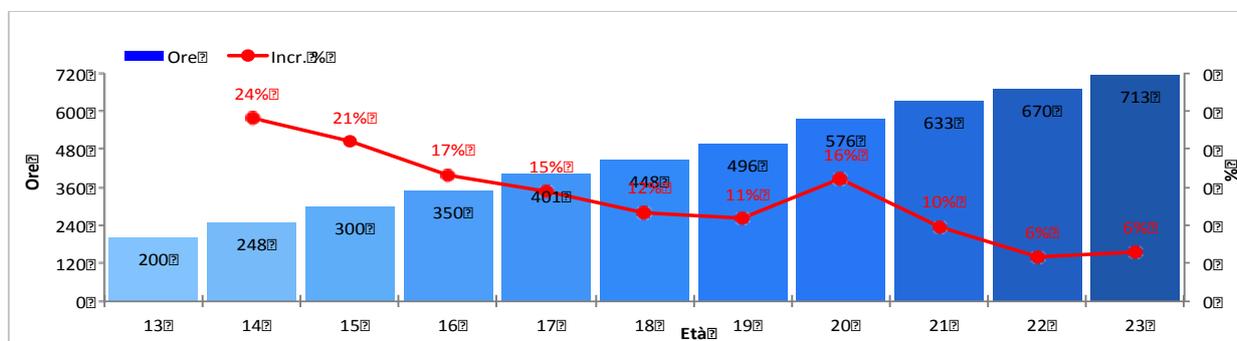


Figura 7.9 Sviluppo dei volumi annuali di allenamento e relativo incremento % annuo.

Il volume annuale di allenamento è condizionato in particolare dal numero totale di Ua annuali previste per ogni età (figura 7.10) e limitatamente dalla loro durata media annuale (figura 7.11).

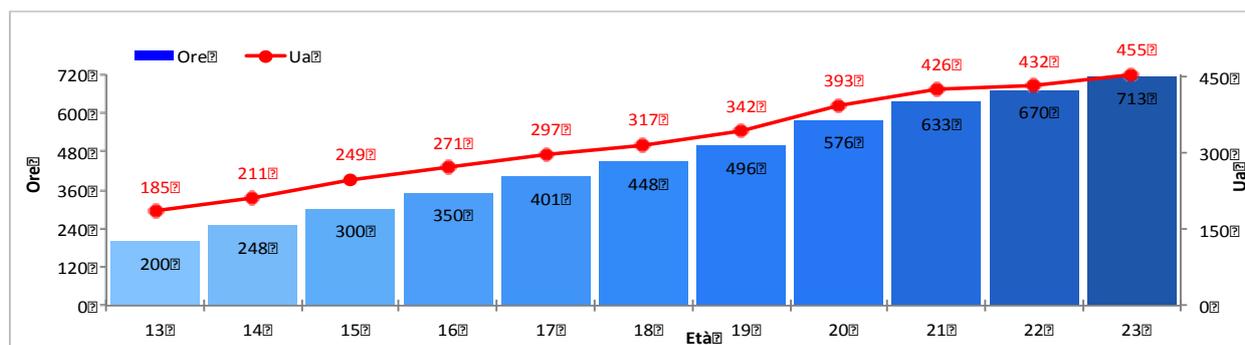
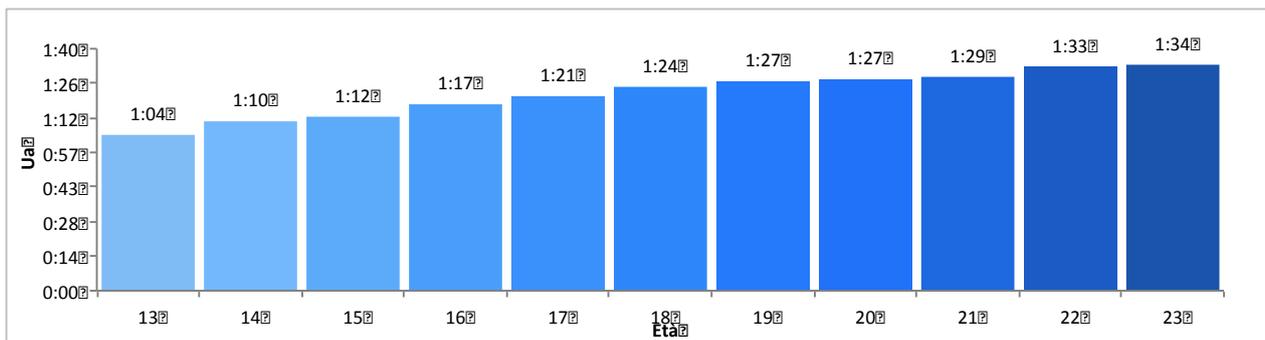


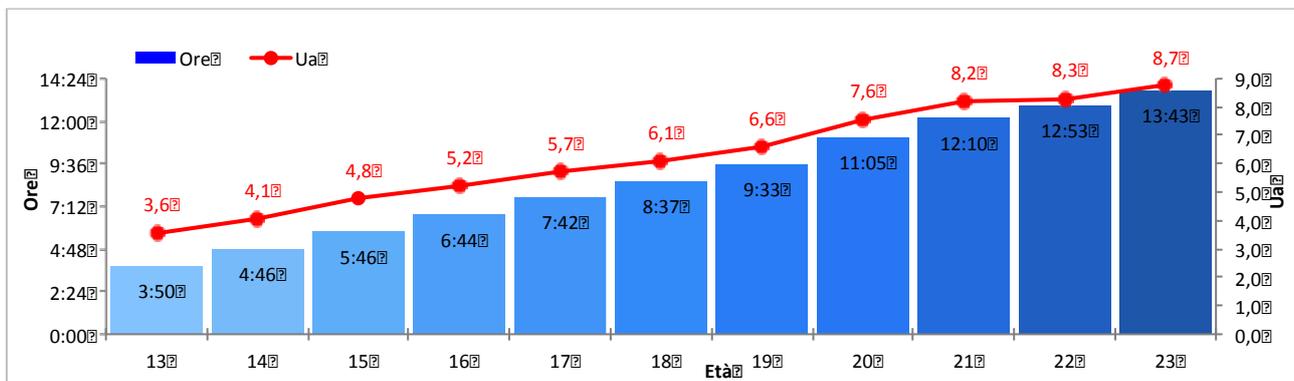
Figura 7.10 Sviluppo dei volumi e delle Ua annuali.



**Figura 7.11** Durata media annuale delle Ua per le diverse età.

L'incidenza delle Ua sul volume si deduce anche attraverso la valutazione della durata media di un microciclo settimanale e del relativo numero medio delle Ua (figura 7.12). Questi due dati presentano negli anni un graduale incremento.

Va ricordato comunque che l'incremento annuale dei volumi di lavoro è condizionato in particolare dalla capacità di sopportazione dei carichi di lavoro, ma anche dalla disponibilità in termini di tempo da parte dell'atleta da dedicare all'attività sportiva.



**Figura 7.12** Sviluppo della durata media di un microciclo settimanale e del numero medio di Ua.

Per raggiungere gli obiettivi proposti è indispensabile, nell'arco dell'anno, iniziare molto presto la preparazione per permettere un graduale incremento del carico. Nella programmazione dell'allenamento, sia giovanile che di alto livello, è importante dare continuità al lavoro. L'interruzione prolungata dell'attività fisica, considerata la capacità di sopportazione del carico da parte dei giovani fondisti, è sconsigliata fin dalla prima tappa di preparazione.

Il modello precedentemente esposto viene descritto nel dettaglio nella tabella 7.14 dove la quantità di lavoro prevista per ogni fascia di età è stata suddivisa, considerando le peculiarità della disciplina, per periodi all'interno del macrociclo, categoria ed età.

Nel **periodo introduttivo** si notano tra le categorie delle sostanziali differenze nella durata media in ore della settimana che è crescente dalla categoria under 14 fino all'ultimo anno della categoria under 23. Questo valore è condizionato dal numero medio di Ua settimanali che partono da 2 per la categoria under 14 e arrivano a 6 per l'Under 23. In questo periodo i volumi di lavoro sono ancora ridotti e dovrebbero essere finalizzati a creare le condizioni per sostenere carichi maggiori nel successivo periodo generale.

Nel **periodo generale**, considerato anche il "ciclo di costruzione" le esercitazioni dovrebbero conservare marcati aspetti multilaterali generali. Per i giovani si osservano il numero più elevato di Ua settimanali del macrociclo derivanti dalla maggior disponibilità di tempo per l'attività allenante. Lo stesso andamento lo si nota nella durata media della settimana. Per quanto riguarda le categorie superiori i dati relativi sia alla durata media che al numero medio di Ua settimanali sono pressoché sovrapponibili con il successivo **periodo speciale**. In quest'ultimo i volumi di lavoro settimanali delle categorie under 14 e under 16 diminuiscono in quanto subentrano gli impegni scolastici, mentre per gli atleti con età superiore a 20 anni rimangono pressoché invariati con quelli del periodo precedente.

Il **periodo agonistico** è condizionato dal calendario nazionale ed internazionale e quindi l'attività allenante in parte deve adeguarsi a questo aspetto. Per le categorie più giovani si nota una durata dell'allenamento

medio settimanale sovrapponibile al periodo speciale mentre per le categorie under 20 e Under 23 si osserva una diminuzione sia della durata che del numero medio di Ua settimanali.

Nel **periodo di transizione**, la durata, il numero di Ua e il volume di lavoro calano notevolmente per permettere un ripristino psicofisico. È indicato favorire l'attività spontanea e non strutturata e se necessario anche il riposo assoluto.

Per le categorie giovanili il periodo di transizione rappresenta un momento da dedicare anche all'attività sociale, allo studio e comunque anche alla scoperta di nuove attività sportive con lo scopo di arricchire il bagaglio motorio. Per le categorie giovanili le Ua vanno intese come allenamenti "assistiti" e non come unica attività fisica. Alcuni dati relativi alla *tabella 7.14* vengono riprodotti graficamente nelle *figure 7.13 e 7.14*.

Categoria	Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale					Periodo Speciale					Periodo Agonistico					Periodo di Transizione					Totale					Incremento in %
		Media Ua settimanali	Totale Ua settimanali	Media ore Ua	Media ore settimanali	Totale ore	Media Ua settimanali	Totale Ua settimanali	Media ore Ua	Media ore settimanali	Totale ore	Media Ua settimanali	Totale Ua settimanali	Media ore Ua	Media ore settimanali	Totale ore	Media Ua settimanali	Totale Ua settimanali	Media ore Ua	Media ore settimanali	Totale ore	Media Ua settimanali	Totale Ua settimanali	Media ore Ua	Media ore settimanali	Totale ore	Media Ua settimanali	Totale Ua annuali	Media Ore Ua	Media ore settimanali	Totale ore	
Ragazzi	13	2,0	18	1:00	2:00	18	5,0	85	1:00	5:00	85	3,5	28	1:10	4:05	32	3,5	42	1:15	4:22	52	2,0	12	1:00	2:00	12	3,6	185	1:04	3:50	200	
	14	2,5	23	1:05	2:42	24	5,5	94	1:08	6:14	105	4,0	32	1:13	4:52	38	4,0	48	1:20	5:20	64	2,5	15	1:00	2:30	15	4,1	211	1:10	4:46	248	24%
Allievi	15	3,0	21	1:06	3:18	23	6,0	90	1:09	6:54	103	5,0	55	1:14	6:10	67	5,0	70	1:20	6:40	93	2,5	13	1:00	2:30	12	4,8	249	1:12	5:46	300	21%
	16	4,0	28	1:10	4:40	32	6,0	90	1:20	8:00	120	5,5	61	1:18	7:09	78	5,5	77	1:21	7:25	103	3,0	15	1:00	3:00	15	5,2	271	1:17	6:44	350	17%
Aspiranti	17	4,0	20	1:18	5:12	26	6,5	91	1:23	9:00	126	6,0	78	1:20	8:00	104	6,0	96	1:22	8:12	131	3,0	12	1:10	3:30	14	5,7	297	1:21	7:42	401	15%
	18	5,0	25	1:20	6:40	33	6,5	91	1:32	10:00	140	6,5	85	1:23	9:00	117	6,5	104	1:23	8:59	143	3,0	12	1:10	3:30	14	6,1	317	1:24	8:37	448	12%
Juniores	19	5,0	15	1:27	7:15	21	7,0	84	1:34	11:00	132	7,0	112	1:27	10:09	162	7,0	119	1:24	9:48	166	3,0	12	1:10	3:30	14	6,6	342	1:27	9:33	496	11%
	20	5,0	15	1:30	7:30	22	7,5	90	1:35	11:52	142	8,5	136	1:28	12:30	200	8,0	136	1:25	11:20	192	4,0	16	1:10	4:40	18	7,6	393	1:27	11:05	576	16%
Under 23	21	6,0	12	1:32	9:12	18	8,0	88	1:36	12:48	140	9,0	153	1:30	13:30	229	8,5	153	1:26	12:11	219	5,0	20	1:15	6:15	25	8,2	426	1:29	12:10	633	10%
	22	6,0	12	1:35	9:30	19	8,5	94	1:39	14:01	154	9,0	153	1:37	14:33	247	8,5	153	1:28	12:28	224	5,0	20	1:15	6:15	25	8,3	432	1:33	12:53	670	6%
	23	6,0	12	1:36	9:36	19	9,0	99	1:40	15:00	165	9,5	162	1:38	15:31	263	9,0	162	1:29	13:21	240	5,0	20	1:15	6:15	25	8,7	455	1:34	13:43	713	6%

Tabella 7.14 Dettagli dello sviluppo dell'allenamento nei diversi periodi.

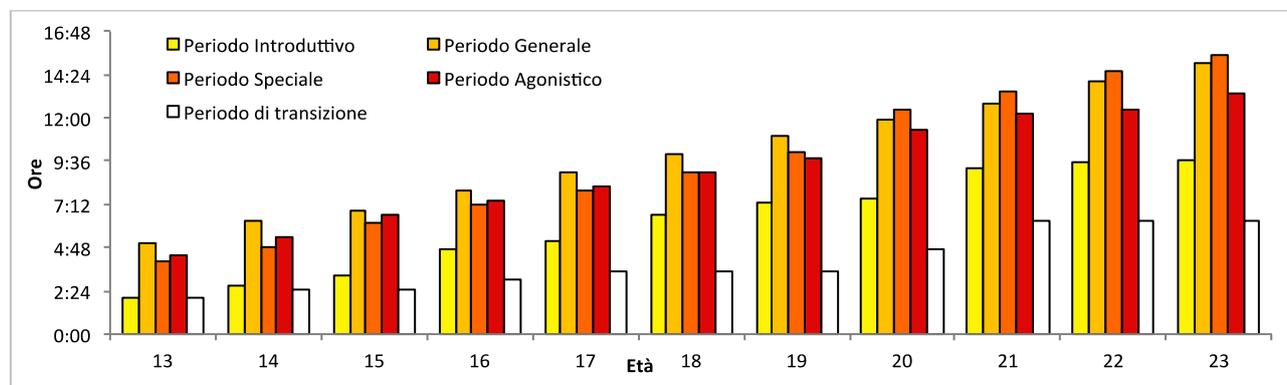


Figura 7.13 Durata media di un microciclo settimanale nei diversi periodi.

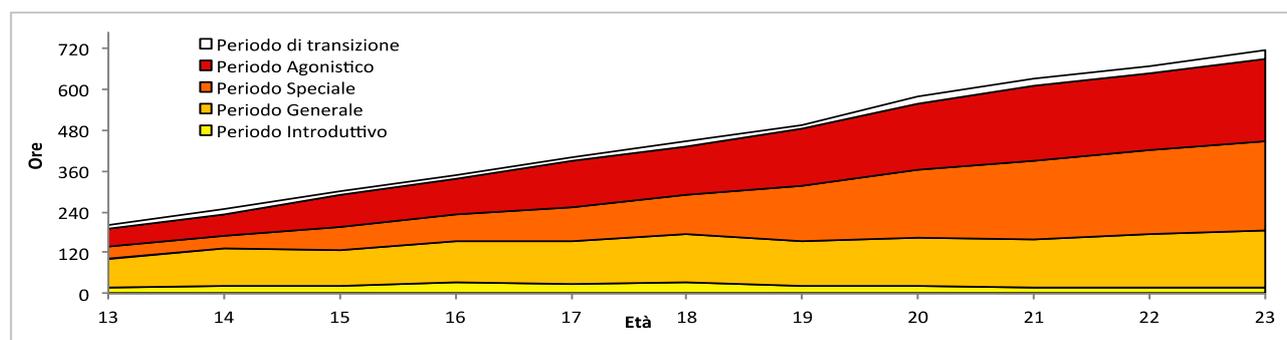


Figura 7.14 Sviluppo dei volumi di allenamento nei diversi periodi.

## 7.4 L'INTENSITÀ E LA FORZA NELLA PROGRAMMAZIONE A LUNGO TERMINE

Lo sci di fondo è classificato tra le discipline sportive di resistenza, tuttavia dall'analisi dell'attuale modello di prestazione degli atleti evoluti, si deduce che il fondista non può disporre solamente di una capacità di resistenza generale, ma deve sopportare intensità elevate per molto tempo, accelerazioni repentine, avere una buona capacità di recupero ed un livello tecnico che gli permetta di esprimere al meglio il proprio potenziale. Partendo da queste caratteristiche è fondamentale stabilire a ritroso obiettivi coordinativi e condizionali di ogni tappa della preparazione.

Per quanto riguarda gli aspetti condizionali è necessario stimolare sia quelli aerobici, sia quelli anaerobici, che la forza, mantenendo un marcato accento sulla capacità di resistenza. La resistenza anaerobica nel tempo, viste le richieste di gara, ha assunto sempre di più una maggiore importanza.

Ciò nonostante nella programmazione dell'allenamento a lungo termine, ma anche del macrociclo annuale, l'incremento del volume di lavoro ad orientamento anaerobico esercita un'azione positiva solo quando è preceduto da una notevole quantità di lavoro aerobico (B.S. Serafimova 1974, V.I. Naumenko 1978).

Negli atleti evoluti un eccessivo incremento degli stimoli di tipo anaerobico in presenza di un insufficiente sviluppo delle capacità aerobiche porta ad una diminuzione del livello dei risultati di gara (V.I. Naumenko 1978, J.N. Vavilov 1977, B.S. Serafimova 1974, N.V. Morzevnikov 1980).

L'evoluzione dello sci di fondo ha portato ad un accorciamento dei tempi di applicazione della forza sia degli arti inferiori che superiori ed un aumento quindi dell'espressione di potenza legata in parte anche all'efficienza del sistema neuro-muscolare. Per questo motivo il lavoro andrebbe organizzato per ottenere in età evoluta atleti capaci di esprimere, sul mezzo specifico, contrazioni muscolari veloci.

La capacità di contrarre velocemente la muscolatura è legata in parte ad aspetti genetici, ma è allenabile soprattutto nel periodo delle fasi sensibili. Se tale caratteristica non viene stimolata nei periodi adeguati è impensabile trasformare successivamente un atleta "lento" in un atleta "veloce", ma è possibile invece nel tempo modificare in parte le caratteristiche veloci di un soggetto rendendolo più resistente.

**L'allenamento della forza** riveste quindi un ruolo fondamentale nella programmazione dell'allenamento e deve essere curata fino dall'età puberale.

La *tabella 7.15* fornisce le indicazioni di massima sulla distribuzione dell'allenamento della forza e dell'intensità. Per quanto riguarda l'intensità la tabella è contraddistinta da quattro colonne contenenti il valore in percentuale per ogni livello e fa riferimento al volume totale di intensità espresso in ore. Per quanto riguarda la forza viene riportato il totale ore previsto per ogni età e la % rispetto al lavoro totale. Il lavoro totale è dato dalla somma del totale intensità e del totale forza.

I dati relativi alla forza sono riferiti ai lavori a carico naturale e/o con sovraccarichi, mentre i lavori di forza specifica, come le spinte, i balzi ecc, sono compresi nei dati relativi all'intensità.

Il valore % riportato nelle singole colonne, sia per quanto riguarda i livelli di intensità che di forza, non ha validità assoluta. A riguardo si riporta nelle colonne relative alle % anche un margine di tolleranza espresso sempre in % (vedi  $\pm$  valore in %).

Nell'intensità si nota che i lavori relativi allo sviluppo della capacità aerobica (intensità L1 e L2) diminuiscono con l'aumentare dell'età mentre i lavori per lo sviluppo della potenza aerobica (L3 e L4) e della capacità e/o potenza anaerobica (L5) aumentano.

Va considerato che nell'intensità L5 sono compresi non solo i lavori anaerobici lattacidi ma anche quelli alattacidi. La proposta quindi relativa a questa intensità per le categorie under 14 e under 16 riguarda soprattutto i lavori alattacidi che possono essere utili per il miglioramento della coordinazione intra ed intermuscolare, nonché della forza.

L'allenamento da dedicare allo sviluppo della forza, anche se nel tempo aumenta progressivamente passando dalle 17 ore dei ragazzi di 13 anni fino alle 71 degli atleti di 23 anni, si attesta mediamente tra l'otto e l'undici per cento rispetto al lavoro totale. Di conseguenza il lavoro da dedicare all'intensità rappresenta circa il 90%.

L'allenamento della forza richiede stimoli di allenamento adeguati rispetto alla crescita che sollecitino l'apparato locomotorio in modo polivalente e non unilaterale. È buona norma anteporre gli esercizi di forza e di velocità a quelli da dedicare alla resistenza in quanto i primi richiedono un livello di massima efficienza del sistema neuro-muscolare mentre i secondi possono essere effettuati anche in condizioni di affaticamento. La sola eccezione riguarda gli atleti di medio ed alto livello i quali possono anche svolgere prima lavori aerobici creando un parziale affaticamento e successivamente gli esercizi specifici di forza resistente o resistenza alla forza.

Nella *figura 7.15* viene rappresentato graficamente quanto già proposto nella *tabella 7.15*.

Tappe della preparazione	Categoria	Età	Tot. Ore Inten.	% Inten.	% L1+L2 (± 2)	% L3 (± 1)	% L4 (± 0,5)	% L5 (± 0,1)	Forza generale (± 5%)	% Forza generale	Tot. Ore (± 5%)
Preparazione di base	Ragazzi	13	183	92%	93,0	3,5	3,0	0,5	17	8%	200
		14	227	92%					21	8%	248
	Allievi	15	273	91%	93,0	3,5	3,0	0,5	27	9%	300
		16	319	91%					31	9%	350
Preparazione specializzata di base	Aspiranti	17	361	90%	91,3	4,0	4,0	0,7	39	10%	401
		18	400	89%					47	11%	448
	Juniores	19	443	89%	91,3	4,0	4,0	0,7	53	11%	496
		20	517	90%					58	10%	576
Preparazione alla massima prestazione	Under 23	21	569	90%	89,6	4,5	5,0	0,9	64	10%	633
		22	603	90%					67	10%	670
		23	641	90%					71	10%	713

Tabella 7.15 Sviluppo dell'intensità e della forza nelle diverse categorie.

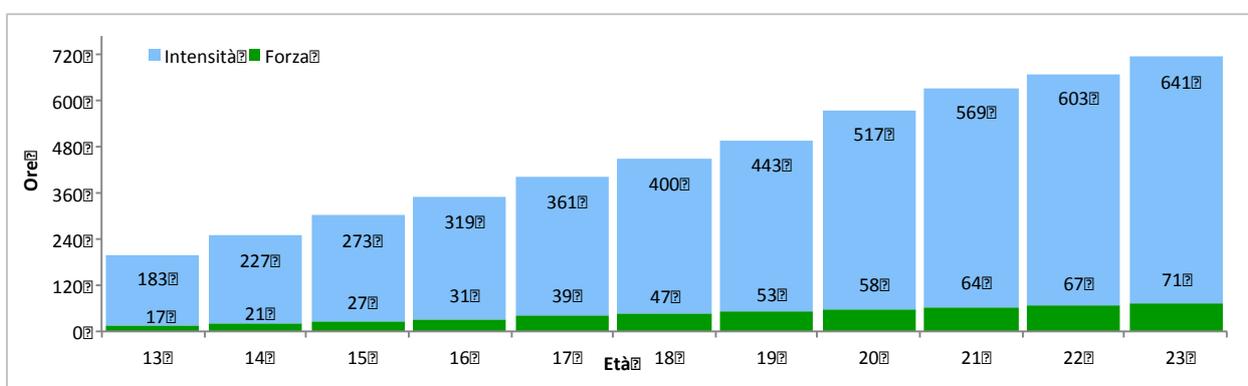
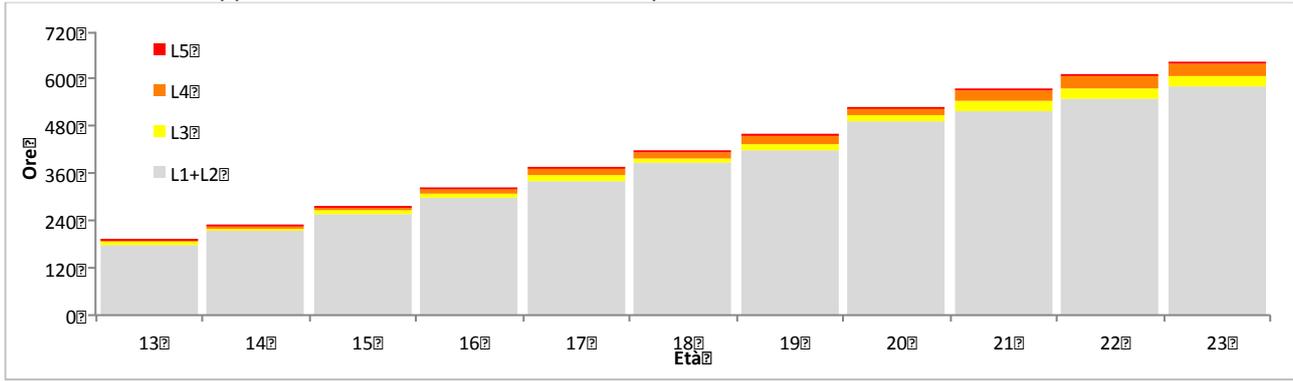


Figura 7.15 Sviluppo annuale dell'intensità e dell'allenamento della forza generale.

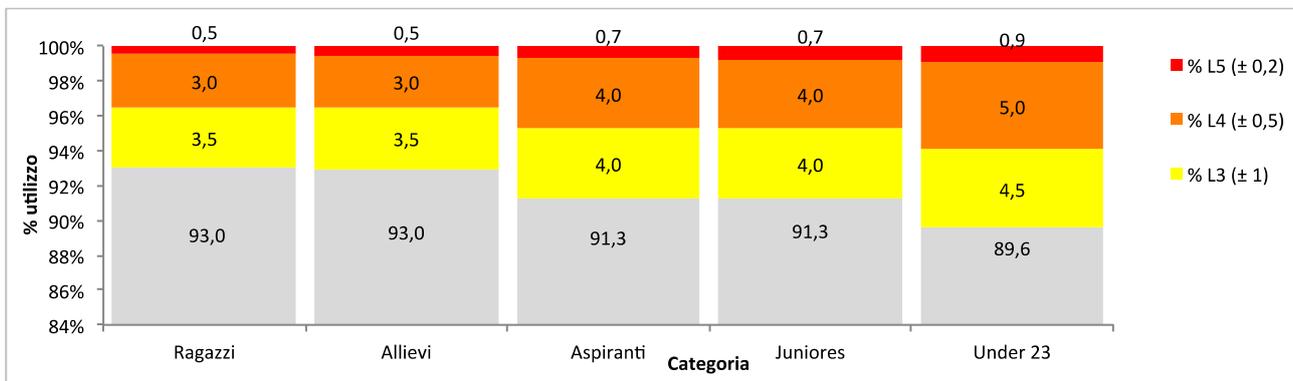
Nella suddivisione dell'intensità nei diversi periodi della preparazione (Tabella 7.16) si nota che, per tutte le categorie, la % del lavoro di intensità L1 e L2 decresce nel tempo fino al periodo agonistico. Nello specifico nel **periodo introduttivo** la % relativa alle basse intensità è elevata. Nel **periodo generale** e soprattutto in quello **speciale** sono soprattutto le % di L4 e L5 ad aumentare, mentre l'L3 rimane più stabile. Nel **periodo agonistico** le gare fanno salire la % di L4 e potrebbe essere controproducente inserire allenamenti con questa intensità. Il **periodo di transizione** è dedicato quasi esclusivamente ai lavori aerobici. La figura 7.17 riporta graficamente la % dei livelli di intensità relativa ad ogni categoria. Si può notare che la somma delle % dei lavori di intensità elevata (L3-L4-L5) raggiunge circa il 10% nella categoria Under 23.

Categoria	Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale					Periodo Speciale					Periodo Agonistico					Periodo di Transizione					Totale						
		% L1+L2 (± 2)	% L3 (± 1)	% L4 (± 0,5)	% L5 (± 0,2)	Totale Intensità	% L1+L2 (± 2)	% L3 (± 1)	% L4 (± 0,5)	% L5 (± 0,2)	Totale Intensità	% L1+L2 (± 2)	% L3 (± 1)	% L4 (± 0,5)	% L5 (± 0,2)	Totale Intensità	% L1+L2 (± 2)	% L3 (± 1)	% L4 (± 0,5)	% L5 (± 0,2)	Totale Intensità	% L1+L2 (± 2)	% L3 (± 1)	% L4 (± 0,5)	% L5 (± 0,2)	Totale Intensità	Forza generale (± 0,5)	Volume Totale					
Ragazzi	13	97,3	2,5		0,2	16	93,7	4,0	2,0	0,3	75	92,8	3,0	3,5	0,7	29	91,2	3,0	5,0	0,8	51	98,0	2,0			12	93,0	3,5	3,0	0,5	183	17	200
	14					21					93					34					62					15				227	21	248	
Allievi	15					20				89					60					89					12				273	27	300		
	16	97,3	2,5		0,2	29	93,7	4,0	2,0	0,3	104	92,8	3,0	3,5	0,7	70	91,2	3,0	5,0	0,8	99	98,0	2,0			15	93,0	3,5	3,0	0,5	319	31	350
Aspiranti	17					23				107					93					124					14				361	39	401		
	18	96,2	3,0	0,5	0,3	29	92,6	4,5	2,5	0,4	118	91,6	3,5	4,0	0,9	102	88,5	3,5	7,0	1,0	136	97,0	2,5	0,5		14	91,3	4,0	4,0	0,7	400	47	448
Juniores	19					19				111					142					156					14				443	53	496		
	20	96,2	3,0	0,5	0,3	20	92,6	4,5	2,5	0,4	119	91,6	3,5	4,0	0,9	178	88,5	3,5	7,0	1,0	181	97,0	2,5	0,5		18	91,3	4,0	4,0	0,7	517	58	576
Under 23	21					16				117					204					205					25				569	64	633		
	22	95,1	3,5	1,0	0,4	17	91,5	5,0	3,0	0,5	131	90,4	4,0	4,5	1,1	221	87,3	4,0	7,5	1,2	208	96,0	3,0	1,0		25	89,6	4,5	5,0	0,9	603	67	670
	23					17				141					237					221					25				641	71	713		

**Tabella 7.16** Sviluppo dell'intensità di allenamento nei periodi.

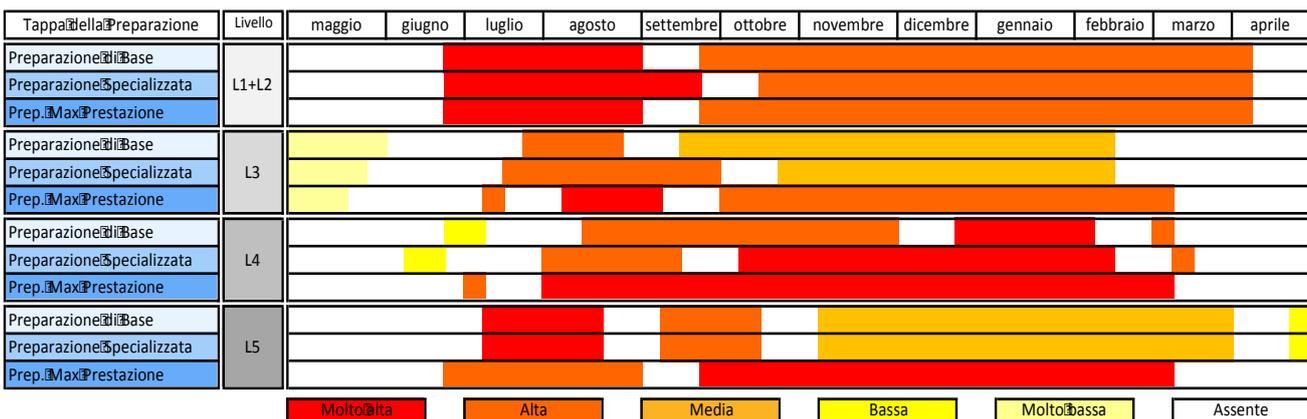


**Figura 7.16** Sviluppo dei livelli di intensità di allenamento annuali.



**Figura 7.17** Sviluppo % dei livelli di intensità di allenamento annuali.

Nella figura 7.18 si propone, attraverso una rappresentazione cromatica, delle indicazioni sull'importanza dei livelli di intensità di allenamento nel macrociclo.



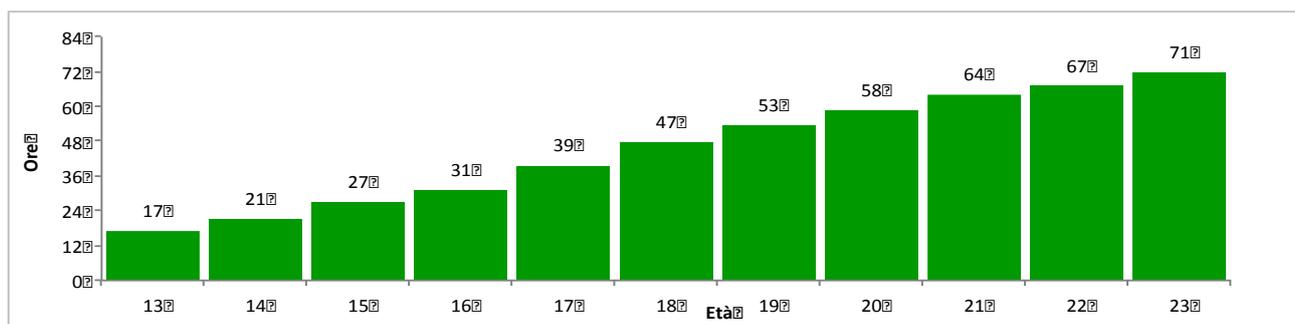
**Figura 7.18** Indicazioni di utilizzo delle diverse intensità di allenamento.

L'allenamento della forza nei periodi (tabella 7.17), prevede che nel **periodo introduttivo** si creino i presupposti per l'allenamento della forza nel **periodo generale** e **speciale** dove viene svolto il maggiore volume di lavoro. Nel **periodo agonistico** l'obiettivo è mantenere le qualità acquisite. Fin dalla categoria under 14, è sensato inserire con regolarità esercitazioni di forza con sovraccarichi di bassa entità con l'obiettivo tecnico di educare il giovane atleta all'utilizzo di questi attrezzi fondamentali poi nella preparazione successiva.

Nella figura 7.19 vengono riportate graficamente il totale delle ore annuali da dedicare all'allenamento della **forza generale** previste per ogni età.

Categoria	Età	Periodo Introduttivo		Periodo Speciale		Periodo Specifico		Periodo Agonistico		Periodo di transizione		Totale		Volume Totale
		Forza (± 0,5)	% Forza (± 2)	Forza (± 0,5)	% Forza (± 2)	Forza (± 0,5)	% Forza (± 2)	Forza (± 0,5)	% Forza (± 2)	Forza (± 0,5)	% Forza (± 2)	Forza (± 0,5)	% Forza (± 2)	
Ragazzi	13	2	11%	10	12%	3	11%	1	3%			17	8%	200
	14	2	10%	12	11%	4	12%	2	3%			21	8%	248
Allievi	15	2	11%	14	14%	7	10%	3	4%			27	9%	300
	16	3	9%	16	13%	8	10%	4	4%			31	9%	350
Aspiranti	17	3	12%	19	15%	11	11%	6	5%			39	10%	401
	18	3	11%	22	16%	15	13%	7	5%			47	11%	448
Juniores	19	2	11%	21	16%	20	12%	10	6%			53	11%	496
	20	2	11%	23	16%	22	11%	11	6%			58	10%	576
Under 23	21	2	11%	23	16%	25	11%	14	6%			64	10%	633
	22	2	11%	23	15%	26	11%	16	7%			67	10%	670
	23	2	10%	24	15%	26	10%	19	8%			71	10%	713

**Tabella 7.17** Sviluppo dell'allenamento della forza generale nei diversi periodi ed incidenza % sul volume totale.



**Figura 7.19** Sviluppo dei volumi annuali di allenamento della forza generale.

Nella figura 7.20 si propone, attraverso una rappresentazione cromatica, delle indicazioni sull'importanza dell'allenamento delle diverse espressioni di forza nel macrociclo.

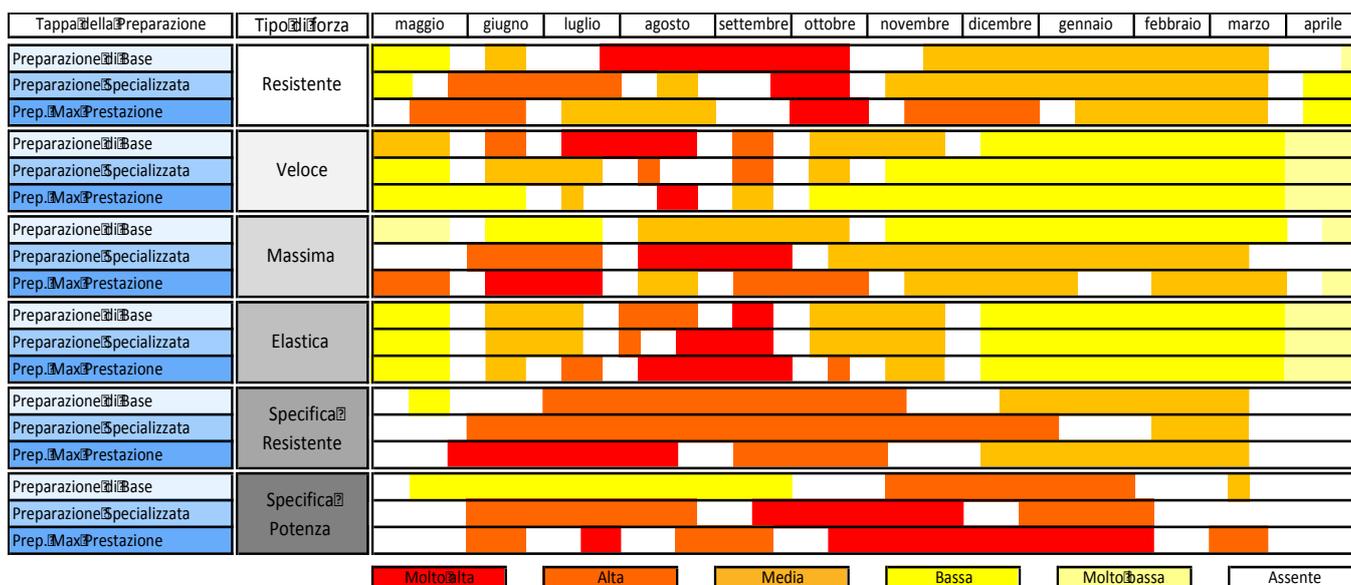


Figura 7.20 Indicazioni per l'utilizzo delle diverse espressioni di forza.

### 7.5 UTILIZZO DEI MEZZI DI ALLENAMENTO NELLA PROGRAMMAZIONE A LUNGO TERMINE

I mezzi di allenamento rappresentano lo strumento con cui viene effettuata l'attività allenante e dalla giusta alchimia nel loro utilizzo dipende anche il corretto sviluppo delle qualità fisiche dell'individuo.

Nella programmazione a lungo termine i mezzi a carattere generale diminuiscono gradualmente ed aumenta l'impiego di mezzi speciali e specifici (figura 7.21 e figura 7.22).

La percentuale di lavoro specifico anche per gli atleti evoluti risulta bassa rispetto a quella di altre discipline sportive. Questo è dovuto al limitato periodo temporale in cui è presente la neve.

Lo sci di fondo ha la peculiarità di essere una disciplina dove è possibile utilizzare molti mezzi di allenamento e quindi variare la proposta allenante. Questo molto probabilmente è uno dei motivi che rende lo sciatore di fondo un atleta molto longevo.

La variabilità nell'utilizzo dei mezzi di allenamento deve essere considerata come un aspetto importante della programmazione a partire già dalla categoria under 14.

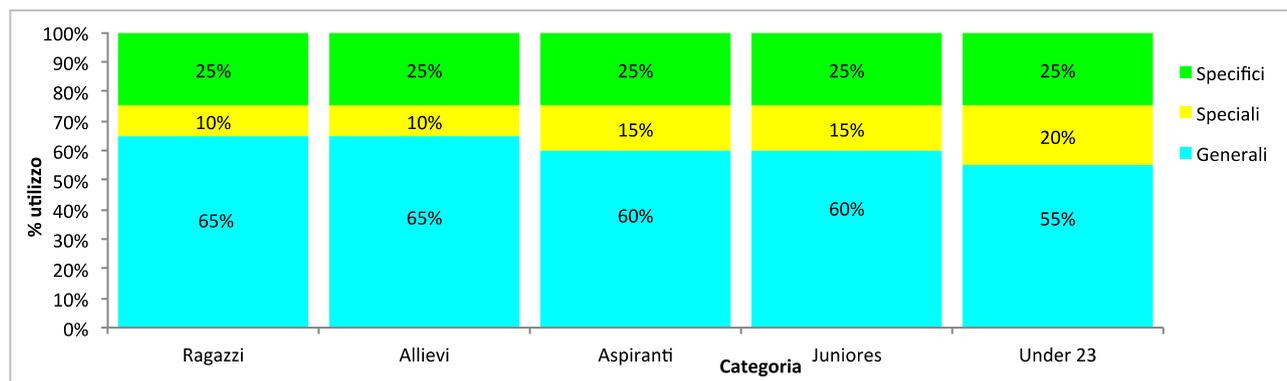
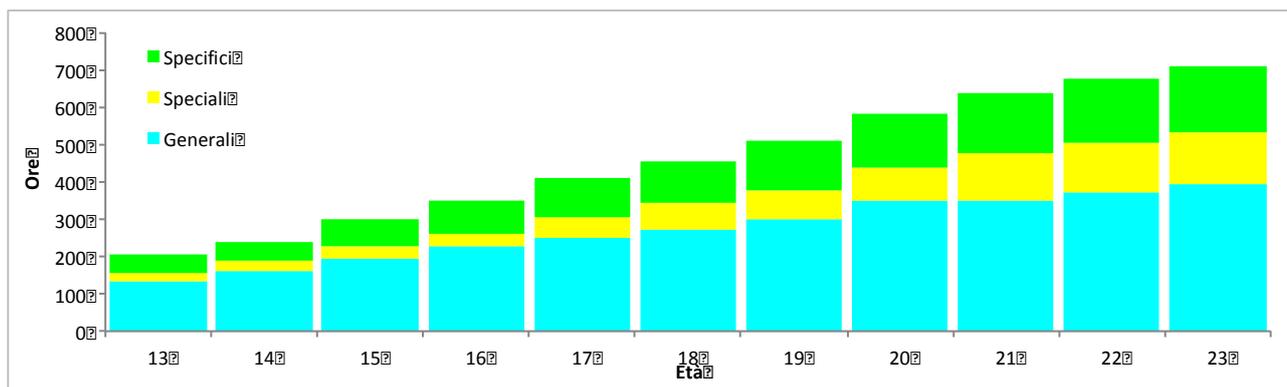


Figura 7.21 Sviluppo % dell'utilizzo dei mezzi di allenamento annuali.



**Figura 7.22** Sviluppo dell'utilizzo dei mezzi di allenamento annuali.

Nel **periodo introduttivo**, dove l'attività allenante è indirizzata all'aumento progressivo dei volumi, è preferibile adottare prevalentemente mezzi a carattere generale.

Nel **periodo generale** si nota un notevole incremento in tutte le categorie, ma soprattutto per gli atleti più maturi, nell'utilizzo dei mezzi speciali. Tra le categorie under 14 e under 16 l'utilizzo dei mezzi come gli skiroll dovrebbe essere orientato al miglioramento della tecnica e non all'efficienza degli aspetti condizionali.

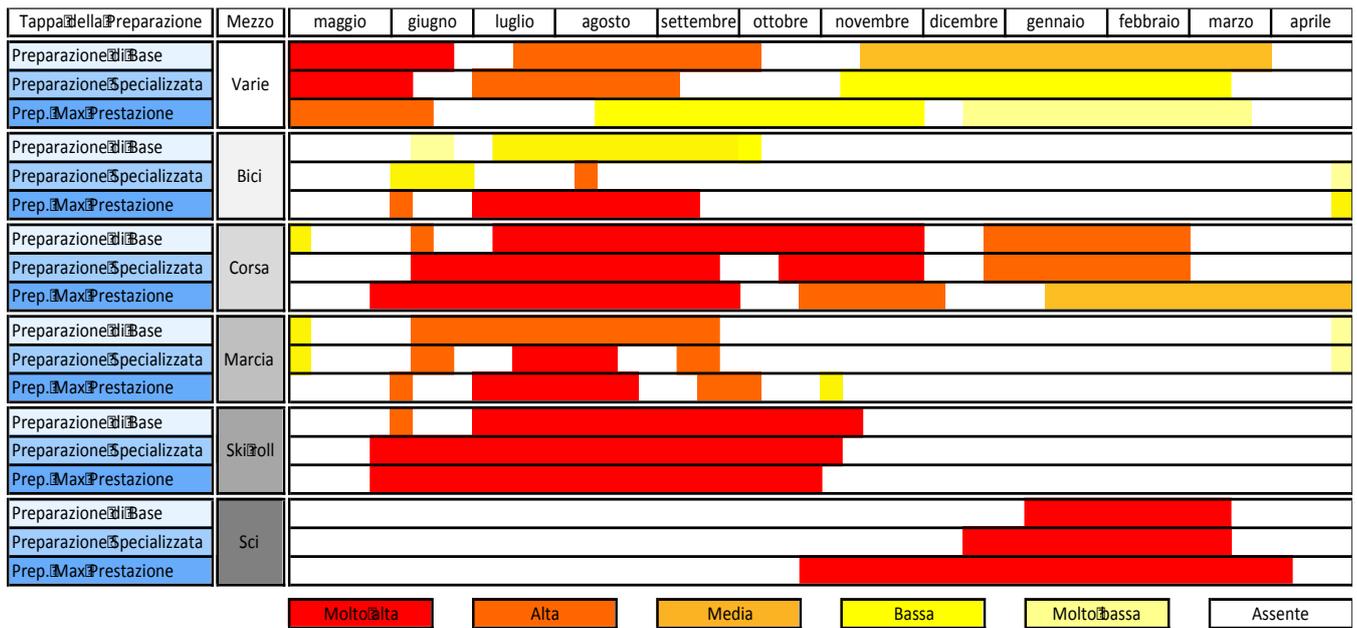
Nel **periodo speciale** si nota in tutte le categorie un ulteriore sensibile incremento dei mezzi speciali e l'introduzione dei mezzi specifici con una percentuale che occupa circa il 30%. Su questo dato non si evidenziano differenze tra le categorie. Per i più giovani non è indicato allenarsi ad una quota superiore ai 2.000 m. e soprattutto in ghiacciaio.

Nel **periodo agonistico**, per ovvie ragioni, le percentuali del lavoro specifico aumentano fino all'85-90%, ma è indicato mantenere una bassa percentuale di lavoro con mezzi generali come ad esempio la corsa e per gli atleti evoluti, in funzione del recupero muscolare, anche la cyclette (tabella 7.20).

Tappa della preparazione	Categoria	Età	Periodo Introduttivo				Periodo Generale				Periodo Speciale				Periodo Agonistico				Periodo di Transizione				Totale			
			Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale
Preparazione di base	Ragazzi	13				18	90%	10%		85	40%	30%	30%	32				52				12	65%	10%	25%	200
		14	100%			24				105				38			100%	64	100%			15				248
	Allievi	15				23	90%	10%		103	40%	30%	30%	67				93				12	65%	10%	25%	300
		16	100%			32				120				78			100%	103	100%			15				350
Preparazione specializzata di base	Aspiranti	17	90%	10%		26	80%	20%		126	40%	30%	30%	104	10%		90%	131	90%	10%		14	60%	15%	25%	401
		18				33				140				117	10%		90%	143	90%	10%		14				448
	Juniores	19	90%	10%		21	70%	30%		132	40%	30%	30%	162	10%		90%	166	90%	10%		14	60%	15%	25%	496
		20				22				142				200				192				18				576
Preparazione alla max prestazione	Under 23	21				18				140				229				219				25				633
		22	80%	20%		19	65%	30%	5%	154	40%	30%	30%	247	10%		90%	224	80%	20%		25	55%	20%	25%	670
		23				19				165				263				240				25				713

**Tabella 7.20** Sviluppo dell'utilizzo dei mezzi di allenamento nei diversi periodi.

Nella figura 7.23 si propone, attraverso una rappresentazione cromatica, delle indicazioni sull'importanza nell'utilizzo dei mezzi di allenamento nel macrociclo.



**Figura 7.23** Indicazioni per l'utilizzo dei diversi mezzi di allenamento.

## CAPITOLO 8

### GLOSSARIO

**ABILITÀ:** capacità di svolgere mansioni complesse in modo ben finalizzato, organizzato, razionale per adattarsi a circostanze specifiche usando l'esperienza.

**ABILITÀ MOTORIE:** tutte quelle azioni che, attraverso la ripetizione del gesto, sono state apprese e consolidate e che ricorrono in modo automatizzato, cioè si realizzano senza l'intervento consapevole dell'attenzione. Le abilità motorie rappresentano dunque il risultato finale di un processo di apprendimento.

**ACIDO LATTICO O LATTATO:** sottoprodotto del metabolismo anaerobico lattacido. Si tratta in sostanza di un composto tossico per le cellule, il cui accumulo nel torrente ematico si correla alla comparsa della cosiddetta fatica muscolare.

**ACIDO PIRUVICO O PIRUVATO:** sostanza prodotta dalla glicolisi, ovvero dal metabolismo del glucosio. La produzione del piruvato dal composto che lo precede nella via glicolitica è associata alla produzione di una molecola di ATP, cioè di energia.

**ADATTAMENTO:** capacità degli esseri viventi di modificare alcuni aspetti anatomici, fisiologici o comportamentali al fine di adeguarsi ai cambiamenti ambientali esterni.

**ADENOSINTRIFOSFATO (ATP):** composto chimico fonte di energia per la realizzazione del lavoro meccanico.

**AFFATICAMENTO:** alterazione dello stato funzionale dell'uomo che determina una temporanea diminuzione della capacità di lavoro.

**ALLENAMENTO:** processo pedagogico educativo continuo che si concretizza nell'organizzazione dell'esercizio fisico ripetuto in qualità, quantità ed intensità tali da produrre carichi progressivamente crescenti che stimolano i processi fisiologici di supercompensazione dell'organismo e favoriscono l'aumento delle capacità fisiche, psichiche, tecniche e tattiche dell'atleta, al fine di esaltarne e consolidarne il rendimento in gara" (Prof. Carlo Vittori).

**ALTA RESISTENZA:** situazione in cui, durante l'esecuzione di un passo, vi sono delle forze (pendenza, tipologia della neve, vento contrario, ecc.) che contrastano l'avanzamento determinando una diminuzione della velocità e una conseguente modificazione del gesto tecnico.

**ALTERNANZA:** programmazione degli stimoli che perseguono obiettivi precisi combinando il lavoro sulle diverse capacità motorie nel rispetto degli adattamenti fisiologici.

**ANALIZZATORI MOTORI:** hanno il compito di percepire e raccogliere tutte le sensazioni, informazioni e gli input del mondo esterno trasmettendoli al sistema nervoso centrale che li elabora, generando delle reazioni o facendo compiere determinate azioni. Le informazioni trasmesse dagli analizzatori sono fondamentali per l'apprendimento delle capacità coordinative e dei movimenti.

**ANTICIPAZIONE:** capacità di predire e giudicare correttamente ciò che sta per accadere nell'immediato.

**BALZI:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Balzi alternati, con e senza bastoncini, in piano o in salita particolarmente indicati per lo sviluppo della forza e della capacità anaerobica.

**BASSA RESISTENZA:** situazione in cui, durante l'esecuzione di un passo, vi sono delle forze (pendenza, tipologia della neve, vento favorevole, ecc.) che favoriscono l'avanzamento determinando un aumento della velocità e una conseguente modificazione del gesto tecnico.

**BICI:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Esercitazione di carattere generale indicata per lo sviluppo della capacità aerobica ed in parte della potenza aerobica. Si differenzia in bici da strada e mountain bike.

**CAPACITÀ:** caratteristica generale che contribuisce alla progressione nella perizia in un certo numero di abilità (skill). Esse sono, in larga misura, ereditarie e possono essere ampliate e sviluppate attraverso l'esperienza pratica ma, a differenza delle abilità, non possono essere apprese.

**CAPACITÀ AEROBICA:** capacità dell'individuo di protrarre nel tempo una prestazione di durata utilizzando il glicogeno muscolare e gli acidi grassi. Sono da considerarsi lavori di "capacità aerobica", tutte quelle esercitazioni eseguite a frequenza cardiaca da lento protratti per tempi medio lunghi.

**CAPACITÀ ANAEROBICA:** capacità dell'individuo di eseguire un lavoro con un'elevata concentrazione ematica di acido lattico. Sono da considerarsi lavori "anaerobici", tutte quelle esercitazioni eseguite ad alta intensità per più di 15" ed inferiori ai 2' e con recuperi tra le prove di circa 2-4 minuti.

**CAPACITÀ CONDIZIONALI:** sono l'insieme delle caratteristiche metabolico/funzionali che permettono di realizzare un qualsiasi gesto motorio e dipendono dall'efficienza dei meccanismi energetici.

**CAPACITÀ COORDINATIVE:** capacità complesse necessarie per la regolazione e l'organizzazione del movimento (Manno).

**CAPACITÀ MOTORIE:** sono quelle capacità a disposizione di ogni individuo per conseguire un determinato scopo di carattere fisico sportivo attraverso l'apprendimento e l'esecuzione di azioni motorie.

**CAPILLARIZZAZIONE:** uno degli elementi che determina la disponibilità di ossigeno alle fibre muscolari.

**CARBOIDRATI:** sostanze presenti negli alimenti vegetali e nel latte, a funzione principalmente energetica: forniscono energia di immediato utilizzo a tutte le cellule dell'organismo e soprattutto ai muscoli, al cuore, al sistema nervoso. In base alla loro struttura chimica si dividono in semplici (fruttosio, glucosio, lattosio, saccarosio, galattosio) e complessi (amidi), formati da un'aggregazione di quelli semplici.

**CARICO:** insieme delle esercitazioni che vengono svolte in una seduta di allenamento.

**CARICO (esterno):** quantità (numero di prove, durata delle prove, distanza complessiva, ecc.) di esercizi svolta in rapporto con l'intensità (velocità sviluppata, percentuale di impegno rispetto al massimo).

**CARICO (interno):** adattamento fisiologico o le modificazioni che ha subito l'organismo per effetto della somministrazione di un determinato Carico Esterno.

**CARICO (settimana):** periodo in cui lo stimolo allenante è particolarmente intenso in termini di quantità (volume) e/o intensità.

**CARICO NATURALE (forza):** esercitazioni per lo sviluppo della forza muscolare, nelle diverse espressioni (resistente, massima, rapida, elastica) effettuate senza l'ausilio di sovraccarichi, ma a carico naturale.

**CICLICITÀ:** organizzazione dei carichi di lavoro rispettando i tempi di supercompensazione.

**CICLO DI KREBSS:** (anche detto ciclo degli acidi tricarbossilici o ciclo dell'acido citrico) è un ciclo metabolico di importanza fondamentale in tutte le cellule che utilizzano ossigeno nel processo della respirazione cellulare. In questi organismi aerobici, il ciclo di Krebs è l'anello di congiunzione delle vie metaboliche responsabili della degradazione (catabolismo) dei carboidrati, dei grassi e delle proteine in anidride carbonica e acqua con la formazione di energia chimica.

**CONSAPEVOLEZZA E AUTONOMIA:** presa di coscienza dell'atleta dei processi che regolano l'allenamento, l'apprendimento e la tecnica.

**CONTINUITÀ:** ripetersi degli stimoli nel tempo per consentire un mantenimento dell'adattamento raggiunto.

**CONTRAZIONE MUSCOLARE CONCENTRICA:** attività muscolare in cui viene aumentata la tensione muscolare in fase di accorciamento. Le inserzioni tendinee estreme si avvicinano ed il muscolo lavora per "vincere" una resistenza esterna.

**CONTRAZIONE MUSCOLARE ECCENTRICA:** attività muscolare in cui viene aumentata la tensione muscolare in fase di allungamento. Le inserzioni tendinee estreme si allontanano ed il muscolo lavora per “contenere” il carico.

**CONTRAZIONE MUSCOLARE ISOMETRICA:** contrazione muscolare che crea tensione senza accorciamento o allungamento del muscolo. Non vi sono variazioni degli angoli delle articolazioni degli arti interessati nel movimento.

**COORDINAZIONE:** capacità di integrare il sistema sensitivo, il sistema nervoso e il sistema muscolo-scheletrico, al fine di controllare le singole parti del corpo impegnate a realizzare un modello complesso di movimento, e di integrare tali parti in un unico, armonico, compiuto impegno per raggiungere tale obiettivo.

**Coordinazione intermuscolare:** capacità del sistema nervoso di reclutare i muscoli coinvolti nel movimento in maniera efficiente per raggiungere lo scopo voluto.

**Coordinazione intramuscolare:** capacità del sistema nervoso di reclutare le fibre muscolari (di un singolo muscolo) in maniera più efficiente per raggiungere lo scopo voluto.

**CORE STABILITY:** metodica allenante che rafforza e tonifica i muscoli stabilizzatori del corpo.

**CORSA:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Esercitazione di carattere generale indicata per lo sviluppo della capacità e della potenza aerobica, della capacità e potenza anaerobica e della capacità lattacida.

**COSTO ENERGETICO:** quantità di energia utilizzata per compiere una determinata prestazione

**CREATINFOSFATO (CP):** composto chimico organico presente nel tessuto muscolare.

**CRESCITA OSSEA:** è intesa come lo sviluppo del sistema scheletrico.

**CYCLETTE:** attrezzo sportivo che in luogo chiuso e da fermo consente di simulare la pedalata effettuata in bicicletta.

**DENSITÀ:** rapporto tra le fasi di esecuzione del carico / recupero.

**DIFFICOLTÀ ESECUTIVA:** grado di difficoltà e complessità degli esercizi effettuati rispetto la consueta esecuzione (condizioni esterne, affaticamento ecc.).

**DURATA:** durata cronometrica del carico di allenamento, detratto delle pause di recupero.

**EFFICACIA:** capacità che consente di raggiungere l'obiettivo prefissato.

**EFFICIENZA:** capacità che consente di raggiungere l'obiettivo prefissato con il miglior rapporto tra energia impiegata, tempo dedicato e risultato raggiunto.

**EMATOCRITO:** valore che indica la percentuale del volume sanguigno occupata dalla componente “solida” eritrocitaria: globuli rossi. Si situa normalmente dal 36,1 al 44,3% per le donne per il sesso maschile è più alto (40,7-50,3%).

**EMOGLOBINA:** proteina specializzata nel trasporto di ossigeno, si trova all'interno dei globuli rossi del sangue ai quali conferisce il caratteristico colore rosso intenso.

**ENDOGENO:** qualsiasi fattore o sostanza biologica generata direttamente dall'organismo considerato.

**ENDURANCE:** attività fisica cardiovascolare continuata, nella maggior parte dei casi in modalità aerobica, e spesso a frequenza cardiaca costante.

**ENERGIA:** capacità di un sistema o di un corpo di compiere un determinato lavoro.

**ENZIMI:** sostanze che consentono di incrementare la velocità delle reazioni biologiche.

**EQUILIBRIO:** capacità di mantenere uno stabile e specifico orientamento in riferimento all'ambiente circostante.

**ERCOLINA:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Macchina utilizzata per lo sviluppo della forza specifica, nelle diverse espressioni (resistente, massima, rapida, elastica).

**ESERCIZI DI COORDINAZIONE:** esercizi per lo sviluppo delle capacità coordinative generali (non sul mezzo specifico).

**ESOGENO:** qualsiasi fattore o sostanza, biologica o meno, che ha origini esterne all'organismo considerato.

**ESTEROCETTORE:** recettore sensoriale sensibile a stimoli provenienti da fonti esterne vicine al corpo.

**FATICA:** percezione soggettiva del processo di affaticamento. Rappresenta un meccanismo di difesa dell'organismo.

**FLESSIBILITÀ:** misura della capacità delle unità tendineo-muscolari di allungarsi nell'ambito delle limitazioni fisiche dell'articolazione.

**FORZA:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Capacità di opporsi o di vincere una resistenza.

**Forza elastica:** forza di tipo reattivo che la muscolatura immagazzina ogni qual volta subisce, prima di accorciarsi uno stiramento (Vittori). Si allena con gli esercizi di pliometria (balzi di vario tipo).

**Forza generale:** mezzo di allenamento nello sci di fondo. Esercitazioni per lo sviluppo della forza eseguite a carico naturale e/o con sovraccarichi (pesi, macchine)

**Forza massima:** forza massima che il sistema neuromuscolare è in grado di esprimere in una contrazione massima volontaria.

**Forza rapida o veloce:** capacità del sistema neuromuscolare di superare delle resistenze con elevata rapidità di contrazione (Harre).

**Forza resistente:** capacità dell'organismo di resistere alla fatica in caso di prestazioni di forza e di durata (Harre).

**Forza specifica:** esercitazioni per lo sviluppo della forza eseguite sul mezzo specifico.

**FOSFOCREATINA:** sostanza che esercita un importante ruolo nel processo della contrazione muscolare. La **fosfocreatina** è il prodotto di combinazione della creatina con un gruppo fosforico mediante un legame ad alto valore energetico.

**FREQUENZA:** numero delle volte che lo stesso carico viene utilizzato nell'unità di tempo presa in considerazione (giorni, settimane, ...).

**FREQUENZA CARDIACA:** numero di battiti del cuore al minuto. È una delle funzioni vitali, insieme alla temperatura corporea, la pressione sanguigna e il ritmo respiratorio.

**FREQUENZA CARDIACA DI SOGLIA ANAEROBICA:** frequenza cardiaca corrispondente al livello massimo di sforzo fisico sostenibile dall'organismo mantenendo costante il livello di acido lattico.

**FREQUENZA CARDIACA MASSIMA:** massima frequenza cardiaca raggiungibile da un individuo. Si misura in battiti/minuto. Statisticamente questo valore è riscontrabile sottraendo la propria età a 220.

**FSD (forza stato dinamica):** esercizi per lo sviluppo della forza specifica effettuati con gli skiroll (scivolata spinta) su una pendenza elevata (rampa o pedana inclinata) lavorando sia in fase di spinta (lavoro concentrico) che nella successiva fase di ritorno alla posizione iniziale (lavoro eccentrico).

**GARA DISTANCE:** format di gara che prevede distanze diverse dalle sprint. Varia dai 2,5 Km del prologo alla 50 Km.

**GARA SPRINT:** format di gara che prevede una prova della lunghezza compresa fra gli 800 ed i 1600 mt. Composta da una qualifica e successive batterie di 6 atleti per i 30 migliori tempi di qualifica.

**GIMKANA:** percorso ad elevato contenuto tecnico con la presenza di difficoltà artificiali e naturali di vario genere.

**GIORNATA DI ALLENAMENTO:** insieme di una o più Ua organizzate nella stessa giornata.

**GITTATA CARDIACA:** volume di sangue espulso da un ventricolo cardiaco durante un minuto.

**GITTATA SISTOLICA:** volume di sangue pompato da un ventricolo ad ogni battito. Solitamente si fa riferimento al ventricolo sinistro

**GLICOGENO:** composto organico affine all'amido che si trova soprattutto nel fegato e nelle fibre muscolari come materiale energetico di riserva.

**GLOBULI ROSSI:** detti anche eritrociti o emazie, elementi morfologici del sangue, privi di nucleo, che contengono emoglobina, alla quale devono la loro colorazione.

**GRADUALITÀ:** principio base dell'allenamento. Fa riferimento all'andamento graduale di crescita del carico in termini di volume, intensità e difficoltà.

**GRASSI (o lipidi):** composti organici, largamente diffusi in natura, che costituiscono una delle quattro principali classi di composti organici di interesse biologico, insieme a carboidrati, proteine e acidi nucleici.

**IMITAZIONI TECNICHE:** simulazioni a secco dei diversi passi della progressione tecnica. Particolarmente indicate per lo sviluppo delle capacità coordinative specifiche.

**INDIVIDUALIZZAZIONE:** programmazione individuale dell'allenamento in funzione del raggiungimento delle esigenze e degli obiettivi del singolo atleta.

**INTENSITÀ:** grandezza, forza del carico, corrisponde all'impegno organico e muscolare rispetto alla massima presentazione individuale possibile: (% di vel, HR, RM, LA); se debole non è allenante. (qualità).

**INTEROCETTORE:** recettore sensoriale sensibile a fenomeni provenienti dall'interno dell'organismo.

**IPERTROFIA:** allenamento indirizzato all'aumento della massa muscolare.

**Kcal (kilocalorie):** unità di misura (kcal) utilizzata per esprimere il contenuto energetico degli alimenti e il dispendio di energia da parte dell'organismo umano.

**LIVELLI DI INTENSITÀ:** suddivisione in livelli delle intensità di allenamento riferite o alla frequenza cardiaca di soglia anaerobica o alla frequenza cardiaca massima.

**MACROCICLO:** periodo temporale che va dall'inizio della preparazione fino al periodo di recupero dopo il periodo agonistico. I macrocicli sono cicli plurimensili che comprendono più mesocicli. Il macrociclo è suddiviso in periodo preparatorio, periodo agonistico e periodo di transizione.

**MARCIA:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Lavoro eseguito con o senza bastoncini in salita, simulando il movimento della camminata. Particolarmente indicato per lo sviluppo sia della capacità che della potenza aerobica.

**MECCANISMO AEROBICO:** meccanismo della contrazione muscolare che richiede la presenza di ossigeno a livello del metabolismo cellulare.

**MECCANISMO ANAEROBICO:** meccanismo della contrazione muscolare che non richiede la presenza dell'ossigeno a livello del metabolismo cellulare.

**Meccanismo anaerobico alattacido:** meccanismo della contrazione muscolare che non utilizza ossigeno a livello del metabolismo muscolare per produrre energia ma utilizza la CP e ATP. Questo meccanismo ha un'efficacia per un tempo molto breve (8-10 secondi)

**Meccanismo anaerobico lattacido:** meccanismo della contrazione muscolare che non utilizza ossigeno a livello del metabolismo muscolare ma genera la produzione di acido lattico.

**MESOCICLO:** insieme di più microcicli (da 2 a 5) della durata indicativa di 1 mese.

**Mesocicli introduttivi:** utilizzati nel periodo introduttivo, hanno l'obiettivo principale di creare i presupposti per sostenere gradualmente carichi di lavoro elevati. Possono essere utilizzati anche nel periodo generale e/o speciale nel caso di interruzioni della preparazione dovute a infortuni o malattie. Nei mesocicli introduttivi sono abitualmente utilizzati mezzi a carattere generale (corsa, bici ecc.) e sono normalmente orientati allo sviluppo della capacità aerobica o per lo sviluppo della forza. Il mesociclo introduttivo è l'unico in cui è utilizzato il modello 4:1.

**Mesocicli generali:** utilizzati nel periodo generale, hanno l'obiettivo principale di sviluppare tutte le qualità necessarie per lo sci di fondo. Possono essere organizzati anche con carichi molto elevati utilizzando mezzi generali e speciali. Numerosi sono i mezzi che possono essere sfruttati per sviluppare la capacità e la potenza aerobica o la forza. I modelli più utilizzati sono il 3:1 e 2:1. Il modello 3:1 è adatto per gli atleti evoluti mentre il modello 2:1 per gli atleti più giovani. È evidente che il modello 3:1 permette di raggiungere volumi di lavoro superiori.

**Mesocicli speciali:** utilizzati nel periodo speciale, hanno l'obiettivo principale di orientare il lavoro coordinativo verso la specificità, mentre dal punto di vista condizionale, troveranno spazio i lavori per lo sviluppo della capacità e della potenza lattacida e della forza specifica. Di conseguenza vanno utilizzati principalmente mezzi speciali e man mano che ci si avvicina alla stagione invernale, anche quelli specifici. Nei mesocicli speciali solitamente sono utilizzati i modelli 2:1 e 1:1 ma anche il modello di 10 gg. di carico e 4 gg. di scarico come accennato in precedenza.

**Mesocicli agonistici:** sono utilizzati dal tardo autunno e per tutta la stagione invernale. Per gli atleti giovani l'obiettivo principale, vista la presenza della neve, è di migliorare gli aspetti coordinativi specifici, mentre per gli atleti evoluti, oltre al miglioramento tecnico e tattico specifico, è di creare i presupposti per il raggiungimento di elevati livelli di prestazione in occasione dei maggiori appuntamenti agonistici.

**Mesocicli di transizione:** non prevedono periodi di carico e di scarico in quanto hanno come unico obiettivo quello di ripristinare le qualità fisiche e psichiche particolarmente sollecitate durante il periodo agonistico.

**METABOLISMO:** complesso delle reazioni chimiche e fisiche che avvengono in un organismo o in una sua parte.

**Metabolismo aerobico:** sistema energetico utilizzato nelle attività di resistenza in cui viene utilizzato l'ossigeno per produrre energia dai carboidrati (zuccheri). Chiamato anche il metabolismo ossidativo, respirazione aerobica, e la respirazione cellulare.

**Metabolismo anaerobico alattacido:** sistema energetico utilizzato nelle attività che richiedono grande velocità e potenza per brevissima durata (circa 8-10 sec)

**Metabolismo anaerobico lattacido:** sistema energetico utilizzato nelle attività che richiedono forza e resistenza per un tempo attorno al minuto (il culmine è raggiunto mediamente tra i 40-45 sec).

**MEZZO DI ALLENAMENTO:** insieme di esercitazioni che perseguono obiettivi allenanti e che quindi vanno a costituire il carico di lavoro.

**MEZZO GENERALE:** nello sci di fondo si considerano mezzi generali gli esercizi che non hanno contenuti tecnici della disciplina sportiva praticata (corsa, bici, ecc.).

**MEZZO SPECIALE:** nello sci di fondo si considerano mezzi speciali le esercitazioni con evidenti riferimenti tecnici della disciplina praticata, ma che non la rappresentano completamente (skiroll, marcia con bastoncini, balzi, ecc.).

**MEZZO SPECIFICO** nello sci di fondo si considerano mezzi specifici gli esercizi che riproducono fedelmente la tecnica della disciplina, con le stesse ampiezze e coinvolgendo i medesimi gruppi muscolari. Fanno parte dei mezzi specifici le esercitazioni eseguite con gli sci.

**MACROCICLO:** periodo temporale che va dall'inizio della preparazione fino al periodo di recupero dopo il periodo agonistico. I macrocicli sono cicli plurimensili che comprendono più mesocicli. Il macrociclo è suddiviso in periodo preparatorio, periodo agonistico e periodo di transizione.

**Microcicli introduttivi:** hanno lo scopo di creare i presupposti per poi effettuare un lavoro di costruzione e quindi a sopportare carichi considerevoli. Sono posti all'inizio del periodo preparatorio e in alcuni casi dopo infortuni e/o malattie. Si caratterizzano per bassi volumi e lavori di bassa o media intensità (L2-L3).

**Microcicli di sviluppo:** hanno l'obiettivo di stimolare i processi di adattamento dell'organismo. La struttura e la durata dei microcicli di sviluppo varia in rapporto all'obiettivo del periodo. Per gli atleti di alto livello sono collocati durante tutto il periodo preparatorio (da maggio a novembre), ma anche durante il periodo agonistico. Per gli atleti delle categorie giovanili sono collocati sia nel periodo preparatorio che in quello agonistico.

**Microcicli d'urto:** come i microcicli di sviluppo, hanno l'obiettivo di stimolare i processi di adattamento. Si differenziano per i carichi elevati e le Ua con recupero incompleto. Normalmente sono utilizzati nel periodo preparatorio come strumento per lo sviluppo di una o più qualità, ma possono essere sfruttati anche nel periodo agonistico in particolare per il richiamo delle qualità aerobiche.

**Microcicli di recupero:** sono collocati alla fine di una serie di microcicli di costruzione o al termine di un periodo intenso di competizioni. Possono essere inseriti anche dopo il periodo agonistico e quindi nel periodo di transizione. Hanno lo scopo di garantire lo sviluppo ottimale dei processi di recupero e di adattamento. Il volume di lavoro e le Ua, rispetto ai microcicli di costruzione, diminuisce del 40-60% circa. La % di riduzione del volume è inversamente proporzionale all'entità del carico del microciclo di costruzione precedente. In questo periodo si dovrebbero programmare i lavori aerobici (L1-L2) di basso volume.

**Microcicli agonistici o di gara:** la loro programmazione dipende dagli appuntamenti agonistici e possono avere l'obiettivo quindi sia di recupero che di mantenimento della condizione; in alcuni casi di richiamo di alcune qualità sviluppate nel periodo preparatorio.

**MIOGLOBINA:** proteina presente a livello muscolare la quale veicola l'ossigeno dai capillari ai mitocondri.

**MITOCONDRI:** organelli presenti all'interno delle cellule i quali hanno la funzione di produrre energia.

**Mm (millimoli):** unità di misura dell'acido lattico.

**MOBILITÀ ARTICOLARE:** capacità di movimento di un'articolazione indicata dall'ampiezza delle escursioni in piani diversi.

**MONOPATTINO:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Esercizio per lo sviluppo delle capacità coordinative specifiche. Particolarmente indicato per i più giovani per sviluppare l'equilibrio dinamico.

**MULTILATERALITÀ:** principio dell'allenamento che suggerisce l'adozione di una grande quantità di proposte motorie. Si parla di **multilateralità estensiva** quando le esercitazioni hanno contenuti motori riferiti a buona parte delle discipline sportive (fino a 10 anni). Di **multilateralità orientata** quando gli schemi motori sono riferiti ad una specifica disciplina (11-12 anni) e di **multilateralità mirata** quando si adottano una grande quantità di proposte strutturando continuamente varianti rispetto agli schemi motori e alle abilità della disciplina sportiva praticata (12-16 anni).

**MUSCOLATURA AGONISTA:** muscolatura che esegue il movimento in maniera "diretta" ed è quindi responsabile di un determinato movimento.

**MUSCOLATURA ANTAGONISTA:** muscolatura che "rilassandosi" permette il movimento alla muscolatura agonista. Effettua quindi un movimento opposto alla muscolatura agonista assicurando la giusta coordinazione del movimento attraverso una continua modulazione degli impulsi neuro muscolari interessati al movimento.

**MUSCOLI SINERGICI:** i muscoli che coadiuvano altri muscoli nell'esecuzione del movimento.

**OMEOSTASI:** capacità di autoregolazione degli esseri viventi, fondamentale per mantenere costante l'ambiente interno nonostante le variazioni dell'ambiente esterno.

**ORIENTAMENTO:** capacità di una persona di essere consapevole della propria posizione, rispetto al tempo, al luogo e alle circostanze ambientali.

**ORMONI:** sostanze secrete dalle ghiandole endocrine in seguito a stimoli specifici, e capaci di agire in modo altrettanto specifico su singoli organi o processi metabolici.

**PATTINAGGIO CAPACITÀ:** esercizio per lo sviluppo della forza resistente eseguito con la tecnica di pattinaggio senza bastoncini, in salita o in piano, con gli sci o con gli skiroll, con o senza cinture zavorrate, a bassa intensità (lento-medio), per distanze medio lunghe.

**PATTINAGGIO POTENZA:** esercizio per lo sviluppo della forza rapida specifica e della resistenza alla forza rapida eseguito con la tecnica di pattinaggio senza bastoncini, in salita o in piano, con gli sci o con gli skiroll, con o senza cinture zavorrate, ad alta intensità (anaerobico), per distanze brevi.

**PATTINI A ROTELLE:** esercizio per lo sviluppo delle capacità coordinative specifiche. Particolarmente indicato per i più giovani per sviluppare l'equilibrio dinamico.

**PERCEZIONE:** processo cognitivo attraverso il quale vengono codificate le sensazioni.

**PERCEZIONE DELLO SFORZO:** capacità di determinare ed interpretare le sensazioni provenienti dall'organismo durante un esercizio fisico (Noble & Robertson 1996).

**PERIODIZZAZIONE:** suddivisione del ciclo annuale di allenamento in macrocicli, mesocicli, microcicli e unità di allenamento (sedute).

**Periodizzazione doppia:** è tipica delle discipline che prevedono due stagioni agonistiche ma può essere utilizzata anche con gli atleti evoluti di alto livello dello sci di fondo. Questo tipo di periodizzazione prevede due periodi preparatori, due periodi agonistici e un periodo di transizione. Il primo periodo agonistico, nel caso dello sci di fondo, non è da considerarsi un momento in cui vengono effettuate un numero elevato di competizioni ma bensì lavori di intensità elevata. Questo tipo di programmazione consente di mantenere elevata l'intensità anche durante il periodo preparatorio ed inoltre la "doppia onda" di volume e di intensità permette di raggiungere due "picchi di condizione elevata" aumentando in generale lo stato dell'atleta.

**Periodizzazione semplice:** è il modello di periodizzazione maggiormente utilizzato il quale prevede un rapporto temporale tra il periodo preparatorio e quello agonistico di 2:1 e cioè il primo dovrebbe avere una durata doppia rispetto a al secondo. La periodizzazione semplice è la più indicata per i giovani in quanto permette di raggiungere volumi di lavoro elevati durante il periodo generale.

**PERIODO INTRODUTTIVO:** ha lo scopo di creare i presupposti per sostenere gradualmente carichi di lavoro elevati. L'attività in questo periodo non dovrebbe essere particolarmente strutturata ma l'atleta dovrebbe avere la possibilità di organizzare il proprio allenamento mantenendo comunque gli obiettivi prefissati. Sono consigliati mezzi di allenamento di carattere generale.

**PERIODO GENERALE:** l'allenamento di questo periodo dovrà essere indirizzato ad uno sviluppo multilaterale delle capacità motorie. Sono comunque consigliati i dovuti interventi al fine di colmare le carenze individuali. Il lavoro quantitativo prevale su quello qualitativo. L'utilizzo dei mezzi di allenamento è rivolto specialmente verso quelli generali con graduale inserimento di quelli speciali e specifici. È possibile considerare anche l'inserimento di competizioni di corsa o in bici, ma non in numero elevato. Per i giovani il periodo generale corrisponde per gran parte alla stagione estiva dove hanno maggior disponibilità di tempo vista l'interruzione della scuola e al numero elevato di "ore di luce". Per questo motivo è necessario concentrare in questa fase la maggior parte del lavoro.

**PERIODO SPECIALE:** prevale la preparazione specifica su quella generale attraverso l'utilizzo sia di mezzi speciali che specifici. La qualità dell'allenamento dovrebbe aumentare progressivamente fino al periodo agonistico. Può essere considerato l'inserimento di un numero limitato di competizioni con gli sci roll. Per gli

atleti evoluti, nel periodo speciale, una parte della preparazione dovrebbe venire effettuata con gli sci presso i ghiacciai al fine di affinare il gesto tecnico specifico.

**PERIODO AGONISTICO:** l'allenamento in questo periodo, per i più giovani, dovrebbe essere finalizzato all'acquisizione di un elevato bagaglio di abilità motorie specifiche. Per questo motivo la preparazione dovrebbe essere effettuata utilizzando quasi esclusivamente gli sci. Le competizioni dovrebbero essere utilizzate dai giovani come mezzo per lo sviluppo delle capacità motorie.

Anche per gli atleti evoluti è preferibile un ampio utilizzo del mezzo specifico inoltre, visto il numero elevato di competizioni presenti solitamente in calendario, alcune gare dovrebbero essere utilizzate come "strumento" di preparazione per gli appuntamenti più importanti.

**PERIODO DI TRANSIZIONE:** ha lo scopo di creare le condizioni per un recupero psicofisico evitando di perdere le qualità acquisite. Questo dovrebbe avvenire attraverso un "recupero attivo" e l'utilizzo di mezzi di allenamento di carattere generale. In questo periodo i giovani dovrebbero affrontare l'attività sportiva praticando sport diversi da quello specifico.

**PERIODO PUBERALE O PUBERTÁ:** periodo della vita nel quale avvengono profondi cambiamenti morfologici, funzionali e psichici, e che traghettano l'individuo dall'infanzia verso all'età adulta.

**PIANIFICAZIONE:** momento generale di formulazione della strategia delle grandi variazioni di struttura dell'allenamento riferite ad un ampio arco di tempo e ad obiettivi intermedi. Pertanto vanno definiti gli obiettivi, le priorità, le scadenze più importanti, i tempi occorrenti per le varie fasi di preparazione, i metodi e i mezzi più idonei (AA. VV.).

**PLIOMETRIA:** attività fisica caratterizzata dal rapido susseguirsi di una contrazione eccentrica e di una concentrica adatta per lo sviluppo della forza elastica e/o esplosiva.

**POTENZA AEROBICA:** massima quantità di ossigeno che può essere utilizzata nell'unità di tempo da un individuo. Sono da considerarsi lavori per lo sviluppo della potenza aerobica tutte quelle esercitazioni eseguite ad alta intensità per più di 2' ed eseguite a FC "vicino" alla frequenza cardiaca della propria soglia anaerobica. Hanno questo obiettivo anche i lavori effettuati ad intensità medio.

**POTENZA ANAEROBICA:** capacità di un individuo di produrre un'elevata quantità di acido lattico. Sono da considerarsi lavori per la "potenza anaerobica", tutte quelle esercitazioni eseguite ad alta intensità per più di 15" ed inferiori ai 1' e con recuperi tra le prove di oltre 6-8 minuti.

**PREATLETISMO:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Esercizi e/o circuiti per lo sviluppo delle capacità coordinative.

**PREPARAZIONE GENERALE:** sviluppo armonioso delle qualità motorie, senza far riferimento ad una disciplina particolare.

**PREPARAZIONE SPECIFICA:** insieme di esercitazioni selezionate in funzione della specialità nella quale l'atleta deve concorrere.

**PRODUZIONE ORMONALE:** (vedi sistema endocrino).

**PROGRAMMAZIONE:** processo che consente di organizzare il proprio lavoro determinando ciò che si intende conseguire (gli obiettivi), le modalità con cui si intende perseguirli e quindi controllando il loro procedere. Si può programmare nell'arco della carriera, nell'arco di più stagioni, nell'arco della stagione agonistica e in quello della singola seduta di allenamento.

**PROGRAMMAZIONE PLURIENNALE:** pianificazione dell'allenamento su un periodo temporale di più anni. La programmazione pluriennale riguarda sia la programmazione dell'allenamento a lungo termine che la programmazione dell'allenamento di un ciclo olimpico.

**PROGRESSIVITÀ:** aumento progressivo degli stimoli per permettere ulteriori adattamenti e miglioramenti.

**PROPRIOCEZIONE:** è la capacità di percepire e riconoscere la posizione del proprio corpo nello spazio e lo stato di contrazione dei propri muscoli, anche senza il supporto della vista. La propriocezione assume un'importanza fondamentale nel complesso meccanismo di controllo del movimento

**RAPIDITÀ:** capacità di eseguire azioni motorie in tempi brevi.

**REAZIONE:** capacità che sottende i compiti per i quali vi è un solo stimolo e una sola risposta e per i quali il soggetto deve rispondere più velocemente possibile dopo la presentazione di uno stimolo in una situazione di tempo di reazione singola.

**RECUPERO:** processo di ripristino delle capacità di lavoro alterate dal carico di allenamento conseguente all'affaticamento.

**RESISTENZA:** capacità di svolgere per lungo tempo un'attività senza che si determini un evidente calo di efficacia.

**RISINTESI AEROBICA:** riproduzione di ATP attraverso l'utilizzo dell'ossigeno degli acidi grassi, del glucosio e dell'acido piruvico con la produzione di sostanze di scarto quali l'acqua e l'anidride carbonica.

**RISINTESI ANAEROBICA ALATTACIDA:** riproduzione di ATP attraverso il trasferimento di una molecola di acido fosforico (P) dalla fosfo-creatina (CP) all'ADP

**RISINTESI ANAEROBICA LATTACIDA:** riproduzione di ATP attraverso la trasformazione del glucosio in acido lattico.

**RITMO:** qualsiasi sequenza di funzioni o di eventi ricorrenti con regolarità.

**SCALA DI BORG:** sistema che valuta la percezione soggettiva dello sforzo in relazione all'entità o intensità dello sforzo stesso durante l'attività fisica.

**SKIROLL TC e TP:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Esercitazione specifica indicata per lo sviluppo della capacità e della potenza aerobica, della capacità e potenza anaerobica e della capacità alattacida.

**SCARICO:** periodo in cui lo stimolo allenante è "ridotto" sia in termini di quantità (volume) che di intensità rispetto al periodo di carico. Questo periodo ha lo scopo di "rigenerare" l'atleta.

**SCHEMA CORPOREO:** rappresentazione cognitiva della posizione e dell'estensione del corpo nello spazio e l'organizzazione gerarchica dei singoli segmenti corporei finalizzata principalmente all'organizzazione dell'azione nello spazio.

**SCHEMI MOTORI DI BASE:** prime comparizioni nello sviluppo motorio dell'individuo. Si identificano come forme naturali e fondamentali del movimento.

**SCHEMI POSTURALI:** schemi statici, che si collocano nelle tre dimensioni dello spazio (altezza, lunghezza e larghezza) e riguardano il busto e gli arti, sia inferiori che superiori.

**SCI TC e TP:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Esercitazione specifica indicata per lo sviluppo della capacità e della potenza aerobica, della capacità e potenza anaerobica e della capacità alattacida.

**SCIVOLATA:** fase del movimento, successivo alla spinta, che identifica la distanza percorsa sullo sci caricato del peso del corpo.

**SENSAZIONE:** processo attraverso il quale arrivano dal mondo esterno delle informazioni al cervello.

**SISTEMA ENDOCRINO o ormonale:** apparato/sistema che comprende l'insieme di ghiandole e cellule che secernono nel sangue delle sostanze proteiche o lipidiche dette ormoni. Il sistema endocrino gestisce il funzionamento dell'organismo umano o animale in collaborazione con il sistema nervoso.

**SFM (salita forza massima):** esercitazione con la bici per lo sviluppo della forza massima degli arti inferiori. Il lavoro andrebbe eseguito in salita (pendenza 6-8%) da seduti con un rapporto "molto duro". Questo tipo di lavoro è indicato solo per atleti evoluti.

**SFR (salita forza resistente):** esercitazione con la bici per lo sviluppo della forza resistente degli arti inferiori. Il lavoro andrebbe eseguito in salita (pendenza 5-6%) da seduti con un rapporto "duro". Questo tipo di lavoro è indicato solo per atleti evoluti.

**SKATEBOARD:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Esercizio per lo sviluppo delle capacità coordinative specifiche. Particolarmente indicato per i più giovani per sviluppare l'equilibrio dinamico.

**SOGLIA AEROBICA:** velocità minima per la quale il lattato si mantiene a livelli costanti, superiori a quelli di riposo e corrisponde alle 2 Mm di acido lattico.

**SOGLIA ANAEROBICA:** indice che determina il livello massimo di sforzo fisico sostenibile dall'organismo mantenendo costante il livello di acido lattico e corrisponde mediamente alle 4 Mm di acido lattico.

**SOVRACCARICHI (forza):** esercitazioni per lo sviluppo della forza muscolare, nelle diverse espressioni (resistente, massima, rapida, elastica) effettuate con l'ausilio di bilanceri, manubri e macchine.

**SOVRALLENAMENTO (overtraining):** è una condizione fisica, comportamentale ed emotiva che si verifica quando il volume, l'intensità e la frequenza dell'esercizio fisico di un individuo superano la sua capacità di recupero.

**SPECIALIZZAZIONE:** allenamento orientato ad esasperare gli aspetti specifici della disciplina praticata.

**SPECIALIZZAZIONE PRECOCE:** assunzione da parte dei giovani di un modello di preparazione rigido finalizzato al conseguimento del massimo risultato in tempi medio brevi. (R. Manno)

**SPINTA:** rapida distensione di un arto "piegato" che determina una pressione al suolo con conseguente avanzamento.

**SPINTA ARTO INFERIORE:** fase del movimento, successivo al caricamento, nel quale, attraverso un'energica distensione dell'arto inferiore, aumenta la pressione al suolo determinando l'avanzamento.

**SPINTA ARTO SUPERIORE:** azione propulsiva esercitata dagli arti superiori attraverso il contatto del bastoncino al suolo.

**SPINTE CAPACITÀ:** esercizio per lo sviluppo della forza resistente eseguito con la tecnica della scivolata spinta, in salita o in piano, con gli sci o con gli skiroll a bassa intensità (lento-medio), per tratti medio lunghi.

**SPINTE POTENZA:** esercizio per lo sviluppo della forza rapida specifica e della resistenza alla forza rapida eseguito con la tecnica della scivolata spinta, in salita o in piano, con gli sci o con gli skiroll ad alta intensità (anaerobico), per tratti brevi.

**RISCALDAMENTO:** pratica eseguita prima della prestazione fisica-sportiva per consentire al corpo di riuscire ad affrontare il vero e proprio allenamento o competizione nelle migliori condizioni possibili, preparandolo, migliorando la prestazione fisica e riducendo il rischio di infortuni.

**STIMOLO:** qualsiasi impulso esterno o interno all'organismo che metta in azione la reattività specifica dell'organo interessato o di tutto l'organismo.

**SUPERCOMPENSAZIONE:** rappresenta un modello teorico di adattamento dell'organismo ad uno specifico stimolo allenante.

**TAVOLE DI SCORRIMENTO:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo che permette di simulare situazioni di scivolamento attraverso delle tavole o simili alle quali sono applicate delle ruote.

**TAPPE EVOLUTIVE:** periodi della vita nei quali l'individuo sviluppa determinate caratteristiche somatiche e psichiche.

**TECNICA:** insieme di norme che regolano la pratica di un'attività sportiva.

**Tecnica classica:** tecnica specifica dello sci di fondo dove si procede prevalentemente a sci paralleli nel binario e che prevede l'ancoraggio dello sci in fase di spinta.

**Tecnica di pattinaggio:** tecnica specifica dello sci di fondo dove si procede prevalentemente a sci divaricati spingendo in presa di spigolo interno con sci in movimento.

**Tecnica specifica:** esercizi per lo sviluppo della tecnica sul mezzo specifico.

**TEORIA DELLE FASI SENSIBILI:** arco di tempo durante il quale un particolare schema motorio, una capacità coordinativa o condizionale, hanno generalmente il loro maggior sviluppo o una maggiore recettività da parte del soggetto.

**TEST DA CAMPO:** test di valutazione sportiva funzionale pratica svolti sul campo di allenamento.

**TEST DI CONCONI:** test di medicina sportiva che mira a misurare la soglia anaerobica di uno sportivo espressa in velocità e frequenza cardiaca.

**TREADMILL (o tapis roulant):** tappeto rotante ideale per analisi della prestazione, per un allenamento di corso a con gli skiroll a velocità intense e per una varietà di applicazioni nella scienza dello sport.

**UNITÀ DI ALLENAMENTO (Ua):** singola seduta di allenamento.

**UNITÀ DI ALLENAMENTO COMPLEMENTARI:** Ua di supporto alle Ua principali.

**UNITÀ DI ALLENAMENTO PRINCIPALI:** hanno lo scopo di realizzare gli obiettivi più importanti del processo di allenamento sia in termini di volume che di intensità.

**VARIABILITÀ:** variazione di metodi, proposte ed obiettivi per favorire adattamenti, apprendimenti e motivazioni

**VARIE:** mezzo di allenamento per lo sci di fondo. Attività sportive diverse, non inerenti all'attività del fondista, ma con rilevanti stimoli organico muscolari e coordinativi (nuoto, calcio, pallavolo, canoa, ecc.).

**VELOCITÀ O RAPIDITÀ:** capacità di effettuare azioni motorie in tempi brevi.

**VENTILAZIONE POLMONARE:** volume di aria che complessivamente entra ed esce dai polmoni nell'unità di tempo. La si misura in litri/minuto.

**VITAMINE:** sostanze organiche, assunte con gli alimenti, indispensabili agli organismi viventi.

**VO<sub>2</sub>max (MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO):** quantità massima di ossigeno che un individuo riesce a consumare nell'unità di tempo. Questa misura solitamente viene quantificata in millilitri di ossigeno per kg di peso corporeo (VO<sub>2</sub>/kg). Solitamente viene rilevato ad una frequenza cardiaca vicino a quella massima. Un valore elevato di VO<sub>2</sub> denota un'elevata efficienza del meccanismo aerobico.

**VOLUME:** somma / totale degli stimoli. Ci si riferisce ai carichi omogenei come: numero di chilogrammi sollevati, ripetizioni di un esercizio, distanza percorsa, ecc. (quantità).

## BIBLIOGRAFIA

- “Allenamento sportivo, teoria e metodologia”*, Calzetti & Mariucci, 1996 Platonov V.
- “Calcio e potenziamento muscolare”*, Calzetti & Mariucci, 1995 Cometti G.
- “Compendio di ginnastica correttiva”*, Società Stampa Sportiva Roma, 1994 Tribaston F.
- “Coordinate di riferimento per una educazione fisica attuale”* Bin V. – Tosi R.
- “Cross Country Skiing”*, 2003 Rusko H.
- “Das norwegische Trainingsmodell im Skilanglauf”*, 2010 Enoksen E. - Aukland F. - Harnes E.
- “Dizionario Oxford di medicina e scienza dello sport”*, Il Pensiero Scientifico Editore, 1996 Kent M.
- “Educazione motoria e gioco”*, De Agostini Editore, 1996 Bucchioni F. – Tosoni A.
- “Età delle massime prestazioni e importanza della prestazione in età giovanile nello sci di fondo”*, SdS CONI, 2010 Campaci R., Macor E., Manno R.
- “Fisiologia applicata allo sport”*, 2006 McArdle W.D. - Katch F.I. - Katch V.L.
- “Fondamenti dell’allenamento e dell’attività di gara”*, Calzetti & Mariucci, 2004 Platonov V.
- “Fondamento dell’allenamento sportivo”*, Zanichelli, 1993 Manno R.
- “Giochiamo con lo Yoga”*, Edizioni Mediterranee, 1995 Furlan E.
- “Il corpo e l’azione motoria”*, Calzetti & Mariucci, 1996 Gori M. - Tanga M. - Barsotti P.
- “Incremento della capacità di prestazione e sua durata”*, FISI Trozzi V. - Zoller C.
- “Introduzione alla teoria e metodologia dell’allenamento sportivo”*, SDS Coni, 2001 Verchoshanskij Y.
- “L’allenamento della forza”*, Società Stampa Sportiva Roma, 1992 Manno R.
- “L’allenamento ottimale”*, Calzetti & Mariucci, 2001 Weineck J.
- “L’apperndimento motorio tra i 5 e i 10 anni”*, Armando Editore, 1974 Calabrese L.
- “L’organizzazione dell’allenamento e dell’attività di gara”*, Calzetti & Mariucci, 2005 Platonov V.
- “La coordinazione motorie nelle prove multiple”*, www.multistars.org Avogadro R.
- “La forza muscolare”*, Società Stampa Sportiva Roma, 2002 Bosco C.
- “La moderna programmazione dell’allenamento sportivo”*, SDS Coni, 2001 Verchoshanskij Y.
- “La Pliometria”*, Calzetti & Mariucci Cometti G. – Cometti D.
- “La preparazione fisica speciale”*, SDS Coni, 2001 Verchoshanskij Y.
- “La programmazione e l’organizzazione del processo di allenamento”*, Società Stampa Sportiva Roma, 1987 Verchoshanskij Y.
- “Le basi fisiologiche dell’educazione fisica e dello sport”*, Il Pensiero Scientifico Editore, 1995 Fox E. - L. Bower R. - Foss M.
- “Le capacità coordinative”*, SDS Coni, III Manno R.
- “Le capacità coordinative: definizioni e possibilità di svilupparle”*, Trad. it. in “Didattica del movimento”, 1986 Blumme D.D.
- “Le qualità fisiche dello sportivo”*, Ed. Atletica Leggera Vigevano, 1972 Zaciorskij V.M.
- “Le tappe conclusive della carriera degli atleti di alto livello”*, 2004 Platonov V.
- “Manuale di sport per adulti”*, Federazione Svizzera, 2011 *Hilfsmittel*
- “Manuale di teoria dell’allenamento”*, Società Stampa Sportiva-Roma, 1993 Martin D. - Carl K. - Lehnertz K.
- “Metodologia dell’allenamento dei giovani”*, SDS Coni, 1983 Mano R.

*“Metodologia e didattica per l'avviamento ai grandi giochi sportivi”*, Società Stampa Sportiva Roma, 1991  
Zanetti E. – Rubini D.

*“Metodologia e programmazione dell'allenamento per lo sci di fondo”*, FISI Orsinger D. - D'Incal D.

*“Mezzi e metodi per l'allenamento della forza esplosiva. Tutto sul metodo d'urto”*, Società Stampa Sportiva, 1997 Verchoshanskij Y.

*“Nuovi orientamenti per l'avviamento dei giovani allo sport”*, Società Stampa Sportiva Roma, 1984 Autori Vari

*“Perché? Quando? Come? ”*, Società Stampa Sportiva, 1984 Bin V. - Tosi R.

*“Pianificazione a breve termine e struttura a blocchi dell'allenamento”*, SDS Coni, XXII Issurin V.

*“Preparazione fisica di base”*, SDS Coni, 1994 Stelvio B.

*“Principi di teoria e metodologia”*, Pellegrini Tipografia, 1987 Bin V. – Balsamo C.

*“Progettare e gestire l'allenamento sportivo”*, SDS Coni, 1998 Beccarini C. – Madella A.

*“Sports Nutrition”*, 2008 Wolinsky I. - Driskell J.A.

*“Stretching e prestazioni sportive di alto livello”*, SDS Coni, 2000 Wieimann K. - Klee A.

*“Struttura e sviluppo delle capacità motorie”* Bastanzetti

*“Teoria dell'allenamento”*, Stampa Sportiva Roma, 1977 Harre D.

*“The role of adequate nutrition for performance and health for female cross-country skiers”*, 2007 Meyer N.L.  
- Parker-Simmons S. - Erbacher L.M.

*“Textbook of work physiology”*, 2003 Astrand P-O. - Rodjal K. - Dahl H.A. - Stromme S.B.

*“Tutto sul metodo d'urto”*, Società Stampa Sportiva Roma Verchoshanskij Y.

*“Valutazione dell'atleta”*, 1999 Dal Monte A. - Faina M.

## Scheda di allenamento categoria U14 Ragazzi

Obiettivi	Principali finalità nella programmazione dell'allenamento a lungo termine
Generali	1) Formazione educativa e sportiva delle motivazioni
	2) Approfondimento delle norme della disciplina
Tecnici specifici	3) Conoscenza e approfondimento delle basi della tecnica (utilizzo del video)
	4) Progressivo incremento del lavoro specifico
	5) Sviluppo e consolidamento delle abilità tecniche specifiche
Capacità coordinative	6) Sviluppo e consolidamento di molteplici abilità motorie
	7) Rielaborazione della capacità coordinative in relazione allo sviluppo corporeo
	8) Consapevolezza e coscienza degli apprendimenti motori
Capacità condizionali	9) Sviluppo multilaterale delle capacità condizionali
	10) Progressivo incremento delle ricchezze delle unità di allenamento
	11) Allenamento marcato per la costruzione muscolare in modo equilibrato e simmetrico
	12) Utilizzo di esercizi multiarticolari per il miglioramento della capacità intermuscolare

Età	Periodo introduttivo					Periodo generale					Periodo speciale					Periodo agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)	Media (a/bett.)	Totale (a/bett.)		
14	2,0	18	1:00	2:00	18	5,0	85	1:00	5:00	85	3,5	28	1:10	4:05	32	3,5	42	1:15	4:22	52	2,0	12	1:00	2:00	12	3,6	185	1:04	3:50	200
15	2,5	23	1:05	2:42	24	5,5	94	1:08	6:14	105	4,0	32	1:13	4:52	38	4,0	48	1:20	5:20	64	2,5	15	1:00	2:30	15	4,1	211	1:10	4:46	248

Età	Periodo introduttivo					Periodo generale					Periodo speciale					Periodo agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. intensità
14	97,3	2,5	0,0	0,2	16,21	93,7	4,0	2,0	0,3	75,93	92,8	3,0	3,5	0,7	29,34	91,2	3,0	5,0	0,8	51,62	98,0	2,0	0,0	0,0	12,15	93,0	3,5	3,0	0,5	183,227
15																														

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
L1													
L2													
L3													
L4													
L5													

Per.	Introduttivo		Speciale		Specifico		Agonistico		di transizione		Totale	
	(a/b)	%(±2)	(a/b)	%(±2)	(a/b)	%(±2)	(a/b)	%(±2)	(a/b)	%(±2)	(a/b)	
Età												
14	2	11%	10	12%	3	11%	1	3%	0	0	17	0%
15	2	10%	12	11%	4	12%	2	3%	0	0	21	0%

Molto alta
Alta
Media
Bassa
Molto bassa
Assente

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Resistente													
Veloce													
Massima													
Elastica													
Spec. Pot.													
Spec. Res.													

Età	Periodo introduttivo				Periodo generale				Periodo speciale				Periodo agonistico				Periodo di transizione				Totale			
	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale
14	100%	0%	0%	18	90%	10%	0%	85	40%	30%	30%	32	0%	0%	100%	52	100%	0%	0%	12	65%	10%	25%	200
15				24				105				38				64				15				248

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Varie													
Bici													
Corsa													
Marcia													
Ski roll													
Sci													

## Scheda di Allenamento Categoria U16 F Allievi

Obiettivi	Principali finalità della programmazione dell'allenamento lungo termine
Generali	1) Formazione educativa e sportiva delle motivazioni
	2) Approfondimento delle norme della disciplina
Tecnici Specifici	3) Conoscenza e approfondimento delle basi della tecnica (utilizzo del video)
	4) Progressivo incremento del lavoro specifico
	5) Sviluppo e consolidamento delle abilità tecnico-specifiche
Capacità coordinative	6) Sviluppo e consolidamento in molteplici abilità motorie
	7) Rilaborazione della capacità coordinative in relazione allo sviluppo corporeo
	8) Consapevolezza e coscienza degli apprendimenti motori
Capacità condizionali	9) Sviluppo multilaterale delle capacità condizionali
	10) Progressivo incremento dei carichi e delle unità di allenamento
	11) Allenamento marcato per la costruzione muscolare in modo equilibrato e simmetrico
	12) Utilizzo di esercizi multiarticolari per il miglioramento della capacità intermuscolare

### Distribuzione dei volumi di allenamento nei periodi

Età	Periodo introduttivo					Periodo generale					Periodo speciale					Periodo agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	Media	Totale	Media	Media	Totale	Media	Totale	Media	Media	Totale	Media	Totale	Media	Media	Totale	Media	Totale	Media	Media	Totale	Media	Totale	Media	Media	Totale	Media	Totale	Media	Media	Totale
15	3,0	21	1:06	3:18	23	6,0	90	1:09	6:54	103	5,0	55	1:14	6:10	67	5,0	70	1:20	6:40	93	2,5	13	1:00	2:30	12	4,8	249	1:12	5:46	300
16	4,0	28	1:10	4:40	32	6,0	90	1:20	8:00	120	5,5	61	1:18	7:09	78	5,5	77	1:21	7:25	103	3,0	15	1:00	3:00	15	5,2	271	1:17	6:44	350

### Distribuzione delle intensità di allenamento nei periodi

Età	Periodo introduttivo					Periodo generale					Periodo speciale					Periodo agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot.	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot.	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot.	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot.	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot.	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot.
15	97,3	2,5	0,0	0,2	20	93,7	4,0	2,0	0,3	89	92,8	3,0	3,5	0,7	60	91,2	3,0	5,0	0,8	89	98,0	2,0	0,0	0,0	12	93,0	3,5	3,0	0,5	273
16					29					104					70					99					15					319

### Importanza dell'utilizzo dei livelli di intensità di allenamento nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico					di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile		
L1														
L2														
L3														
L4														
L5														

### Distribuzione della forza e rapporto % sul volume nei periodi

Per.	Introduttivo		Speciale		Specifico		Agonistico		di transizione		Totale
	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)	
Età											
15	2	11%	14	14%	7	10%	3	4%	0	0	27 0%
16	3	9%	16	13%	8	10%	4	4%	0	0	31 0%

Molto alta
Alta
Media
Bassa
Molto bassa
Assente

### Importanza dell'utilizzo dei diversi tipi di forza nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico					di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile		
Resistente														
Veloce														
Massima														
Elastica														
Spec. Pot														
Spec. Res.														

### Distribuzione dell'utilizzo dei mezzi di allenamento nei periodi

Età	Periodo introduttivo				Periodo generale				Periodo speciale				Periodo agonistico				Periodo di transizione				Totale			
	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale
15	100%	0%	0%	23	90%	10%	0%	103	40%	30%	30%	67	0%	0%	100%	93	100%	0%	0%	12	65%	10%	25%	300
16				32				120				78				103				15				350

### Importanza dell'utilizzo dei mezzi di allenamento nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico					di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile		
Varie														
Bici														
Corsa														
Marcia														
Ski														
Sci														

## Scheda di allenamento categoria U18 Aspiranti

Obiettivi	Principali finalità della programmazione dell'allenamento a lungo termine
Generali	1) Preparazione tattica e psicologica del gare
	2) Assimilazione di stile e abitudini comportamentali legate all'attività sportiva
Tecnici/Specifici	3) Perfezionamento tecnico
	4) Sviluppo approfondito delle capacità motorie e con mezzi specifici
	5) Conoscenza approfondita della tecnica specifica
Capacità coordinative	6) Consolidamento delle capacità coordinative e delle abilità motorie specifiche
	7) Esercizi coordinativi sotto pressione temporale e di precisione
Capacità condizionali	8) Metodi di carichi orientati alla specializzazione
	9) Sviluppo e mantenimento delle capacità condizionali (resistenza, velocità, rapidità)
	10) Sviluppo della forza nelle sue diverse espressioni (massima, esplosiva, pliometrica, resistente, ipertrofica)
	11) Sviluppo della muscolatura del tronco addominale e lombare

### Distribuzione dei volumi di allenamento nei periodi

Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale					Periodo Speciale					Periodo Agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	Media La sett.	Totale La sett.	Media Breve la	Media Breve sett.	Totale Breve	Media La sett.	Totale La sett.	Media Breve la	Media Breve sett.	Totale Breve	Media La sett.	Totale La sett.	Media Breve la	Media Breve sett.	Totale Breve	Media La sett.	Totale La sett.	Media Breve la	Media Breve sett.	Totale Breve	Media La sett.	Totale La sett.	Media Breve la	Media Breve sett.	Totale Breve	Media La sett.	Totale La sett.	Media Breve la	Media Breve sett.	Totale Breve
17	5,0	15	1:27	7:15	21	7,0	84	1:34	11:00	132	7,0	112	1:27	10:09	162	7,0	119	1:24	9:48	166	3,0	12	1:10	3:30	14	5,7	297	1:21	7:42	401
18	5,0	15	1:30	7:30	22	7,5	90	1:35	11:52	142	8,5	136	1:28	12:30	200	8,0	136	1:25	11:20	192	4,0	16	1:10	4:40	18	6,1	317	1:24	8:37	448

### Distribuzione delle intensità di allenamento nei periodi

Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale					Periodo Speciale					Periodo Agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. Intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. Intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. Intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. Intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. Intensità	%L1+L2(±2)	%L3(±1)	%L4(±0,5)	%L5(±0,2)	Tot. Intensità
17	96,2	3,0	0,5	0,3	23	92,6	4,5	2,5	0,4	107	91,6	3,5	4,0	0,9	93	88,5	3,5	7,0	1,0	124	97,0	2,5	0,5	0,0	14	91,3	4,0	4,0	0,7	361
18					29					118					102					136					14					400

### Importanza dell'utilizzo dei livelli di intensità di allenamento nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
L1													
L2													
L3													
L4													
L5													

### Distribuzione della forza rapporto % sul volume nei periodi

Per.	Introduttivo	Speciale	Specifico	Agonistico	di transizione		Totale					
					(±0,5)	(±1)						
Età	(±0,5)	(±1)	(±0,5)	(±1)	(±0,5)	(±1)	(±1)					
17	3	12%	19	15%	11	11%	6	5%	0	0	39	0%
18	3	11%	22	16%	15	13%	7	5%	0	0	47	0%

Molto alta
Alta
Media
Bassa
Molto bassa
Assente

### Importanza dell'utilizzo dei diversi tipi di forza nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Resistente													
Veloce													
Massima													
Elastica													
Spec. Pot													
Spec. Res.													

### Distribuzione dell'utilizzo mezzi di allenamento nei periodi

Età	Periodo Introduttivo				Periodo Generale				Periodo Speciale				Periodo Agonistico				Periodo di transizione				Totale						
	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici
17	90%	10%	0%	26	80%	20%	0%	126	40%	30%	30%	104	10%	0%	90%	131	90%	10%	0%	14	60%	15%	25%	401			
18				33				140				117				143				14				448			

### Importanza dell'utilizzo dei mezzi di allenamento nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Varie													
Bici													
Corsa													
Marcia													
Ski Roll													
Sci													

## Scheda di allenamento categoria U20 Juniores

Obiettivi	Principali finalità nella programmazione dell'allenamento lungo termine
Generali	1) Preparazione tattica e psicologica del legatario
	2) Assimilazione di stili e abitudini comportamentali legate all'attività sportiva
Tecnici e specifici	3) Perfezionamento tecnico
	4) Sviluppo e approfondimento delle capacità motorie e dei mezzi specifici
	5) Conoscenza e approfondimento della tecnica specifica
Capacità coordinative	6) Consolidamento delle capacità coordinative e delle abilità motorie specifiche
	7) Esercizi coordinativi sotto pressione temporale e di precisione
Capacità condizionali	8) Metodi e arricchimenti della specializzazione
	9) Sviluppo e mantenimento delle capacità condizionali (resistenza, velocità, rapidità)
	10) Sviluppo della forza nelle sue diverse espressioni (massima, esplosiva, pliometrica, resistente, ipertrofica)
	11) Sviluppo della muscolatura di sostegno del tronco (addominali e lombari)

Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale					Periodo Speciale					Periodo Agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	Media	Totale	Media	Totale	Totale	Media	Totale	Media	Totale	Totale	Media	Totale	Media	Totale	Totale	Media	Totale	Media	Totale	Totale	Media	Totale	Media	Totale	Media	Totale	Media	Totale		
19	5,0	15	1:27	7:15	21	7,0	84	1:34	11:00	132	7,0	112	1:27	10:09	162	7,0	119	1:24	9:48	166	3,0	12	1:10	3:30	14	6,6	342	1:27	9:33	496
20	5,0	15	1:30	7:30	22	7,5	90	1:35	11:52	142	8,5	136	1:28	12:30	200	8,0	136	1:25	11:20	192	4,0	16	1:10	4:40	18	7,6	393	1:27	11:05	576

Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale					Periodo Speciale					Periodo Agonistico					Periodo di transizione					Totale				
	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot. Intensità	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot. Intensità	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot. Intensità	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot. Intensità	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot. Intensità	%L1+L2	%L3	%L4	%L5	Tot. Intensità
19	96,2	3,0	0,5	0,3	19	92,6	4,5	2,5	0,4	111	91,6	3,5	4,0	0,9	142	88,5	3,5	7,0	1,0	156	97,0	2,5	0,5	0,0	14	91,3	4,0	4,0	0,7	443
20					20					119					178					181					18					517

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
L1													
L2													
L3													
L4													
L5													

Per.	Introduttivo	Speciale	Specifico	Agonistico	di transizione	Totale						
Età	(%±SD)	(%±SD)	(%±SD)	(%±SD)	(%±SD)	(%±SD)						
19	2	11%	21	16%	20	12%	10	6%	0	0	53	0%
20	2	11%	23	16%	22	11%	11	6%	0	0	58	0%

Molto alta
Alta
Media
Bassa
Molto bassa
Assente

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Resistente													
Veloce													
Massima													
Elastica													
Spec. Pot.													
Spec. Res.													

Età	Periodo Introduttivo				Periodo Generale				Periodo Speciale				Periodo Agonistico				Periodo di transizione				Totale			
	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale
19	90%	10%	0%	21	70%	30%	0%	132	40%	30%	30%	162	10%	0%	90%	166	90%	10%	0%	14	60%	15%	25%	496
20				22				142				200				192				18				576

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Varie													
Bici													
Corsa													
Marcia													
Ski roll													
Sci													

## Scheda di Allenamento Categoria U23

Obiettivi	Principali finalità della programmazione dell'allenamento lungo termine
Generali	1) Raggiungimento delle elevate capacità di prestazione
	2) Ricerca e stabilizzazione delle prestazioni
	3) Consapevolezza e conoscenza specifica approfondita
Tecnici/Specifici	4) Personalizzazione tecnica
	5) Massima consapevolezza ed efficienza nell'esecuzione tecnica
	6) Elaborazione di soluzioni tecniche innovative
Capacità coordinative	7) Utilizzo delle esercitazioni coordinative per creare variabilità
	8) Utilizzo delle esercitazioni coordinative per migliorare aspetti tecnici specifici
	9) Utilizzo delle esercitazioni per sviluppare la coordinazione in condizioni di pressione
	10) Programmazione individualizzata dell'allenamento
Capacità condizionali	11) Notevole incremento del carico
	12) Massima specializzazione dell'allenamento
	13) Sviluppo e mantenimento massimale delle capacità condizionali

Distribuzione dei volumi di allenamento nei periodi

Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale				Periodo Speciale				Periodo Agonistico				Periodo di Transizione				Totale								
	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Totale (ore)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)	Media (±s)	Totale (±s)					
21	6,0	12	1:32	9:12	18	8,0	88	1:36	12:48	140	9,0	153	1:30	13:30	229	8,5	153	1:26	12:11	219	5,0	20	1:15	6:15	25	8,2	426	1:29	12:10	633
22	6,0	12	1:35	9:30	19	8,5	94	1:39	14:01	154	9,0	153	1:37	14:33	247	8,5	153	1:28	12:28	224	5,0	20	1:15	6:15	25	8,3	432	1:33	12:53	670
23	6,0	12	1:36	9:36	19	9,0	99	1:40	15:00	165	9,5	162	1:38	15:31	263	9,0	162	1:29	13:21	240	5,0	20	1:15	6:15	25	8,7	455	1:34	13:43	713

Distribuzione delle intensità di allenamento nei periodi

Età	Periodo Introduttivo					Periodo Generale				Periodo Speciale				Periodo Agonistico				Periodo di Transizione				Totale								
	%L1+L2 (±s)	%L3 (±s)	%L4 (±s)	%L5 (±s)	Tot. Intensità	%L1+L2 (±s)	%L3 (±s)	%L4 (±s)	%L5 (±s)	Tot. Intensità	%L1+L2 (±s)	%L3 (±s)	%L4 (±s)	%L5 (±s)	Tot. Intensità	%L1+L2 (±s)	%L3 (±s)	%L4 (±s)	%L5 (±s)	Tot. Intensità	%L1+L2 (±s)	%L3 (±s)	%L4 (±s)	%L5 (±s)	Tot. Intensità	%L1+L2 (±s)	%L3 (±s)	%L4 (±s)	%L5 (±s)	Tot. Intensità
21					16					117					204					205					25					569
22	5,5	85,1	0,0	0,0	17	91,5	5,0	3,0	0,5	131	90,4	4,0	4,5	1,1	221	87,3	4,0	7,5	1,2	208	96,0	3,0	1,0	0,0	25	89,6	4,5	5,0	0,9	603
23					17					141					237					221					25					641

Importanza dell'utilizzo dei livelli di intensità di allenamento nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di Transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
L1													
L2													
L3													
L4													
L5													

Distribuzione della forza e rapporto % sul volume nei periodi

Per.	Introduttivo		Speciale		Specifico		Agonistico		di transizione		Totale	
	(±s)	% (±s)	(±s)	% (±s)	(±s)	% (±s)	(±s)	% (±s)	(±s)	% (±s)	(±s)	% (±s)
21	2	11%	23	16%	25	11%	14	6%	0	0	64	0%
22	2	11%	23	15%	26	11%	16	7%	0	0	67	0%
23	2	10%	24	15%	26	10%	19	8%	0	0	71	0%

Molto alta
Alta
Media
Bassa
Molto bassa
Assente

Importanza dell'utilizzo dei diversi tipi di forza nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di Transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Resistente													
Veloce													
Massima													
Elastica													
Spec. Pot.													
Spec. Res.													

Distribuzione dell'utilizzo mezzi di allenamento nei periodi

Età	Periodo Introduttivo				Periodo Generale				Periodo Speciale				Periodo Agonistico				Periodo di Transizione				Totale			
	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale	Generali	Speciali	Specifici	Totale
21				18				140				229				219				25				633
22	80%	20%	0%	19	65%	30%	5%	154	40%	30%	30%	247	10%	0%	90%	224	80%	20%	0%	25	55%	20%	25%	713
23				19				165				263				240				25				713

Importanza dell'utilizzo dei mezzi di allenamento nei periodi

Periodo	Introduttivo	Generale				Speciale			Agonistico				di Transizione
Mese	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	
Varie													
Bici													
Corsa													
Marcia													
Ski													
Skiroll													
Sci													