

1“ La Valutazione funzionale nello sci alpino: metodi e studi su atleti di alto livello”

- Introduzione
 - Capitolo 1.: Le Proprietà fisiche.
 - 1.1. Proprietà fisiche classiche.
 - 1.2. Proprietà fisiche specifiche.
 - Capitolo 2.: Le discipline dello sci alpino.
 - 2.1. Slalom speciale.
 - 2.2. Slalom gigante.
 - 2.3. Supergigante.
 - 2.4. Discesa libera.
 - 2.5. Combinata.
 - 2.6. Supercombinata.
 - Capitolo 3.: La locomozione nello sci alpino.
 - 3.1. Sciatore - attrezzo: le forze.
 - 3.2. Studi biomeccanici e fisiologici.
 - 3.3. La fatica nello sci alpino.
 - Capitolo 4.: La preparazione fisica.
 - 4.1. La programmazione annuale dell'allenamento.
 - 4.2. Periodo di preparazione fondamentale.
 - 4.3. Periodo di preparazione specifica.
 - 4.4. Periodo competitivo.
 - 4.5. Periodo di transizione.
 - Capitolo 5.: Specifiche della valutazione funzionale.
-

- 5.1. L'importanza della valutazione come metodologia di controllo dell'allenamento.
- 5.2. Attendibilità e obiettività dei test funzionali per una corretta valutazione fisica.
- 5.3. Accenni ai test.
- Capitolo 6.: Studi su metodi e analisi funzionali.
 - 6.1. Studio Austriaco.
 - 6.2. Valutazioni durante l'allenamento della Squadra Italiana di Sci alpino.
- Capitolo 7.: I test funzionali.
 - 7.1. Test atletici della Squadra Italiana di Sci Alpino.
 - 7.1.1. Test su pedana Kistler.
 - 7.1.2. Test al cicloergometro.
 - 7.1.2.1. Test incrementale massimale con misura del VO_2max .
 - 7.1.2.2. Test Wingate.
 - 7.1.2.3. High Intensity Test.
 - 7.1.3. Test di forza massima eccentrica alla pressa in catena cinetica chiusa.
 - 7.1.4. Test di valutazione corporea e posturale.
 - 7.1.4.1. Plicometria.
 - 7.1.4.2. Stabilometria.
 - 7.1.4.3. Impedenziometria.

7.2. Nuove attrezzature per la valutazione e la preparazione.

7.2.1. Skill 04.

7.2.2. Yo-Yo Squat.

- Capitolo 8.: Commenti e Conclusioni.
- Bibliografia e Sitografia.

➤ **Introduzione.**

Lo sci alpino è la mia grande passione sin dall'età di tre anni quando ho messo il mio primo paio di sci ai piedi. La strada che ho affrontato da lì in avanti è stata emozionante e avvincente piena di momenti vivi, di avventure e di gare ad un buon livello. Oggi mi trovo ad affrontare un nuovo capitolo con questa

tesi, ossia, scoprire e indagare il “racer” quello che affronta le piste più incredibili e tecniche del mondo, da più punti di vista.

La tesi in oggetto ha lo scopo di evidenziare le caratteristiche della valutazione funzionale, attraverso vari argomenti, applicata su atleti di sci alpino d'élite concorrenti nella FIS World Cup.

La valutazione funzionale permette in ogni sport un'accurata determinazione del livello individuale di preparazione atletica per ogni stadio del training prima e durante la stagione agonistica.

Questa possibilità permette quindi di programmare in modo preciso l'allenamento indagando sulle qualità di base che possono avere o meno un legame diretto con la prestazione di gara ($VO_2\text{max}$) e le qualità in relazione all'attività specifica (sport di situazione).

Nell'affrontare l'argomento tratterò inizialmente delle capacità fisiche fondamentali e specifiche per avere un collegamento diretto alle necessarie proprietà richieste allo sciatore agonista. Seguiranno poi dei capitoli per inquadrare meglio quale tipo di prestazione è chiamato a fare un atleta di questo livello e ci si addentrerà nell'ambito della valutazione funzionale con accenni a vari studi di settore effettuati a livello mondiale e comprendenti interessanti parametri valutativi per capire chi è l'atleta sciatore di Coppa del Mondo. Verranno trattati poi i test valutativi effettuati dagli atleti presso il Centro Mapei di Castellanza (VA), riportando metodologie e analisi e infine un accenno a quello che sarà il futuro circa strumentazione, attrezzi e metodologia in ambito sia valutazionale sia preparativo.

I ringraziamenti che faccio vanno in primis ai miei genitori senza i quali non avrei potuto conoscere il mondo dello sci alpino e affrontare questi importanti tre anni di studi di Scienze Motorie; ai Docenti relatore e correlatore; alla commissione medica della FISI presieduta dal presidente Dott. Herbert Schönhuber, i collaboratori Dott. Marco Freschi e Dott. Andrea Panzeri e allo staff dello “Human Performance Lab Sport Service Mapei” presieduto dai professori Aldo Sassi ed Ermanno Rampinini.



Capitolo 1. - Le proprietà fisiche.

Molto spesso i preparatori atletici hanno seguito metodiche studiate per atleti di altri sport in cui le ricerche erano più avanzate e le hanno "adattate" alla disciplina dello sci. Per anni si è cercata una metodologia che riuscisse a proporre esercitazioni, le quali in qualche modo si avvicinassero o copiassero a "secco" i movimenti che gli sciatori effettuano sulla neve. Le abilità tecniche

nello sci sono fondamentali e possono essere migliorate cercando metodiche di allenamento che coinvolgano in primo piano il perfezionamento delle proprietà fisiche. Per primo Bosco nel 1989 ha posto l'attenzione, per quel che riguarda uno sciatore, di utilizzare meccanismi di contrazione muscolare estremamente rapidi, e fonti energetiche molto più vicine a meccanismi anaerobici di quanto si poteva supporre in passato. A simile conclusione si è giunti attraverso l'analisi del gesto sportivo, che si esaurisse in poco più di un minuto di prestazione e che da un punto di vista biomeccanico sfrutta il ciclo del movimento di stiramento-accorciamento della muscolatura. Per meglio comprendere le proprietà fisiche che uno sciatore deve abitualmente sviluppare e migliorare per una ottimizzazione della prestazione sportiva, secondo le valutazioni a cui è sottoposto, è giusto approfondire tutte le proprietà fisiche.

1.1. Proprietà fisiche classiche.

La classificazione delle proprietà fisiche classiche è la seguente:

- Resistenza;
- Forza;
- Rapidità;
- Mobilità articolare;
- Capacità coordinative;

In forma semplificata e schematica esse si possono suddividere in capacità definite come organico-muscolari (o condizionali) e in capacità coordinative.

Mentre le prime si basano su processi energetici, le seconde si basano, prevalentemente, sui processi nervosi centrali di regolazione e di controllo del movimento. Tale suddivisione è fatta per motivi di semplificazione perché non esiste capacità esclusivamente supportata da processi energetici da un lato e

da processi nervosi dall'altro: nei migliori dei casi troviamo una prevalenza degli uni o degli altri.

Durante un atto motorio, specialmente se non specifico, queste proprietà si fondono tra loro e risulta pressoché complesso distinguerle.

○ La Resistenza.

Con il termine di resistenza s'intende la capacità psicofisica dell'atleta di opporsi all'affaticamento. La resistenza psichica comprende la capacità dell'atleta di riuscire a resistere il più a lungo possibile a uno stimolo che lo indurrebbe a interrompere lo sforzo; la resistenza fisica si riferisce alla capacità dell'intero organismo, o di suoi singoli sistemi parziali, di resistere alla fatica. Secondo di come la si considera si possono distinguere tipologie diverse di manifestazione della resistenza, in base alla muscolatura impegnata si distinguono una resistenza generale e locale; se si considera l'aspetto della specificità dello sport una resistenza generale e specifica; se si considera quello della trasformazione dell'energia muscolare una resistenza aerobica e una anaerobica; quello della durata temporale una resistenza di breve, media e lunga durata; se si considera invece quello delle forme principali di sollecitazione motoria interessate la resistenza alla forza, alla forza rapida e alla rapidità. La resistenza generale si definisce così perché impegna da un settimo a un sesto dell'intera muscolatura scheletrica e viene limitata soprattutto dal sistema cardiocircolatorio e respiratorio (espresso dal massimo consumo d'ossigeno) e dall'utilizzazione periferica dell'ossigeno. La resistenza locale prevede la partecipazione di meno di un sesto/settimo dell'intera muscolatura; oltre che dalla resistenza generale è determinata dalla forza speciale, dalla capacità anaerobica e dalle forme di forza che sono limitate da quest'ultima: quali la resistenza alla rapidità, alla forza e alla forza rapida, come dalla qualità della coordinazione neuromuscolare specifica (tecnica) della disciplina. Mentre la resistenza generale può influenzare sotto molti aspetti la resistenza locale, non accade viceversa, dato che la resistenza locale non influisce in alcun modo sulla capacità di resistenza generale (ad esempio per quanto riguarda un

aumento delle dimensioni del cuore ecc.). Nella pratica sportiva si usa parlare anche di resistenza generale e speciale. Per resistenza generale si deve intendere la forma di resistenza indipendente dallo sport praticato (la resistenza di base), mentre per resistenza speciale si deve intendere la forma di manifestazione specifica dello sport praticato. Il concetto di resistenza locale e speciale si sovrappongono in vari punti e in parte vengono usati come sinonimi. Dal punto di vista della trasformazione dell'energia vengono distinte una resistenza aerobica e una anaerobica. Nella resistenza aerobica l'utilizzo di ossigeno necessario per la combustione per via ossidativa dei substrati energetici è disponibile in quantità sufficiente, mentre nella resistenza anaerobica, a causa della grande intensità del carico, provocata sia da un'elevata frequenza di movimento che da un maggior impegno di forza, l'apporto di ossigeno è insufficiente per questa combustione, per cui l'energia viene trasformata per via non ossidativa.

Nella resistenza di breve durata (RBD), sono classificati quei carichi di resistenza massimale che durano da circa 45 s a 2 min, che vengono coperti prevalentemente dalla trasformazione di energia per via anaerobica. La resistenza di media durata (RMD) comprende un periodo di crescente acquisizione di energia per via aerobica, corrispondente da carichi che vanno da circa 2 a 8 min; mentre per la resistenza di lunga durata (RDL) sono compresi tutti quei carichi che superano gli 8 min di durata e possono essere mantenuti esclusivamente attraverso la produzione di energia per via aerobica. Sulla base delle differenti richieste metaboliche, la resistenza di lunga durata può essere suddivisa in RLD I, RLD II, RLD III.

○ La Forza.

Per principio va stabilito che la forza o le diverse forme nelle quali essa si manifesta possono essere trattate sotto l'aspetto della forza generale e

speciale. Per forza generale s'intende la forza di tutti i gruppi muscolari, indipendentemente dallo sport praticato, mentre la forza speciale rappresenta la sua forma di espressione tipica di un determinato sport o del suo correlato gruppo muscolare specifico (cioè i gruppi muscolari che partecipano a un determinato movimento sportivo).

Le principali forme di espressione della forza sono: la forza massimale, la forza rapida e la resistenza alla forza. Recentemente queste tre forme sono state completate dalla forza reattiva, che è strettamente collegata alla forza rapida. La forza massimale (FM) rappresenta la massima forza possibile che il sistema neuromuscolare ha la possibilità di esprimere in una massima contrazione volontaria. Le componenti che contraddistinguono la forza massimale sono la sezione trasversale fisiologica del muscolo, la coordinazione intermuscolare, e la coordinazione intramuscolare. Nella forza massimale si distinguono una forza massimale statica e una dinamica. La forza massimale statica rappresenta la massima forza che il sistema neuromuscolare riesce ad esercitare in una contrazione volontaria contro resistenza insuperabile. La forza massimale dinamica si divide in dinamica positiva (concentrica e superante) e dinamica negativa (eccentrica, cedente e frenante). La forza massimale statica è sempre maggiore di quella dinamica, perché una forza massimale può prodursi solo quando il carico, definito come peso limite e la forza contrattile si trovano in equilibrio. La forza dinamica massima si esprime attraverso la forza di lancio, di trazione e di spinta, mentre la forza statica massima attraverso la forza di tenuta, di trazione e di pressione. Dal punto di vista energetico il ruolo decisivo dell'estrinsecazione della forza massimale spetta ai fosfati macroenergetici (ATP e CP) dato che il massimo sviluppo della forza si realizza in frazioni di secondi o comunque in pochi secondi.

Altra espressione di forza è la forza rapida intesa come la capacità del sistema neuro-muscolare di muovere il corpo e le sue parti oppure oggetti alla massima velocità. L'espressione della forza rapida dipende dalla forza iniziale, dalla forza esplosiva e dalla forza massimale. La ripidità con cui sale la curva della forza rapida è dipendente da tre parametri: il tempo, il tipo di fibre muscolari attivate e la forza contrattile. Per quanto riguarda il tipo di fibre, ricerche biochimiche

dimostrano che il grado di espressione dell'impulso iniziale di forza è correlato con la percentuale di fibre FT, differentemente dallo sviluppo del massimo picco di forza che viene prodotto sia dalle FTF che dalle STF. Tra le fibre a contrazione rapida quelle di tipo II x mostrano il tempo più rapido di contrazione. Gli atleti che praticano sport di potenza e soprattutto i velocisti, posseggono un patrimonio di FT più elevato e per questa ragione particolarmente adatti ad ottenere prestazioni di velocità o di forza rapida.

La forza reattiva è una capacità particolare e indipendente della forza. Le definizioni di tale tipologia di forza sono molteplici, ma due sicuramente ne inquadrano i caratteri determinanti. La prima di Shmidtbleicher la definisce come la capacità dell'organismo di riuscire a realizzare in un tempo brevissimo il massimo impulso di forza concentrica dopo un movimento frenante, ossia eccentrico, definito come regime reattivo di movimento.

Altri studiosi fra i quali Martin, Neubert e Steinhöfer la definiscono come la prestazione muscolare che, all'interno di un ciclo allungamento-accorciamento (CAA), genera un più elevato impulso di forza.

I fattori da cui dipende sono sostanzialmente tre: morfologico-fisiologici, coordinativi e motivazionali. Con fattori morfologico-funzionali s'intende rapporti antropometrici, la massa muscolare, la capacità di attivazione volontaria, la stiffness muscolare e la composizione delle fibre muscolari.

Il fattore coordinativo è rappresentato dalla coordinazione intra e inter muscolare, mentre i fattori motivazionali si basano sulla disponibilità allo sforzo, sulla forza di volontà e sulla concentrazione. Un altro parametro fondamentale che contraddistingue la forza in genere è la resistenza alla forza, definita come la capacità di opporsi alla fatica in carichi maggiori del 30% del massimo individuale di forza isometrica. Di difficile definizione scientifica dal punto di vista empirico sono i concetti di resistenza muscolare e resistenza alla forza. Ehlenz, Grosser, Zimmerman (1998) distinguono la resistenza massimale alla forza e la resistenza alla forza aerobica. La prima è indicata come la resistenza alla forza di media intensità dal 50% al 75% della forza massimale. La seconda come resistenza alla forza dal 50% al 30% della forza massimale. In tali

definizioni mancano però concetti di riferimento ai carichi, che invece vengono presi in considerazione da Shmidtbleicher, Klein e Fròlich.

Shmidtbleicher nel 1989 diede la definizione di resistenza alla forza, quale la capacità del sistema neuromuscolare di produrre una somma d'impulsi di forza quanto più elevata possibile in un tempo stabilito, al massimo della durata di 2 minuti in un carico a esaurimento, contro pesi superiori al 30% della forza massimale. In Klein e Fròlich (2001), trova risalto la durata del carico. Questi autori stabiliscono durate del carico di 45-60 s e consigliano un numero di ripetizioni di 25-30 a un ritmo uniforme. Il peso va scelto in modo tale che si possa mantenere il numero stabilito di ripetizioni, limitando gli scostamenti. Secondo Gùllich e Shmidtbleicher la resistenza alla forza è probabilmente il risultato di due componenti: la grandezza del singolo impulso e la capacità di mantenere più bassa possibile la somma degli impulsi di forza, dipendente dall'impulso nervoso e dalla capacità tampone intramuscolare. Secondo Hollmann e Hettinger (1980) dato che già al 20% della forza massima isometrica inizia a essere impedito il rifornimento di sangue arterioso ai muscoli, al 50% si assiste a una chiusura completa dei vasi, la resistenza alla forza presenta percentuali di metabolismo più aerobico o anerobico o misto secondo l'intensità della forza contrattile sviluppata.

Una forma particolare di resistenza alla forza è rappresentata dalla resistenza alla forza rapida, fondamentale ai fini prestativi. Essa dipende dalla capacità di recupero rapido della muscolatura interessata e quindi da una capacità di prestazione di resistenza generale e locale aerobica o anaerobica ben sviluppata.

Lo studioso Frey nel 1977 ha dato una definizione di particolari tipologie di forza quali: la forza estrema, la forza assoluta e la forza relativa.

- La Rapidità.

La rapidità rappresenta un insieme di capacità, straordinariamente varie e complesse, che si manifesta in modi completamente diversi nei vari sport e assume un ruolo importante anche in movimenti aciclici, come salti e lanci. Dal punto di vista scientifico viene definita come una delle principali forme di sollecitazione motoria che può essere attribuita sia alle capacità organico-muscolari, forza e resistenza, sia a quelle coordinative.

Secondo Schnabel e Thiess (1993) la rapidità rappresenta un presupposto di prestazione per realizzare a intensità elevata e massima azioni motorie nel più breve tempo possibile, nelle condizioni di fatto esistenti per la loro esecuzione. Martin, Carl e Lehnertz (1991) invece classificano solo in parte la rapidità tra le capacità organico-muscolari, in quanto si baserebbe solo parzialmente su meccanismi energetici, mentre dipenderebbe in misura più elevata da programmi di controllo di natura nervosa centrale. La complessità coordinativo-condizionale della rapidità è definibile sulla base dei processi del sistema neuromuscolare e dalle possibilità di sviluppo della forza della muscolatura secondo Frey, essendo una capacità che permette di svolgere azioni in un periodo di tempo minimo nelle condizioni contingenti esistenti.

La definizione più completa è sicuramente quella di Grosser (1991) il quale la descrive come la capacità di raggiungere, in determinate condizioni, la massima velocità di reazione e di movimento possibili, sulla base di processi cognitivi, sforzi massimi di volontà e dipendente dalla funzionalità del sistema neuromuscolare. Nelle forme complesse di rapidità troviamo: -la rapidità di espressione della forza, intesa come la capacità di trasmettere in un tempo stabilito il massimo impulso di forza possibile ad una resistenza; -la resistenza alla forza rapida, definita come la capacità di opporsi alla diminuzione di velocità di contrazione nei movimenti ciclici contro resistenze elevate; -la resistenza alla massima forza rapida, ossia la capacità di opporsi alla diminuzione della velocità provocata dalla fatica in velocità massime di contrazione in movimenti ciclici. La rapidità è quindi una capacità psichico-cognitiva, coordinativo-condizionale che è soggetta a parametri influenti di natura genetica, a parametri determinati dall'apprendimento e dallo sviluppo, a parametri psichico-sensoriali-cognitivi, muscolo-tendinei ed energetici.

Dal punto di vista generale di azione, la rapidità si concretizza in una forma

specifica dello sport praticato e rappresenta una caratteristica psicofisica dell'esecuzione dell'azione che rispecchia la rapidità con la quale si svolgono i processi cognitivi e motori delle azioni che sono controllati in modo individualmente diverso dal punto di vista emotivo e motivazionale. Il fattore della prestazione della rapidità dipende dalle doti genetiche ed è allenabile in misura più limitata rispetto alla forza e alla resistenza. A livello muscolare è noto che la velocità di contrazione dipende essenzialmente dalla percentuale di fibre muscolari ad azione rapida: fibre FT o di tipo II. Un atleta con una percentuale di fibre FT superiore al 50% ha una maggior forza di accelerazione in tutte le zone di velocità (rad/sec), misurato con macchina isocinetica. Mentre negli sport di resistenza le fibre ST sono presenti percentualmente nel 90%, negli sprinter "nati", il 90% è rappresentato da fibre FT.

Ricerche di Hoshikawa, Muramatsu e Lida (2006) dimostrano che più è elevato il rapporto tra sezione muscolare, di ileopsoas e quella del quadricipite femorale, migliore è la prestazione di corsa sui 100 metri. Un allenamento a carattere speciale permette inoltre di aumentare i fosfati energetici e i depositi di glicogeno nel muscolo, che sono estremamente importanti per la glicolisi anaerobica: mentre ATP e CP aumentano di circa il 20%, il glicogeno aumenta del 50%. Intensità e attivazioni muscolari diverse producono cambiamenti nel muscolo e nel metabolismo muscolare stesso. Nella medicina sportiva per poter rilevare gli effetti prodotti da un allenamento sulle varie fibre muscolari si utilizza la determinazione dell'ammoniaca. Solo carichi d'intensità elevata producono aumenti sensibili del tasso di ammoniaca e ciò rappresenta il fatto che, a livello metabolico, sono interessate le fibre di tipo II a contrazione rapida.

○ La Mobilità Articolare

La mobilità articolare occupa una posizione intermedia tra le capacità organico-muscolari e quelle percettivo-cinetiche. Rappresenta la capacità che permette ad un atleta di eseguire movimenti di grande ampiezza di una o più

articolazioni ed è sinonimo di flessibilità, nonché di particolarità, ovvero della capacità di allungamento muscolo-tendinea. La mobilità articolare si suddivide in generale, speciale, attiva, passiva, statica, e in allungamento volontario (attivo) o generato da forze esterne (passivo). Si parla di mobilità articolare generale quando la capacità di escursione del movimento nei principali sistemi articolari (articolazioni delle spalle e dell'anca, rachide) si trova ad un livello sufficientemente sviluppato. Si parla di mobilità articolare speciale quando si fa riferimento alla capacità di escursione di una determinata articolazione. Si definisce mobilità articolare attiva la massima escursione di movimento di un'articolazione che un atleta può raggiungere contraendo i muscoli agonisti e contemporaneamente rilassando i muscoli antagonisti. La mobilità articolare passiva corrisponde alla massima escursione di movimento che un atleta può raggiungere grazie all'applicazione di forze esterne (compagno, attrezzo) ed è basata sul concetto di allungamento dei muscoli antagonisti. La differenza tra la mobilità passiva e quella attiva è definita riserva di mobilità e indica il limite di miglioramento della mobilità articolare attiva, che si può raggiungere potenziando gli agonisti o aumentando la capacità di allungamento degli antagonisti. Inoltre c'è una distinzione tra l'atleta che esegue esercizi di allungamento volontario (allungamento autoregolato) e quello che si sottopone a esercizi che prevedono l'azione di forze esterne (allungamento regolato dall'esterno). L'allungamento autoregolato, grazie ai feedback cinestesici rilevati dalla muscolatura allungata in modo attivo dall'atleta o sottoposta a allungamento, avrebbe il vantaggio di garantire una regolazione senso motoria diretta e illimitata dell'azione. Al contrario, nell'allungamento regolato dall'esterno (compagno, strumenti, cavi, corde e macchine isotoniche) esisterebbe solo la possibilità indiretta di correggere il volume, l'intensità e la durata di un allungamento.

La caratterizzazione predominante dell'elasticità e della capacità di rilassamento muscolare che consegue all'aumentata mobilità fornisce un contributo efficiente alla tollerabilità del carico, fenomeno primario nell'evoluzione dell'infortunio. L'attività sportiva prevede metodiche ed esercizi diversi di allungamento, che possono essere suddivisi e racchiusi in tre gruppi principali:

-Metodi di allungamento attivo: i metodi di allungamento attivo prevedono esercizi di ginnastica con i quali, grazie a movimenti di molleggio o di oscillazione, si cerca di ampliare i limiti normali di movimento delle articolazioni. -
-Metodi di allungamento passivo: i metodi passivi di allungamento prevedono esercizi nei quali vi è la presenza di forze esterne. Grazie all'aiuto di un compagno, determinati gruppi muscolari vengono portati a una posizione forzata di allungamento, senza però potenziare gli antagonisti corrispondenti. Il metodo di allungamento statico ("stretching"): il metodo dello stretching prevede che si assuma lentamente (in circa 5 secondi) una posizione di allungamento (migliorando l'escursione articolare) che dovrà successivamente essere mantenuta (componente statica) da un minimo di 10 a un massimo di 60 secondi. Rispetto ai metodi precedenti il metodo dello stretching cerca di ridurre al massimo il riflesso da stiramento (riflesso miotatico). La riduzione del riflesso di stiramento viene favorita dalla lenta e oculata assunzione iniziale della posizione evitando movimenti repentini. Per questa ragione questa tecnica riduce al minimo i rischi di infortuni. Il metodo della contrazione-rilassamento permette di raggiungere una posizione di allungamento superiore. FPN: facilitazione propriocettiva neuromuscolare.

○ Le Capacità Coordinative.

Le capacità coordinative sono capacità dell'uomo determinate primariamente da processi di controllo e regolazione dei movimenti che mettono l'atleta in condizione di gestire con sicurezza ed economia le azioni motorie prevedibili (stereotipate) ed imprevedibili (variabili) e apprendere movimenti sportivi rapidamente. Le capacità coordinative si distinguono in generali e speciali.

Le capacità coordinative generali sono il prodotto dell'allenamento multilaterale in molti sport e attività motorie. Nei vari campi della vita quotidiana si manifestano in modo tale che qualsiasi problema o compito possa essere affrontato e superato in modo razionale e creativo. Le capacità coordinative speciali sono formate prevalentemente nel quadro della relativa disciplina di gara e sono caratterizzate dalla possibilità di variare la tecnica dello sport

praticato. La loro peculiarità è quella di presentarsi secondo gli sport o le discipline sportive in costellazioni complesse di più capacità. In tale contesto assumono ruolo preminente, a seconda della disciplina sportiva, determinati collegamenti tra le loro componenti, che mostrano specifiche relazioni infrastrutturali per quanto riguarda il loro peso fattoriale. Componenti delle capacità coordinative sono le capacità di: coordinazione segmentaria, la differenziazione, l'equilibrio, l'orientamento, il ritmo, la reazione, la trasformazione. Le capacità coordinative fondamentali sono tre e sono derivate dalle diverse capacità coordinative: capacità di controllo motorio, capacità di adattamento e trasformazione, capacità di apprendimento motorio.

La rappresentazione mentale è il presupposto fondamentale per l'apprendimento di nuove abilità motorie. Secondo l'età, la capacità di sforzo e il livello delle capacità coordinative già acquisite, si rivelano efficaci soprattutto due metodi d'insegnamento: il metodo dell'informazione ottica e dell'informazione verbale. Il metodo dell'informazione ottica è adatto per i principianti dato che contiene una scarsa percentuale della componente cinestesica. Il metodo dell'informazione verbale può precedere, essere parallelo o successivo a quello dell'informazione ottica. Metodo della variazione e della combinazione degli esercizi per l'aumento delle richieste di coordinazione: variazione della posizione di partenza, variazione dell'esecuzione, variazione della dinamica, variazione della struttura spaziale, variazione delle condizioni esterne, variazione della ricezione delle informazioni, combinazione delle abilità motorie, esercitazione sotto pressione temporale. Quando si scelgono mezzi e contenuti dell'allenamento si deve tener conto che vi possono essere fenomeni di adattamento solo quando si è in grado di applicare continuamente nuovi stimoli, cioè se si esercita secondo modalità ricche di varianti, pur rispettando le diverse misure metodologiche. La complessità delle capacità coordinative provoca problemi notevoli per quanto riguarda la misurazione oggettiva del livello di prestazione coordinativa. A questo problema si cerca di ovviare utilizzando da un lato test generali e dall'altro esercizi di destrezza o esercizi speciali di controllo.

1.2. Le Proprietà Fisiche Specifiche.

La più grande novità della preparazione fisica moderna a livello agonistico e di squadre di sci alpino, consiste nel fatto che le tre proprietà fisiche predominanti quali forza, velocità e resistenza, possono essere sviluppate contemporaneamente. In una sola unità lavorativa lo sciatore atleta può dedicare il suo impegno all'incremento di tutte le proprietà fisiche indispensabili. Tutte le esercitazioni infatti possono essere svolte in numero elevato di volte (resistenza muscolare) applicando delle tensioni muscolari (forza) alla ricerca del massimo dinamismo (velocità). Nel complesso delle proprietà fondamentali, le capacità motorie che devono interessare lo sciatore possono essere ricondotte a due gruppi differenziati: per le capacità coordinative si devono tenere in considerazione, in particolare, l'equilibrio, la differenziazione spazio temporale, la differenziazione dinamica e l'anticipazione motoria; per le capacità condizionali si devono sviluppare in particolare le qualità neuromuscolari che influenzano direttamente la prestazione, quindi le espressioni di forza dinamica massima, di forza veloce, di forza esplosiva, di resistenza alla forza veloce, tenendo conto della componente elastica in tutte queste espressioni. Dal punto di vista organico e metabolico, gli aspetti che rivestono una maggiore importanza nello sci sono, come già detto, la potenza e la capacità anaerobica lattacida e la potenza e capacità anaerobica lattacida. La forza dinamica massima è la base di tutte le espressioni di forza e definisce la qualità del sistema neuro-muscolare di esprimere le tensioni muscolari al massimo della dinamicità possibile, in relazione al carico esterno. Dal punto di vista massimale-dinamico i valori della massima forza concentrica sono di circa il 5-20% inferiori a quelli che possono essere raggiunti isometricamente, mentre i valori della massima forza eccentrica sono del 45% maggiori di quelli isometrici. Ciò vuol dire che la produzione di forza con il lavoro eccentrico è maggiore di quello espresso tramite il lavoro concentrico. La caratteristica dello sciatore è quello di sviluppare maggiormente la forza eccentrica rispetto a quella concentrica, sviluppando carichi di lavoro combinati con un accentuazione per lavori eccentrici. Nell'allenamento eccentrico troviamo in primo piano l'arresto e la ricezione del peso del proprio corpo o di sovraccarichi

massimali. Grazie alla durata dello stimolo di forza tipica del metodo eccentrico, quello che si applica è soprattutto un notevole stimolo ipertrofizzante.

Nell'allenamento concentrico in primo piano troviamo la componente "superante" di un movimento: ad esempio il piegamento su ambedue gli arti inferiori (componente dinamica negativa) come preparazione alla successiva estensione di un solo arto (componente dinamica positiva). In tale movimento la componente che limita la prestazione è quella "superante", in quanto la forza dinamica negativa è sempre maggiore di quella positiva e solo se si usano carichi sovra massimali ci si può allenare in modo tipicamente "eccentrico".

La caratteristica del puro allenamento concentrico è l'allenabilità della capacità di massima attivazione nervosa. La forma pura è adatta allo sviluppo della forza rapida e anche come metodo di pre-affaticamento. Nella metodica di allenamento le combinazioni eccentrico-concentrico, eccentrico- pliometrico e statico-concentrico sono elementi imprescindibili per completare le caratteristiche organico-muscolari dell'atleta. Nello sci alpino la forza rapida ha un ruolo di primo piano nella preparazione. Come esposto in precedenza la rapidità è strettamente correlata con un programma di tempo breve così come con un adeguato spettro di fibre muscolari (percentuale e forza delle fibre muscolari a contrazione rapida, soprattutto delle fibre di tipo IIX). Rapidità e forza rapida, perciò, dipendono dai rapporti di forza esistenti. Lo sviluppo della forza rapida, o veloce, prevede l'incremento della forza, inteso come aumento della sezione trasversale del muscolo, dovuto all'allenamento specifico delle fibre muscolari di tipo IIX, aumentando in tale modo i ponti di collegamento tra gli elementi contrattili e dunque la velocità di contrazione. Per valutare se un soggetto dispone di forza veloce sufficiente basta fare eseguire uno stacco a piedi pari e misurare l'altezza raggiunta. Ma per quanto riguarda allenamento, metodi e periodizzazione rimando ai capitoli successivi. La resistenza alla forza veloce è una capacità di fondamentale importanza nella sfera delle proprietà specifiche di uno sciatore. Nello sci alpino, soprattutto di alto livello, la prestazione dura circa 1'-2' a seconda della disciplina in esame e l'atleta è sottoposto a compiere uno sforzo di resistenza comunque di breve durata, ma ad elevata componente anaerobica lattacida. Lo sciatore evoluto deve allenare comunque anche la componente aerobica essendo la base resistente per

eccellenza, ma l'allenamento principale deve essere rivolto alla resistenza alla forza rapida, per poter aumentare il livello di potenza anaerobica. Le proprietà che principalmente influenzano la resistenza alla rapida, o veloce, sono: la vascolarizzazione muscolare e il diametro e numero dei capillari, il contenuto nel sangue di ossigeno, zuccheri e acidi grassi nelle quantità ottimali, l'efficienza dell'apparato cardiovascolare-respiratorio e le dimensioni della muscolatura cardiaca (ipertrofia e volume), una bassa frequenza cardiaca a riposo, il volume del sangue e dei globuli rossi, la capacità di assorbimento ed utilizzo dell'ossigeno, le motivazioni psicologiche, la forza di volontà e la capacità di concentrazione. Concettualmente la resistenza alla forza veloce è la capacità di esprimere elevati sviluppi di forza esplosiva ripetuti per un tempo relativamente lungo. L'atleta che disponga di muscoli rapidi e potenti, può nello stesso tempo possedere una capacità di resistenza buona o scarsa. Tale capacità è allenabile in forma più o meno estesa di quanto non avvenga per il programma di tempo elementare ciclico e aciclico. Dal punto di vista biochimico, si basa sull'aumento delle riserve di fosfati energetici, soprattutto di CP, del glicogeno intramuscolare di base e su un aumento dell'attività degli enzimi che trasformano queste sostanze prodotte dall'allenamento. L'aumento della resistenza alla forza veloce permette all'atleta la possibilità di mantenere per un tempo relativamente lungo la fase della massima velocità e di esprimere tensioni muscolari di elevata qualità. In effetti proprio questa capacità è dichiarata la fondamentale per lo sciatore (Cotelli '99). Le forze impulsive (la forza esplosiva in particolare) sono inscindibili dal bagaglio motorio principale dell'atleta sciatore. Dare una definizione specifica della forza esplosiva dal punto di vista prettamente muscolare non è facile, ma si può intendere, dal punto di vista meccanico, come la capacità del sistema neuromuscolare di aumentare bruscamente il livello delle forze che esprime. I fattori da cui dipende un buon sviluppo della forza esplosiva sono: la frequenza degli impulsi nervosi che dal cervello arrivano ai muscoli, il numero delle fibre muscolari attivate, il tipo di fibra muscolare interessato, la dimensione e la tensione prodotta da ogni fibra che dipende dalla massa e dal peso molecolare della struttura proteica della fibra, il CAA ciclo contrazione-allungamento e lo stato di allenamento. L'allenamento delle forze d'impulso deve mirare ad insegnare

all'atleta come generare la massima velocità di contrazione muscolare in modo che, attraverso una corretta esecuzione tecnica, questa venga utilizzata al meglio per spostare il proprio corpo o per essere trasmessa ad attrezzi. Nel contesto delle forze impulsive è importante sottolineare gli effetti della forza reattiva; in particolare l'effetto del prestiramento che consiste nell'immagazzinamento di energia meccanica nella componente elastica del muscolo che avviene durante il contro-movimento (allungamento), la quale viene poi restituita sotto forma di energia elastica durante la fase successiva del movimento (accorciamento). Il prestiramento del muscolo attivato causa un forte potenziamento da riflessi da stiramento attraverso la via afferente dei fusi muscolari e nell'uomo è possibile che causi il potenziamento da riflessi da stiramento attraverso l'arco corticale.



Capitolo 2: Le discipline dello sci alpino

Le discipline in cui si gareggia sono slalom speciale, slalom gigante, supergigante, discesa libera e combinata e supercombinata.

2.1. Slalom Speciale

Lo slalom speciale, comunemente chiamato anche solo slalom, è una delle discipline dello sci alpino. Si tratta di una gara in cui gli sciatori sono tenuti a

passare attraverso una serie di porte ravvicinate, disposte su un tracciato che comporta curve ad arco stretto. La velocità massima raggiunta è intorno ai 50 km/h. Assieme allo slalom gigante fa parte delle discipline tecniche dello sci alpino, contrapposte alle discipline veloci (discesa libera e supergigante). Tipicamente una gara di slalom speciale si svolge in due manche, e risulta vincitore lo sciatore che ha realizzato il tempo complessivo minore sulle due prove, senza saltare nessuna porta. Dalla stagione 2002/2003 a quella 2005/2006 sono stati disputati degli speciali nella formula K.O. slalom.

2.2. Slalom Gigante

Tipicamente una gara di slalom gigante si svolge in due manche e la durata di ciascuna manche varia da 60 a 90 secondi. Risulta vincitore lo sciatore che ha realizzato il tempo complessivo minore sulle due prove, senza saltare nessuna porta. Nelle competizioni di coppa del mondo vengono ammessi alla seconda manche solo i migliori 30 classificati della prima manche. L'ordine di partenza della seconda prova è l'inverso della classifica provvisoria della prima manche (il primo a partire è quindi il trentesimo classificato). Anche nelle normali gare FIS viene effettuata l'inversione dei trenta, ma vengono ammessi alla seconda manche tutti i classificati della prima prova: il trentunesimo classificato partirà dopo il leader provvisorio, alle sue spalle il trentaduesimo e così via. La prima gara internazionale di slalom gigante in Italia fu disputata il 20 gennaio 1935 sulle piste del Mottarone, in Piemonte. La Coppa del Mondo di slalom gigante è stata istituita nella stagione 1966/1967, quando la FIS ha creato il circuito della Coppa del Mondo di sci alpino.

Differenze tra slalom gigante e slalom speciale

Storicamente, lo slalom gigante è un'evoluzione dello slalom speciale. Assieme costituiscono le discipline tecniche dello sci alpino, contrapposte alle discipline veloci (discesa libera e supergigante). Nello slalom gigante la velocità di percorrenza è superiore allo speciale, perché, pur disputandosi sovente sulle stesse piste, le porte nel gigante sono poste a distanze maggiori e con un arco di curva più ampio. Anche le porte sono diverse. Nel gigante ogni porta è segnalata da due coppie di pali, e i pali di ogni coppia sono uniti da un pannello

di tessuto. Nello slalom speciale, invece, le porte sono segnalate da due pali singoli, privi di bandierine. Le differenze riguardano anche gli attrezzi. Gli sci da gigante sono più lunghi di quelli da speciale. Inoltre per gli sci da gigante esiste un raggio di curvatura minimo (27 metri) che viene calcolato con un'apposita formula ed è stato imposto per impedire agli atleti di curvare troppo facilmente. I bastoncini presentano una curvatura (mentre quelli da speciale sono diritti) e la loro impugnatura è priva della protezione richiesta nello speciale per il frequente impatto con i pali.

2.3. Supergigante

Il supergigante, detto anche brevemente Super-G, è una specialità dello sci alpino. Si tratta di una gara in cui gli sciatori sono tenuti a passare attraverso una serie di porte disposte sul tracciato, come negli slalom, ma la lunghezza della pista, la distanza tra le porte, il raggio di curva e la velocità di percorrenza sono maggiori rispetto allo slalom gigante o allo slalom speciale. Si possono raggiungere velocità di punta di oltre 100 km/h perciò viene ritenuto una disciplina veloce, come la discesa libera, e viene in genere disputato sulle stesse piste usate per le discese, con dislivelli diversi e durata massima di 2 minuti. A differenza della discesa libera, nel Super-G non vengono effettuate prove cronometrate. Una gara di supergigante si svolge in un'unica manche, e risulta vincitore lo sciatore che ha completato il percorso, senza saltare nessuna porta, nel tempo minore. Il supergigante è stato ufficialmente introdotto dalla Federazione Internazionale Sci (FIS) nel corso degli anni 1980 (è quindi la più giovane fra le discipline dello sci alpino ad eccezione della supercombinata). La Coppa del Mondo di supergigante è stata istituita dalla FIS a partire dalla stagione 1985/1986. Nel tentativo di aumentare la sicurezza, dalla stagione 2003/2004 la FIS ha imposto dei limiti minimi di lunghezza degli sci nelle gare di supergigante: 205 cm per gli uomini, 200 cm per le donne. Come per lo slalom gigante e per la discesa libera c'è un raggio di curvatura minimo: 33 metri.

2.4. Discesa Libera

È la disciplina più lunga sia in durata, sia in distanza, nonché la più veloce (con punte di 160 km/h). È anche quella che richiede agli atleti la maggiore concentrazione non disgiunta da una buona dose di coraggio, viste le velocità che si raggiungono in gara: non a caso, il termine inglese con cui si designa tale specialità (Downhill, «Giù dalla collina») rende in maniera più efficace il senso di rischio che si affronta impegnandosi in una gara del genere. Si tratta di una gara in cui gli sciatori scendono lungo un tracciato largo circa 20 metri, delimitato da delle porte simili a quelle dello slalom gigante e del super gigante, molto distanti fra loro. Ultimamente, soprattutto per ragioni legate al miglioramento della visibilità e di conseguenza della sicurezza, si sono cominciate ad utilizzare delle linee blu, sia trasversali (per rendere meglio idea dei dislivelli del percorso) sia longitudinali (per la traiettoria). Le linee blu vengono "dipinte" sulla neve con un apposito liquido colorato e hanno lo scopo di rendere più visibili all'atleta i dossi o le imperfezioni della pista, soprattutto nelle zone d'ombra. Il percorso di una discesa libera generalmente prevede notevoli dislivelli, salti, grandi curve e tratti di scorrimento, spesso su superfici ghiacciate. Sulla Streif di Kitzbühel (Austria), ritenuta da molti la discesa più prestigiosa del mondo, sono stati raggiunti addirittura i 150 km/h, mentre la discesa che richiede maggior resistenza fisica è quella del Lauberhorn a Wengen (Svizzera) la cui lunghezza è di 4480 m, per una durata della gara di 2 min e 20-30s. Quanto all'attrezzatura, in discesa libera si usano sci molto lunghi (minimo 215 cm per gli uomini, 210 cm per le donne) per avere maggiore stabilità alle alte velocità. Come per lo slalom gigante e per il supergigante esiste un raggio di curvatura minimo (45 metri). I bastoncini sono curvati, per potersi adattare meglio al corpo dello sciatore quando si assume la posizione di ricerca di velocità. Le tute aderenti sono studiate per ridurre al minimo l'attrito con l'aria. Sotto la tuta ci sono protezioni rigide in particolare il Back protector, che impedisce alla colonna vertebrale di subire traumi. Il casco è obbligatorio in tutte le discipline (anche nello slalom speciale è stato reso obbligatorio a partire dalla stagione 2006/2007).

2.5. Combinata

La combinata è una competizione dello sci alpino formata da una discesa libera e da uno slalom speciale. Gli atleti devono partecipare ad entrambe le competizioni e la classifica finale viene stilata facendo la somma dei tempi delle singole gare. In passato i tempi delle due gare venivano trasformati in punteggi equivalenti, soluzione poi abbandonata a favore di una più facile e comprensibile somma dei tempi. Pur essendo stata snobbata da grandissimi sciatori, tra gli altri Alberto Tomba ed Ingemar Stenmark, molte Coppe del Mondo di sci alpino sono state decise proprio grazie ai punti ottenuti in questa disciplina. Tra le combinate classiche che sono una presenza costante nei calendari del circo bianco non si possono non menzionare il Trofeo dell'Hahnenkamm che si disputa nella località di Kitzbühel in Austria ed il Trofeo del Lauberhorn che si tiene a Wengen in Svizzera. Nelle ultime edizioni della Coppa del Mondo è stata introdotta una nuova specialità, chiamata Supercombinata, che a partire dalla stagione 2006/2007 la ha sostituita nel circuito e ai mondiali e che differisce dalla prima in quanto prevede una sola manche di slalom speciale e si svolge in un'unica giornata. Al momento l'unica combinata classica che si disputa ancora è quella di Kitzbühel.

2.6. Supercombinata

La supercombinata è l'ultima disciplina in ordine di tempo di sci alpino nata in questi ultimi anni. Viene disputata in Coppa del Mondo dalla stagione 05/06, ed è stata inserita per la prima volta nel programma dei XXI Giochi olimpici invernali di Torino; nel programma dei mondiali questa gara è stata disputata per la prima volta nell'edizione 2007. A differenza della tradizionale combinata, gara composta da una discesa libera e da due manches di slalom speciale, questa gara è composta da una mini-discesa libera e da una sola manche di slalom, da percorrere nella medesima giornata (in precedenza come prima manche si disputava un super-G ed è capitato nella stagione 07/08 che a livello femminile in quella di Whistler Mountain si sia gareggiato ancora con questa formula). Questo favorisce i discesisti puri, che in questo modo perdono meno secondi dovendo disputare una sola manche di slalom. Stesso discorso vale per

gli slalomisti puri, dal momento che viene ridotto il percorso della discesa. Alcuni pertanto ritengono che rispetto alla combinata normale, la supercombinata sia una gara più avvincente; altri invece la valutano negativamente, giudicandola solo un mero espediente che nulla aggiunge al calendario del circo bianco, ma anzi toglie.

	Dislivello totale mt		N° Porte (Cambi Direz)		Dislivello negativo per curva	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
SG	500	650	35			18,57
GS	300	450	15% disl. (46)	11% disl (41)	6,7	9,14
SL	180	220	35% disl - 3% (61)	35% disl + 3 % (80)	2,77	2,94

Figura 1. Caratteristiche di tracciatura secondo regolamento FIS.

➤ **Capitolo 3. - La locomozione nello sci alpino.**

Lo sci alpino è un'attività sportiva che coinvolge i principali distretti muscolari ed in particolare quelli degli arti inferiori. Pur essendoci essenzialmente un solo gesto atletico fondamentale che si può individuare nella curva di base, questo viene ripetuto innumerevoli volte e in condizioni ed occasioni diverse tali da determinare il totale coinvolgimento di tutta la struttura corporea. Decisiva risulta quindi una capacità di coordinazione dell'attività dei singoli gruppi muscolari. Alla base di questo processo vi è la capacità da parte del sistema nervoso centrale di elaborare e rispondere agli stimoli determinati dalle varie situazioni esterne (tipo di terreno e tipo di tracciato) che si possono presentare lungo il pendio. Le principali fasi della curva quindi possono essere riassunte in: discesa diagonale, piegamento con angolazione, distensione, anticipazione ed appoggio del bastoncino, piegamento con angolazione opposta alla precedente. Le azioni muscolari principali sono scomponibili nei due movimenti fondamentali: la flessione-estensione degli arti inferiori e la torsione del tronco che coinvolge anche le articolazioni del ginocchio e dell'anca. I gruppi muscolari interessati sono tutti coinvolti per garantire la necessaria condizione di equilibrio in relazione alla velocità ed alle innumerevoli variazioni del terreno. Gruppi muscolari interessati: - flessione-estensione: glutei (grande, medio,

piccolo), quadricipite femorale, semitendinoso, semimembranoso e bicipite femorale, tensore della fascia lata, sartorio e tricipite surale.

- torsione: retto dell'addome, obliqui, iliaco e psoas, intratrasversali, interspinali spinali del dorso.

3.1. Sciatore - attrezzo: le forze.

Per analizzare le forze che agiscono sullo sciatore mentre scende lungo una pista il sistema da studiare è quello sciatore/pendio. Iniziamo dalla gravità che è quella forza che ci tira verso il basso e quindi senza di essa non sarebbe possibile sciare. Infatti qualsiasi corpo messo su un piano inclinato scivola lungo la linea della massima pendenza per effetto della forza peso che è data dal prodotto della sua massa per l'accelerazione gravitazionale. La forza peso può essere scomposta in due componenti, quella parallela al piano che fa scivolare il corpo lungo il pendio e quella perpendicolare al piano che spinge il corpo verso il terreno. Queste sono legate alla pendenza del terreno: più ripido è un pendio e più prevale la componente che fa scivolare il corpo verso il basso, viceversa su terreni pianeggianti predomina la componente perpendicolare. La traduzione è che su pendii scoscesi si scende verso valle molto velocemente mentre sul piano si resta fermi. Ci sono altre forze da considerare oltre alla forza di gravità : la reazione vincolare del terreno e gli attriti. La reazione vincolare è uguale e contraria alla forza che ci spinge verso il terreno e ci permette essenzialmente di non sprofondare e di curvare.

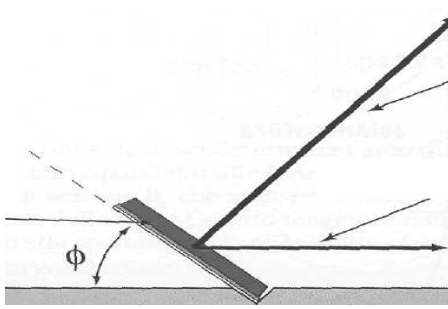
L'attrito invece è una forza opposta al movimento ed è esercitata da due corpi in contatto: questa forza fa rallentare lo sciatore ed è di fondamentale importanza perché permette di tenere il controllo sugli sci.

Gli attriti sono dovuti alla resistenza dell'aria e al contatto degli sci con la neve. La resistenza dell'aria è l'attrito esercitato dal corpo a contatto con l'aria e dipende dalla forma del corpo, dal materiale di cui è rivestito e dalla velocità con cui scende. Una posizione raccolta risulta essere una forma più aerodinamica di quella eretta e un tessuto ruvido fa più attrito con l'aria di uno

liscio. Quando si va piano l'attrito dell'aria è quasi impercettibile, mentre ad alte velocità è

Figura 2. Vincolo sci-terreno.

una forza da gestire. Infatti la resistenza è proporzionale al quadrato della velocità, il che significa che più veloce è lo sciatore e maggiore sarà la resistenza dell'aria. Ad esempio in una disciplina come il chilometro lanciato, dove degli atleti professionisti si lanciano dritti lungo una pista raggiungendo velocità molto elevate vicine a quelle della caduta libera, il cambiamento repentino da una posizione aerodinamica a una eretta provoca forti decelerazioni che, se non gestite correttamente, portano a situazioni di disequilibrio cioè alla caduta. L'attrito degli sci invece dipende dal peso esercitato sul terreno e dal contatto degli sci con la neve. Il peso viene distribuito lungo la superficie degli sci, quindi uno sci lungo risulta essere più veloce sul dritto di uno sci corto poiché il peso dello sciatore incide meno sul terreno, infatti nelle discipline veloci si usano gli sci lunghi. La "regola" è: più veloce è una disciplina e più lunghi sono gli sci da usare. Per esempio nello slalom speciale, disciplina in cui si fanno curve strette, si usano sci corti (165 cm per i maschi) mentre per la discesa libera si usano sci più lunghi (215 cm per i maschi). Per minimizzare l'attrito da contatto sci-neve si usano le scioline che sono delle cere da applicare sulla soletta degli sci. Queste cere hanno proprietà chimiche diverse, studiate in base alle caratteristiche della neve quali umidità e temperatura. La scelta della sciolina è importante poiché può rendere gli sci più o meno scorrevoli. Ad esempio una sciolina per nevi calde ($0^{\circ}/-4^{\circ}$) non sarà efficace su una neve fredda ($-15^{\circ}/-20^{\circ}$) e viceversa. Nelle squadre nazionali sono gli ski-men, cioè gli addetti alla preparazione dei materiali, a scegliere il tipo di sciolina e per questo hanno un ruolo importante, quasi quanto quello dell'atleta. Il modo più semplice per diminuire le forze di attrito è quello di tenere il più possibile gli sci sulla linea della massima pendenza. Quando questo non può accadere, perché prima o poi si deve girare, lo sciatore esperto cerca di curvare sbandando il meno possibile. In questo modo infatti minimizza la quantità di neve a contatto con gli sci, riuscendo a sfruttare al massimo le qualità strutturali dell'attrezzo e dunque riuscendo a essere più scorrevole. Nelle gare chi riesce a vincere meglio l'attrito con l'aria e con la neve è quello più veloce, per questo gli atleti quando gareggiano indossano tute attillate in lycra e usano scioline fluorate. Per completare il discorso occorre parlare anche di energia. Un corpo messo in un campo di forze



conservative possiede un'energia detta potenziale che dipende dalla posizione del corpo stesso all'interno del campo. Uno sciatore è un corpo in un campo gravitazionale poiché soggetto alla forza di gravità e per questo egli possiede energia

potenziale gravitazionale. Questa energia rappresenta il lavoro compiuto dalla gravità quando sposta un corpo dall'alto verso il basso. Inoltre qualsiasi corpo acquista energia in conseguenza di un movimento. Questa è l'energia cinetica che corrisponde al lavoro necessario per portare un corpo da una data velocità a una velocità superiore. In teoria quando uno sciatore scende lungo un pendio perde energia potenziale gravitazionale convertendola in energia cinetica.

Quando risale con gli impianti o a scaletta accresce l'energia potenziale. In linea di principio più energia potenziale accumula uno sciatore più veloce questo potrà andare, poiché l'energia cinetica è proporzionale al quadrato della velocità dello sciatore. Nella realtà però la conversione non è diretta: bisogna fare i conti con gli attriti che, rallentando il corpo, "mangiano" energia cinetica. Quando lo sciatore effettua una curva entrano in gioco, oltre alla gravità e agli attriti, altre forze. Il sistema sciatore-che-curva /pendio può essere studiato da due punti di vista: quello dell'osservatore (sistema inerziale) e quello dello sciatore (sistema non inerziale).

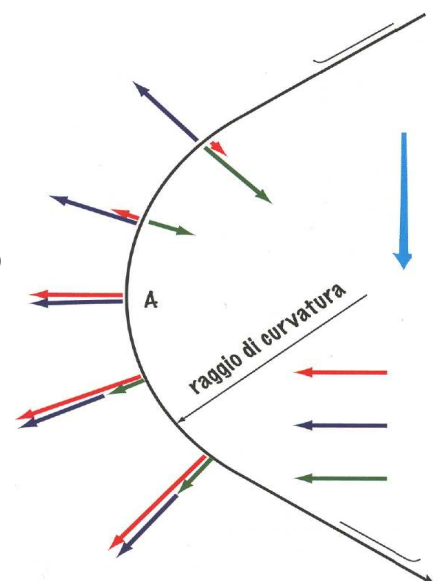
Un sistema è inerziale se per esso vale la prima legge della dinamica ovvero un corpo permane nel suo stato di moto imperturbato (stato di quiete o di moto rettilineo uniforme), se non è sottoposto a forze esterne. Un sistema è non-inerziale se non beneficia di tale legge. In entrambi i sistemi si può supporre per semplicità che lo sciatore compia un moto circolare, approssimando l'arco di curva con una circonferenza, si ha che velocità e accelerazione variano in funzione del cambiamento di direzione del moto. Nel sistema inerziale la forza motrice oltre alla gravità è quella centripeta. La forza centripeta permette allo sciatore di percorrere una traiettoria circolare e può essere fornita in presenza di un vincolo, che nel nostro caso sono le lamine degli sci. Se questa forza si annulla lo sciatore prosegue per la tangente, cioè va dritto nella direzione in cui stava andando. Lo sciatore quando mette gli sci di spigolo crea il vincolo

necessario per curvare; quando invece mette gli sci piatti rispetto al terreno toglie il vincolo, in questo modo annulla la forza centripeta e prosegue dritto.

Nel sistema non inerziale invece c'è la forza centrifuga che è uguale e opposta alla forza centripeta. La forza centrifuga dipende dal quadrato della velocità e dal raggio di curva. Questa forza tende a far andare dritto lo sciatore che per contro-bilanciare la forza centrifuga si inclina verso l'interno della curva. In questo modo, come nel sistema inerziale, lo sciatore crea un vincolo con il terreno attraverso le lamine degli sci: il vincolo gli permette di opporsi alla forza centrifuga e quindi di curvare. C'è da dire però che lo sciatore riesce a creare un vincolo con la neve

Figura 3. Curva di base e forze applicate.

non solo mettendo gli sci di spigolo, ma anche grazie alla reazione vincolare del terreno e alla conformazione geometrico-strutturale degli sci. Infatti gli sci giocano un ruolo fondamentale sulla resa della curva. Per questo esistono squadre d'ingegneri che studiano continuamente nuove forme e materiali per rendere gli sci sempre più veloci e facili da girare. Oggi si usano gli sci carve che sono a forma di clessidra cioè larghi in testa e coda e stretti al centro. La forma a clessidra fa sì che gli sci siano flessibili nella zona dove sono più stretti risultando facili da girare. Il nome carve è inglese e significa "incidere": infatti lo sciatore quando gira fa incidere le lamine degli sci nella neve riuscendo a fare una traiettoria curvilinea senza sbandare, cioè in conduzione. La traiettoria può essere pensata per semplicità come l'arco di una circonferenza e può avere differenti raggi di curva: il raggio di curva dipende, oltre che dalla bravura dello sciatore, dalla misura degli sci. La misura dello sci carve non considera solo l'altezza, ma anche la sciancratura, cioè la misura della differenza fra la larghezza dello sci alle estremità e al centro. A parità di altezza uno sci più sciancrato permetterà di fare traiettorie con un raggio di curva più corto rispetto a uno sci più dritto ovvero meno sciancrato. Gli sci dritti, che si usavano negli anni ottanta, erano molto rigidi e difficili da girare. Per riuscire a fare delle curve controllando la velocità lo sciatore doveva sterzare gli sci con una buona



coordinazione di movimenti e una notevole abilità; inoltre la curva risultava una sbandata con una traiettoria molto lunga. Con i nuovi attrezzi lo sciatore deve abbinare giusta dose di velocità con l'angolazione che è il movimento di base dello sciare agonistico dal quale dipende gran parte della resa di una sciata.

3.2. Studi biomeccanici e fisiologici.

La grandissima variazione delle situazioni spaziali del tracciato di gara determina una successione, il più veloce possibile, di variazioni temporali dei rapporti angolari degli arti inferiori (lineari ed in torsione) e del busto per trasmettere agli sci l'impulso ($d \text{ Forza} / d \text{ Tempo}$) che ne deformi la struttura in relazione alle variazioni del raggio della curva e della pendenza. Un'errata precisione e scelta di tempo nell'esecuzione del gesto (Timing) può provocare un piccolissimo errore tecnico tale da pregiudicare la prestazione e mettere a rischio l'incolumità dell'atleta.

La Coppa del Mondo che consente punteggi in tutte le specialità, raramente ha trovato fenomeni che, in tempi recenti di alta specializzazione, siano stati in grado di imporsi in tutte le discipline (è più facile trovare un decatleta di altissimo livello sia negli ostacoli sia nel giavellotto che nei salti, che un slalomista e discesista da podio mondiale). In ordine alla "tecnicità" possiamo dire che il più alto grado si trova nello Slalom Gigante e nello Slalom Speciale, quindi nel Super Gigante e nella Discesa. La discesa libera e il supergigante sono caratterizzate da una performance volta alla capacità di mantenere una posizione corretta e più aerodinamica possibile. Nello SL e nel GS la capacità di effettuare numerose curve strette in rapida successione acquista maggiore importanza.

Haymes E.M. e Dickinson A.L. nel 1980 attraverso una serie di test comprendenti: V_{O2max} , Forza isometrica e Potenza delle gambe, tempo di reazione, agilità, equilibrio, body fat hanno trovato che il parametro che meglio predice la prestazione è il V_{O2max} sia per la DH sia per il GS. Le buone

caratteristiche aerobiche dello sciatore agonista sono dovute non a specifiche esercitazioni aerobiche (corsa prolungata, ciclismo, nuoto, lavori lunghi a bassa intensità, ecc..) bensì alle conseguenze del continuo affaticamento organico generale dovuto al costante e prolungato allenamento in altura (tra i 2000 ed i 3000 mt) . Questo stress prolungato induce nell'organismo degli atleti un adattamento delle capacità cardiocircolatorie, quindi aerobiche, tale da favorire un rapido recupero dopo le serie ripetute di discese con sforzi di tipo anaerobico.

Per quanto riguarda la Forza isometrica sviluppata dai muscoli estensori delle cosce e delle gambe, essa è anche superiore a quella dei sollevatori di pesi. Astrand e Rodahl nel 1977 misurarono oltre 2500 N sugli sciatori svedesi. Ikaia nel 1972 ha misurato oltre 2000 N su un atleta di 67 Kg ($\text{Forza} / \text{Peso} = 3$) che alla velocità di 80 Km/h compiva una curva con raggio di 19 mt.

Uno studio svedese condotto da Hans Berg e Ola Eiken del 1999 (Karolinska Institutet di Stoccolma) ha dimostrato che la performance dello sci in particolare nella specialità del gigante è dominata da una contrazione muscolare eccentrica, richiesta per resistere alla forza G, indotta dalla curva intorno alle porte, con contrazione volontaria vicina al massimale. La velocità angolare del ginocchio è rispettivamente di: $17^\circ/\text{s}$ in super gigante, $34^\circ/\text{s}$ in slalom gigante, $69^\circ/\text{s}$ in slalom speciale. Hans Berg impiega l'approccio sperimentale più semplice e relativamente costoso. Utilizza goniometri elettromeccanici per monitorare l'angolo del ginocchio (in un lavoro precedente anche dell'anca) i potenziali elettronici che si formano in un muscolo durante la sua contrazione (EMG) del muscolo quadricipite. Tale attività è espressa in percentuale massima (EMG) rilevata durante massima contrazione isometrica del quadricipite con 90° di angolo articolare (180° estensione completa). L'EMG è proporzionale alla forza sviluppata.

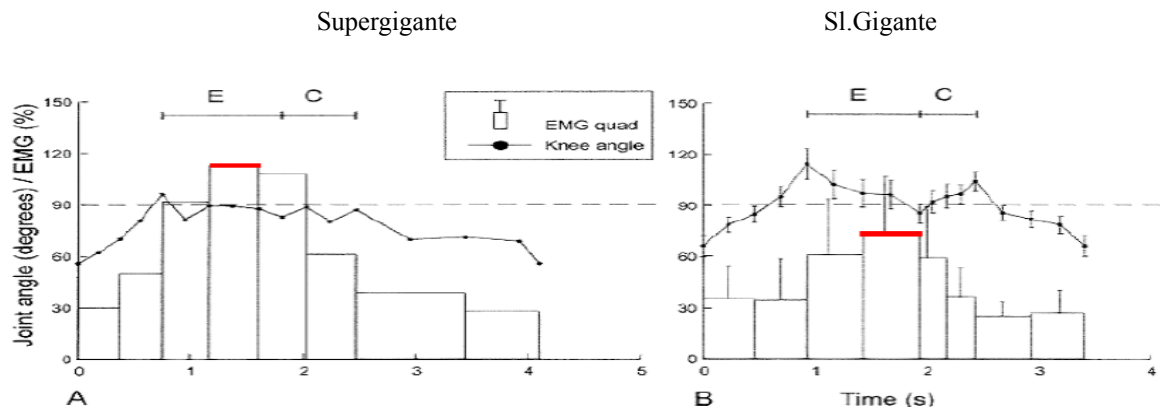


Figura 4. Variabili di forza (EMG%) e angolari (joint angle) di sciatori di livello.

Il primo risultato rilevante dello studio di Berg ed Eiken è che in tutte le discipline (SG,GS,SL) gli angoli minimi e massimi del ginocchio e dell'anca si presentano contemporaneamente. Il secondo risultato sta nella variabilità interindividuali degli angoli minimi della gamba esterna (soporta il massimo sforzo) maggiore per il GS ($114^{\circ}-86^{\circ}=28^{\circ}$) rispetto al SG ($96^{\circ}-83^{\circ}=13^{\circ}$) o al SL ($111^{\circ}-98^{\circ}=13^{\circ}$). Terzo punto, se si osservano i valori angolari medi di tutti i soggetti (sciatori d'élite) si nota che gli angoli minimi sono inferiori durante SG e GS rispetto a SL. Durante SL infatti in massimo piegamento l'angolo non scende sotto i 90° . Come quarto risultato si evince come la durata di un intero ciclo (curva destra – curva sinistra) è proporzionalmente decrescente passando dal SG, al GS, al SL. Quinto punto, in tutte le discipline la gamba è meno flessa quando è esterna e sopporta il massimo sforzo. Come sesto risultato si denota la variabilità della velocità angolare del ginocchio esterno: $17^{\circ}/s$ per SG, $34^{\circ} \pm 2^{\circ}/s$ per GS $69^{\circ} \pm 11^{\circ}/s$ per SL. (Allargando le mani giunte ci si rende conto che i movimenti sono relativamente lenti. In ogni caso si tratta di velocità angolari molto basse rispetto alla massima velocità angolare che nella corsa può raggiungere i $1000^{\circ}/s$). La variabilità interindividuale di velocità è superiore per SL rispetto a GS. Settimo risultato: durante GS e SL la massima EMG è circa il 73 – 74% di quella durante massima contrazione volontaria. Durante SG sfiora il 100%. Ottavo risultato: la EMG del muscolo estensore è più alta nella fase di contrazione eccentrica, quando l'angolo diminuisce e l'articolazione si flette. Il picco di EMG si presenta nella parte finale della contrazione eccentrica. Da tali studi si capisce che SG, GS e SL sono caratterizzati da una

marcata predominanza della contrazione eccentrica sulla concentrica sia in termini di intensità come durata. Poiché la produzione della forza è maggiore durante la contrazione eccentrica che durante la concentrica per una data attività EMG, la forza sviluppata deve essere considerevolmente maggiore durante la contrazione eccentrica. Questa caratteristica dello sci alpino è unica rispetto a qualsiasi altra attività. Inoltre durante lo slalom gigante, ancor più importante nel super gigante, la postura è accucciata. Di conseguenza mentre si percorre una curva l'angolo minimo del ginocchio esterno è inferiore nelle specialità dove la velocità è più alta (ovvero angolo del ginocchio $SG < GS < SL$). Lo sciatore sceglie una posizione muscolarmente svantaggiata allo scopo di ridurre l'attrito con l'aria. Per quanto riguarda la velocità angolare del ginocchio si nota che è tanto più bassa quanto maggiore è la velocità della specialità.

Altri studi (Hintermeister et al., 1995) hanno dato evidenza all'ipotesi di un importante impegno muscolare di tipo isometrico, ma se la tipologia e l'intensità della contrazione muscolare sembra essere stata abbastanza definita, non c'è una definizione precisa delle fibre muscolari che vengono attivate nella prestazione. Studi condotti (Nygaard et al. - Tesch et al., 1978) sottolineano l'utilizzo di fibre lente ST ma queste conclusioni si fondavano su informazioni raccolte in sciatori di basso livello e non agonisti. Tutti gli studi effettuati sul reclutamento durante gli sforzi molto brevi e intensi (10s) o moderati e prolungati (1 h) suggeriscono che l'attivazione delle fibre avviene rispettando il principio della dimensione di Henneman (1965). Cioè aumentando l'intensità dell'esercizio le fibre attivate per prime sono le tipo I, seguite dalle IIa e dalle IIx. La produzione di forza può però anche essere modulata cambiando la frequenza di scarica delle unità motorie come durante gli esercizi non massimali (Altenburg et al., 2007). Se si pensa che non è stato definito il meccanismo di reclutamento per le contrazioni eccentriche, allora inquadrare la tipologia di fibre attivate nella performance, risulta complicato. I livelli di forza che lo sciatore esprime comportano un aumento della pressione intra-muscolare e la riduzione o interruzione del flusso di sangue (Sjogaard et al., 1988) e con ciò si riduce l'ossigenazione e il muscolo subisce un'ischemia. I

livelli di saturazione dell'ossigeno nel muscolo del quadricipite, secondo studi recenti, hanno tendenza a ridursi maggiormente in GS rispetto allo SL (Szmedra et al., 2001) e questo potrebbe essere dovuto al maggior numero di fasi isometriche richieste e determinate dalla "tenuta" della posizione. Tali condizioni di occlusione dei vasi muscolari potrebbero influenzare il reclutamento delle fibre muscolari. E' risaputo che nello svolgere un esercizio ad alta intensità il flusso di sangue si riduce e tende ad aumentare l'attività sia delle fibre di tipo I che di quelle di tipo II (Krustrup et al., 2009). Quindi nello sci alpino, la combinazione di elevati livelli di forza e le condizioni di ischemia muscolare suggeriscono un coinvolgimento durante la prestazione sia delle fibre di tipo I che di quelle di tipo II, anche se questo aspetto deve essere chiarito da ulteriori ricerche in questo ambito.

3.3. La fatica nello sci alpino.

La fatica deriva come conseguenza di meccanismi di tipo fisiologico di vario genere. Taluni di questi si sviluppano in basso alla giunzione neuro-muscolare e definiti dunque come "periferici", altri più in alto e sono classificati come "centrali". A livello periferico il ciclo di accoppiamento tra i ponti di actina e miosina, il rilascio e il riassorbimento di calcio nella fibra e la conduzione dello stimolo elettrico sono tutti fattori che possono essere influenzati in modo negativo dai metaboliti della contrazione muscolare (Allen et al., 2008).

Quando si svolgono esercizi ad alta intensità si accumulano idrogenioni e ciò fa spostare il pH muscolare verso il basso rendendo l'ambiente acido.

Tale evento comprometterebbe la contrattilità muscolare anche se è ormai noto che il basso livello di pH non costituisce l'unica causa di fatica muscolare.

L'accumulo di fosfato inorganico riduce la capacità di rilascio del calcio e dunque limita la capacità contrattile, così come l'accumulo di ioni potassio influenza negativamente la capacità di eccitazione muscolare e quindi, ancora una volta, la capacità del muscolo di contrarsi. La fatica periferica comunque non è determinata da un solo metabolita ma quasi sicuramente è il risultato di una serie di meccanismi che influenzano la contrazione muscolare stessa.

Oltre ai fattori periferici ci sono anche quelli centrali che si manifestano a livello spinale o sovra spinale (Gandevia, 2001) e la ridotta capacità di produrre e modulare la forza conseguente alla fatica potrebbe avere di fatto anche un'origine centrale. Molte evidenze sperimentali dimostrano come il comando motorio proveniente dal nostro sistema nervoso centrale possa essere alterato (ridotto o inibito) direttamente a livello centrale.

Quindi la combinazione di questi fattori influenza la capacità di controllo motorio e di conseguenza influenza la performance sciistica. La prestazione dello sciatore infatti è caratterizzata da una finissima capacità di modulare la forza, perciò la minima riduzione di efficienza da questo punto di vista porterebbe influenze negative sulla performance. Considerando le particolari situazioni dove l'attività sciistica viene affrontata per alcuni giorni consecutivi la funzionalità muscolare potrebbe essere alterata a causa dell'insorgenza della fatica di lunga durata (definita anche low frequency fatigue) (Edwards et al., 1977). La caratteristica dominante della "low frequency fatigue" è costituita dalla ridotta capacità del muscolo di produrre forza a seguito di stimolazioni elettriche a bassa frequenza. L'alterazione dei processi fisiologici coinvolti nel meccanismo di eccitazione-contrazione del muscolo, sembrerebbe essere alla base di questa tipologia di fatica, che risulta essere accentuata dalle contrazioni di tipo eccentrico e le fibre maggiormente sensibili al fenomeno sembrano essere quelle di tipo II.

Servono comunque ulteriori ricerche in questo in questo ambito per approfondire meglio i meccanismi precisi della fatica.



Capitolo 4 - La preparazione fisica.

Quando si parla di preparazione fisica in generale, o meglio ancora di come sviluppare un qualsiasi progetto di allenamento a lungo termine, bisogna rapportarci come necessario riferimento di lavoro ad un "modello teorico di prestazione". La costruzione di tale strumento operativo prende in considerazione le seguenti variabili fondamentali:

- il metabolismo di gara;
- i muscoli che intervengono nella prestazione;
- l'esperienza maturata in itinere.

Nel nostro specifico, volendo esaminare lo sci alpino anche in questo ambito che deriva dalle valutazioni effettuate, possiamo definirlo come uno sport di destrezza, con un impegno prevalentemente muscolare degli arti inferiori, supportato da un metabolismo anaerobico sia lattacido che lattacido.

Dopo aver individuato il metabolismo di gara e i gruppi muscolari implicati nella realizzazione della medesima, la nostra attenzione ricade sulla scelta delle esercitazioni da inserire nelle sedute di allenamento, che potranno essere: molto utili, utili, poco utili, inutili o addirittura dannose.

Il problema più grande che dovrà affrontare l'allenatore sarà quello di non

sbagliare esercitazioni direzionando l'adattamento dell'atleta ad un modello diverso da quello mirato.

Per cui andrà sempre tenuto in considerazione che il modello sarà personale, apparterrà ad una disciplina specifica e dunque non trasferibile ad altre discipline, ma soprattutto si adatterà a quell'individuo in modo esclusivo.

4.1. La programmazione annuale dell'allenamento.

L'atleta sciatore si dovrebbe allenare in base ad un modello di programmazione che evidenzia durante l'anno, quattro diverse forme di esercitazioni, che si riferiscono alla suddivisione in quattro differenti periodi del ciclo annuale di allenamento.

In questi ultimi anni si è data particolare attenzione e sviluppo alla forza e in particolare alla forza eccentrica. Recenti studi hanno evidenziato, attraverso test di laboratorio e prove sul campo, come una periodizzazione efficace del lavoro sia basale per la costruzione fisica dell'atleta, ponendo particolare attenzione sul fondamentale della forza veloce.

In particolare il saper regolare le sedute di allenamento fisico con quello prettamente sciistico, monitorando in modo costante ciò che viene svolto, contribuisce in maniera efficace e determinante al raggiungimento di risultati di livello. Il numero di settimane a disposizione nel periodo preparatorio estivo è di 10-12, inframmezzate da periodi di allenamento sciistico e i programmi si basano fondamentalmente sulle caratteristiche dell'atleta e sulla/e disciplina/e praticata/e. In base all'individuo ed al periodo vengono identificate dalle 2 alle 4 sedute di forza.

4.2. Periodo di preparazione fondamentale o PPF.

Se facciamo partire questo periodo nei mesi subito successivi a quelli in cui in via ipotetica l'atleta ha gareggiato, possiamo affermare che i mesi compresi tra maggio e agosto hanno come obiettivo la messa in atto delle strategie necessarie per la preparazione organico-muscolare e coordinativa finalizzata ad ottimizzare la prestazione. Bisogna operare per rendere equilibrato lo sviluppo muscolare e funzionale dell'individuo, recuperando eventuali carenze di flessibilità, forza, ecc..., dove si siano evidenziate. Viene data priorità ad un lavoro fisico con quantità importanti di allenamento con i pesi e a corpo libero. Questa fase è chiamata anche fase preventiva e le esercitazioni svolte in questo periodo sono lavori a circuito a carattere globale eseguiti su superfici instabili: tavolette, fitball, materassini, sleekline e balance disk. Inoltre lavori a circuito per la forza elastica con andature classiche.

Forme di lavoro preliminare, sono di base e fondamentali per la futura estrinsecazione della competizione, pur non riproponendo i gesti motori specifici della gara, ma creandone i presupposti per la stessa.

Uno tra gli errori più comuni di questo periodo è quello di investire molte energie nell'allenamento della resistenza cardiovascolare generale di lunga durata (ad esempio due o tre ore di ciclismo), qualità poco utile allo sci alpino, essendo prerogativa degli sport di endurance (maratona, ciclismo di fondo, ecc..). Il suo utilizzo, in quantità limitate, non superiori all'ora di allenamento, andrebbe circoscritto all'inizio del ciclo di preparazione fisica, come base per un cuore efficiente e una rete capillare capace di smaltire velocemente i cataboliti dovuti ad allenamenti intensi, abbreviando i tempi di recupero. Fase d'importante rilievo è quella cosiddetta estensiva dell'ipertrofia con lavori in serie con esercizi con bilanciere anche su superficie instabile.

L'errore più frequente riguarda l'utilizzo di un'esecuzione lenta durante le esercitazioni con i sovraccarichi. Tali ritmi abituano l'atleta a resistere ad un carico, aumentando la sua forza, ma trasformandolo in una sorta di motore diesel allontanandolo dal modello di prestazione, che invece deve essere veloce e a risposta subitanea.

4.3. Periodo di preparazione specifico o PPS.

Dalla sesta settimana di lavoro specificatamente fisico in palestra si entra nella cosiddetta fase intensiva di miglioramento della coordinazione intramuscolare con lavori in serie di tipo concentrico, eccentrico , eccentrico – concentrico ed eccentrico+ pliometrico. A questa fase ne seguirà un'altra di completamento o sintesi di questo PPS che andrà dalla decima alla dodicesima settimana circa. L'obiettivo è quello di trasformare le qualità condizionali e coordinative, acquisite precedentemente nel PPF, nella prestazione di gara, che rappresenterà, in ultima analisi, la verifica del lavoro svolto.

Gli esercizi assumono una grande correlazione con la prestazione diminuendo in quantità ed aumentando in intensità. Le esercitazioni sciistiche sul campo aumentano e l'allenamento si modifica avvicinandosi sempre di più al metabolismo della prestazione, cercando il più possibile di simulare le condizioni di gara.

Lavori specifici di forza rapida e di resistenza alla forza veloce concluderanno l'iter della preparazione in vicinanza con i primi appuntamenti competitivi di Coppa del Mondo.

La prevenzione della Core Stability viene mantenuta costante durante tutto il percorso preparatorio, essendo di fondamentale importanza per lo sciatore avere una forte presenza addominale e lombo-dorsale per le forze che agiscono su di lui durante le performance sui tracciati di Coppa.

4.4. Periodo Competitivo o PC.

Questo periodo, compreso tra Dicembre ed Aprile, rappresenta la fase di massima performance; l'allenamento è rivolto quasi esclusivamente alle specifiche di gara, e al mantenimento delle qualità acquisite nei periodi precedenti. Ed è proprio quest'ultimo punto a creare grossi problemi di organizzazione, sia dal punto di vista logistico, dovuto alle numerose trasferte nei luoghi di gara, sia dalla mancanza in queste sedi di attrezzature per l'allenamento modificabili ed adattabili alle differenti esigenze degli atleti (a questo fine gli elastici rimangono l'attrezzatura più facilmente trasportabile ed

utilizzabile con gruppi di soggetti eterogenei). Nasce qui l'esigenza dei "richiami" (di forza, di potenza, di forza resistente, ecc).

La soluzione migliore, per mantenere queste qualità, sembrerebbe quella di inserire una seduta di allenamento settimanale, ma il far coincidere tale seduta con i programmi di allenamento sul campo e le gare che coinvolgono gli atleti di Coppa del Mondo a frequenti spostamenti inter ed extra continentali è davvero difficile, e comunque tale seduta dovrebbe essere non più rarefatta delle due settimane, partendo dal presupposto che dopo un mese di mancata stimolazione di un determinato metabolismo pare vengano persi circa il 50% degli adattamenti.

L'investimento maggiore in termini di forza dovrebbe essere rivolto nei confronti della potenza e della forza massima, considerato che alcuni studiosi della materia, hanno osservato che il gesto dello sciare sembrerebbe migliorare la resistenza lattacida con il susseguirsi delle competizioni agonistiche.

Ovviamente i carichi di allenamento e la quantità delle esercitazioni non potranno essere le stesse dei mesi precedenti, ma andranno attentamente valutati in funzione del particolare periodo di allenamento, del numero delle competizioni e delle sensazioni dell'atleta.

Errore metodologico di difficile soluzione è dunque l'abbandono totale dei richiami di forza, con un inevitabile e progressivo scadimento della performance dell'atleta nell'evolversi del periodo competitivo, soprattutto a fine stagione con una diminuzione di rendimento tecnico in gara.

4.5. Periodo di transizione.

In questa ultima fase, solitamente di durata non superiore ad un mese, l'obiettivo è far recuperare l'organismo, sia dal punto di vista muscoloarticolare, sia dal punto di vista psichico.

Si evidenziano due modalità operative per affrontare questo periodo:

- non seguire nessun programma di allenamento codificato, ma cercare di effettuare esercitazioni diverse da quelle normalmente attuate, con

possibile utilizzo di contenuti sportivi più attraenti (cambiare il gesto atletico, giochi di squadra, ecc.).

- diminuire notevolmente la quantità e l'intensità del carico di allenamento, utilizzando esercitazioni a carattere fondamentale per la disciplina in questione.

Gli errori più gravi, riscontrati in questo periodo riguardano:

A) il mantenimento di un allenamento intenso per paura di perdere i risultati ottenuti precedentemente, non permettendo alla struttura osteoartro-muscolare ed alla psiche di recuperare.

B) l'abbandono completo dell'attività fisica, con un'inevitabile calo di performance , che richiederà un periodo di riadattamento progressivo difficilmente attuabile in tempi brevi.

Sempre inerente al recupero, occorre evidenziare il concetto di settimana di scarico. Alla fine di un ciclo di allenamento che ha mirato allo sviluppo di una determinata qualità, solitamente della durata compresa tra le 2 e le 6 settimane, con carichi fisici di allenamento importanti, sarà necessario proporre da 7 a 15 giorni di scarico attivo, per permettere all'atleta di compensare le fatiche accumulate nelle settimane precedenti.

Come si evince dal modo di procedere sopra esposto, ad ogni cambio di periodo, sarà importante valutare gli atleti attraverso test di laboratorio e da campo, che certifichino la veridicità delle strategie di allenamento proposte, oltre che lo stato fisico dell'atleta.

Con l'analisi precisa di dati è possibile modificare in itinere i programmi di allenamento, avvalorando o ridirezionando l'incremento della performance dei nostri atleti all'obiettivo mirato.

➤ **Capitolo 5.- Specifiche della Valutazione Funzionale.**

Valutazione funzionale, controllo della prestazione e pianificazione dell'allenamento sono componenti del complesso dell'allenamento strettamente collegate, che solo difficilmente possono essere trattate isolatamente. Per questo ho voluto affrontare il tema partendo da lontano dalle proprietà fisiche generali passando per la prestazione e la preparazione dello sci alpino.

La raccolta sistematica di informazioni su singole qualità e condizione fisiche e fisiologiche consente al preparatore atletico di indirizzare il proprio intervento e di verificare gli effetti dell'allenamento sulle qualità stesse. Inoltre la necessità di impostare un programma allenante secondo criteri di razionalità improntata all'individualizzazione del lavoro, impone di acquisire i dati durante la preparazione e nel corso della stagione agonistica.

Tenendo ben presente che la valutazione è una delle componenti che contribuiscono alla definizione dell'entità atleta e della sua prestazione sportiva, le prove fisiche e fisiologiche devono rispondere a criteri di validità, attendibilità, oggettività e ripetibilità. E' perciò importante, negli stessi soggetti, garantire le medesime condizioni ambientali, con apparecchiature tecnicamente valide.

Le caratteristiche e le qualità fisiologiche del soggetto vanno studiate tramite mezzi e metodi di analisi in grado di dare risposte specifiche e inequivocabili sui parametri che si vogliono indagare e lo studio effettuato ha delle caratteristiche di analisi completa. Per quel che riguarda l'uso di tali dati nell'attività sportiva lo studio dovrà essere più sintetico perché il comportamento della caratteristica fisiologica sul campo è il risultato degli aggiustamenti che il parametro ha con i

diversi protocolli di allenamento e del contemporaneo di altrettanti fattori fisiologici e d'occasione.

5.1. L'importanza della valutazione come metodologia di controllo dell'allenamento.

Le valutazioni effettuate sulla condizione fisica e fisiologica cui l'atleta è sottoposto contribuiscono a determinare la prestazione sportiva. Innanzitutto occorre definire quale scopo e quali obiettivi si vogliano realmente raggiungere attraverso lo svolgimento e l'analisi valutativa.

Durante gli ultimi anni l'identità degli obiettivi dei test di valutazione scelti ed effettuati si è formata su alcuni punti salienti che sono:

- determinare lo stato di forma fisica;
- identificare le caratteristiche atletiche e fisiologiche di un atleta;
- impostare ed individualizzare un protocollo di allenamento;
- prevenire infortuni, re-infortuni e sovrallenamento;
- facilitare la ripresa sportiva a seguito d'infortunio o inattività prolungata;
- identificare un modello funzionale;
- selezione dei talenti.

Da questo si capisce che ciò che si vuole raggiungere è rappresentato da molteplici fattori costituiti da altrettante variabili. Entrando di più nello specifico nel campo dell'analisi funzionale è fondamentale trovare l'intesa sul "cosa" si vuol misurare per far rendere al meglio una misurazione corrispondente alla realtà. Tale definizione sarà il frutto di un accordo con la comunità scientifica internazionale sull'esistenza di una qualità specifica indicata con un proprio nome (es: massimo consumo d'ossigeno). Spesso non è possibile misurare direttamente la qualità indagata a causa degli elevati costi o per l'impossibilità

materiale di misurare i veri fattori costituenti la qualità indagata (ad esempio l'efficienza degli enzimi della glicolisi da cui dipende la potenza anaerobica lattacida). In questi casi si ricorre a delle misure di tipo indiretto. Per cui i test servono per misurare una caratteristica (test diretti) o un suo indicatore (test indiretti). I test devono avvenire attraverso il rispetto di alcuni criteri qualitativi, descritti in: validità, riproducibilità (attendibilità e obiettività), specificità.

L'elemento che ci permette di ottenere una visione di insieme delle condizioni dell'atleta è costituito dalla raccolta di tutte le analisi scaturite dalla valutazione e quindi rappresenta un fattore ideale per poter operare un controllo della preparazione e costituisce il punto di riferimento per l'elaborazione dei programmi di allenamento e degli obiettivi da raggiungere.

I test devono avere lo scopo d'individuare la bontà delle metodologie di allenamento usate per migliorare le doti fisiche e fisiologiche ed il rendimento tecnico e, nello stesso tempo, poter correggere l'allenamento per ottenere risultati programmati. Inizialmente viene fatta una visita medico sportiva al fine di valutare lo stato di salute generale. Seguono poi, a seconda delle necessità, visite chinesiofisiche, posturali e podaliche, nell'intento di valutare l'efficienza corporea nel suo insieme e di riscontrare, quindi, eventuali "interferenze" che agiscono negativamente sulle capacità coordinative, in modo specifico sulla coordinazione neuromuscolare che è di fondamentale importanza per atleti delle discipline alpine. Tali "interferenze", generate principalmente da imperfezioni muscolo scheletriche, oculari, vestibolari, podaliche, o generate da intolleranze alimentari, sono presenti naturalmente o possono verificarsi in seguito ad infortuni. Questi disturbi, che provocano sintomatologia dolorosa e diminuzione dell'efficienza neuromuscolare, vengono contenuti e trattati attraverso una terapia mirata al riallineamento o/e riequilibrio.

5.2. Attendibilità e obiettività dei test funzionali per una corretta valutazione condizionale

Il primo requisito fondamentale di un test è l'accuratezza, anche detta validità. Indica la capacità di uno strumento o di un test di avvicinarsi il più possibile al valore teorico o reale, o a uno standard di riferimento. Si può misurare la validità di un test verificando la correlazione statistica (tramite il test-t, il coefficiente di correlazione e quello di regressione) dei suoi risultati con la qualità vera misurata con metodica diretta, ove possibile. Per esempio, per verificare la validità di un test indiretto per la stima del massimo consumo di ossigeno si sottopongono diversi soggetti, a breve distanza di tempo, sia al test di tipo diretto che a quello indiretto. I risultati dei due test vengono poi confrontati con le metodiche statistiche suddette e, se ne risulta una differenza statisticamente non significativa e alti coefficienti di correlazione e regressione, il test si può considerare valido. La seconda caratteristica di un buon test è la precisione, anche detta ripetibilità, cioè la capacità di misurare sempre lo stesso valore per una certa variabile quando la misura è ripetuta nel tempo. Anche chiamata riproducibilità, indica la concordanza tra misure ripetute dello stesso fenomeno. Un esempio potrebbe chiarire ancora meglio il concetto. La concentrazione dell'ossigeno nell'aria è 20.94%. Un analizzatore che fornisca tre misure di 19.94%, 20.94%, 21.94% è poco preciso ma accurato; uno strumento che fornisca nelle tre misure i valori di 19.93%, 19.94%, 19.95% è invece preciso ma poco accurato.

In ambito fisiologico non esiste una precisione e un'accuratezza assoluta a causa della naturale variabilità biologica e di un certo errore sperimentale (che può essere random, costante, proporzionale).

Le condizioni che influenzano la variabilità complessiva delle osservazioni rispetto al valore "vero" del fenomeno osservato comprendono: la variabilità insita nel processo di misurazione-osservazione (imputabile allo strumento di misura e/o all'osservatore), la variabilità biologica dello stesso fenomeno in tempi e in condizioni diverse e le differenze biologiche tra soggetti diversi.

Possiamo quindi riconoscere una variabilità libera da influenze legate all'osservatore, l'attendibilità, e una variabilità dovuta all'influenza dell'operatore, l'obiettività. L'attendibilità è quindi dipendente dalla stretta individualità di ciascun valore fisiologico e, a volte, il ritenere costante il valore di un parametro nella popolazione generale può alterare le conclusioni tratte da

un test che si basi su questa assunzione. Dipende inoltre dal fatto che il valore "vero" di una caratteristica biologica varia nel tempo e addirittura possono esistere variazioni circadiane, per cui una stessa misura effettuata in diversi momenti della giornata può dar valori sensibilmente diversi tra loro. Un altro esempio può essere rappresentato dai test di coordinazione neuromotoria in cui il soggetto migliora costantemente il risultato semplicemente perché impara come fare il test. Infine va ricordato che anche uno strumento tecnologicamente molto avanzato può avere degli scarti di misurazione, per esempio per una taratura non sufficientemente frequente.

L'obiettività, invece, può non essere importante se l'osservatore che valuta i soggetti è sempre lo stesso e ripete sempre i medesimi errori e nello stesso senso, sia nel far eseguire il test che nel valutare i risultati (errore sistematico). Il problema può sorgere quando un soggetto viene testato nel tempo da osservatori diversi o quando gli scarti di un osservatore nella valutazione sono quantitativamente diversi, a volte in un senso, a volte nell'altro. L'obiettività di un test si può migliorare rendendolo quanto più possibile standard e ben definite le sue procedure di applicazione e di lettura, in modo da limitarne le interpretazioni personali e le possibilità di diversa esecuzione. Nell'effettuazione dei test è necessario accertarsi dell'esistenza di una correzione significativa tra le metodiche e la qualità testata e la prestazione dell'atleta, in modo che il test possa fornire indicazioni utili per il programma d'allenamento sia al tecnico che l'atleta stesso (aumento dell'autocritica e del senso di autoverifica). Per questo hanno trovato largo impulso l'ideazione, la progettazione e la realizzazione di ergometri funzionali specifici, in grado di simulare in laboratorio il gesto tecnico dell'atleta, e di apparati di misura mini autorizzati e telemetrici, o con memoria solida trasportabile, in grado di effettuare misure direttamente sul campo.

La necessità di protocolli di valutazione con maggior validità interna ed esterna è anche una delle tre conclusioni di una approfondita review di Abernethy, Wilson e Logan del 1995 sulla valutazione della forza e della potenza, insieme all'esigenza di puntare le ricerche verso la comprensione dei meccanismi che stanno alla base della produzione della forza e della potenza e dei protocolli di

allenamento superiori o alternativi per lo sviluppo delle suddette qualità. Gli autori danno importanza alla ripetibilità del protocollo, alla correlazione tra protocollo e performance atletica, allo scoprire se il protocollo riesce a discriminare tra performance di gruppi omogenei e eterogenei, se il protocollo è sensibile agli effetti dell'allenamento e della riabilitazione. Quattro sono i propositi verso cui, secondo gli autori, la comunità scientifica internazionale si sta muovendo negli ultimi anni e per i quali viene valutata la forza: quantificare il significato relativo che hanno forza e potenza in varie prestazioni atletiche, identificare specifici deficit di funzione muscolare e di forza, identificare individui con spiccate doti atletiche e monitorare gli effetti di diversi interventi di riabilitazione o di allenamento. Nella correlazione tra misure e performance atletiche è interessante determinare se le differenze di forza e potenza discriminano tra livelli di performance, se l'allenamento e la riabilitazione fanno variare gli indici di forza e potenza, se questi indicatori possano essere utilizzati per predire futuri risultati o indirizzare verso ricerche biomeccaniche.

5.3. Accenni ai test.

Negli ultimi anni nell'ambito della valutazione funzionale della squadra nazionale di sci alpino, la FISI ha definito un protocollo con leggere variazioni negli anni, tramite la Commissione Medica e il fondamentale supporto del Centro Mapei, decidendo di porre l'attenzione su precisi e determinati test affrontati in più sessioni durante l'anno. La stagione agonistica termina a fine aprile e dopo una decina di giorni di riposo in cui si effettuano alcuni test per gli sci per la stagione successiva e attività fisiche di recupero, si ha la prima sessione valutativa. Le successive sono solitamente nei periodi di fine giugno/luglio e settembre/ottobre, più una sessione che solitamente avviene a stagione competitiva in corso. Per quanto riguarda lo sci alpino si privilegia l'analisi delle caratteristiche fisiologiche legate alla forza, nelle sue componenti di esplosività, resistenza alla forza veloce, forza resistente e in particolare, come si evidenzia nel protocollo, della forza massima eccentrica in catena cinetica chiusa, con strumentazione sviluppata da Prof. P. Moggoni, dal quale prende il nome. Inoltre si effettuano il test incrementale massimale con misura

del VO_2max , test condotti su di una pedana a contatti che analizza balzi singoli o in sequenza e la forza espressa (pedana di Kistler®) il Wingate, con sforzo di 30s-all-out al cicloergometro e l'High Intensity Test per la valutazione accurata di parametri ematici e respiratori. (N.B. : la trattazione dei singoli test e le specifiche di ciascun test sono rimandate al settimo capitolo).

Tali parametri, unitamente ad altri direttamente rilevati nel corso dei test forniscono un quadro sufficientemente completo per la personalizzazione di un programma di allenamento. Ricordiamo ancora una volta come fattori di ordine tecnico e motivazionale devono essere tenuti in considerazione, talora preponderante, unitamente all'esito del test valutativo delle qualità fisiologiche e biomeccaniche. Fondamentale risulta un'attenta visita medica, completata da una indagine antropometrica e plicometrica per lo studio della costituzione ed il controllo della massa grassa percentuale.

➤ **Capitolo 6. - Studi su metodi e analisi funzionali**

I dati scientifici riguardanti l'aspetto metodologico delle analisi fisiche e fisiologiche di sciatori di livello mondiale sono veramente pochi. Nel corso dell'ultimo decennio gli standard di preparazione e di ricerca di valutazioni accurate si è notevolmente ampliato e sviluppato grazie a una ricerca tecnologica e scientifica sempre più all'avanguardia e che investe guardando al futuro.

6.1. Studio Austriaco.

Nel campo della letteratura scientifica in materia di studi sulla valutazione di sciatori di alto livello, che descrive con cura tutti i parametri evidenziati e analizzati quello Austria Ski Team è stato il maggior successo al mondo. L'obiettivo di questo studio è stato quello di descrivere le caratteristiche fisiche e fisiologiche di sciatori di Coppa del Mondo (WC) .

Già dal 1964 gli atleti del "Wunder Team" si sono resi partecipi di molteplici vittorie e sono stati valutati e analizzati ogni anno presso il centro di Medicina dello Sport e Medicina Cardiovascolare dell'Università di Innsbruck. Ma specialmente tra il 1997 e il 2000 hanno raccolto uno straordinario numero di vittorie e successi in tutte le specialità. Dai dati che ho estratto dallo studio austriaco che fu il primo ad attestare e descrivere, con una pubblicazione accademica, le variabili fisiche e fisiologiche dello sciatore di World Cup si possono osservare parametri davvero notevoli.

Durante il periodo in oggetto tutti gli sciatori del gruppo WC vennero esaminati tre volte all'anno con dei test sullo stato fisico, antropometrico e sulle capacità fisiologiche. Gli atleti pre e post stagione affrontarono tali test e vennero divisi per gruppi, ossia gli "specialists", cioè specialisti delle discipline tecniche, suddivisi in due gruppi a loro volta: gruppo tecnico (SL e GS) e gruppo velocità

(Sg e DH). Il secondo gruppo di lavoro venne composto dagli "all-rounders" , polivalenti, ossia partecipanti alle discipline di GS, SG e DH. Vennero studiati parametri fisici quali età, altezza, massa corporea, indice di massa corporea (BMI), percentuale di grasso e circonferenza cosce. Le variabili fisiologiche indagate consistevano nella potenza aerobica e nella forza muscolare degli arti inferiori. La capacità di performance aerobica fu valutata attraverso il test incrementale massimale su ergobike (ER 800, Ergoline®) mentre la VO_2 e la VCO_2 da uno spirometro a circuito aperto (Oxycon pro, Jager®). Venne fatto un prelievo di sangue al termine di ogni ciclo di lavoro per determinare la concentrazione di lattato (analizzatore di lattato Ebio plus, Eppendorf®). Per quanto riguarda la forza muscolare degli arti inferiori venne effettuato il test isocinetico con l'uso di un dinamometro interfacciato al computer (Cybex 6000, Ronkomkoma)

Il caricamento standard per i muscoli delle cosce fu calibrato a una velocità angolare di $60^\circ/s$ (3 ripetizioni) e $240^\circ/s$ (30 ripetizioni). Circa venti secondi intercorsero tra le tre ripetizioni a $60^\circ/s$ e le trenta ripetizioni a $240^\circ/s$. Fu presentata anche una discussione finale, tuttora comunque pressoché valida, nella quale si delineava il singolare e tipico profilo antropometrico di uno sciatore di fama mondiale. Dai dati emersi lo sciatore professionista di Coppa del Mondo aveva circa venticinque anni, statisticamente 25,2 anni per le femmine 27,6 anni per i maschi. I valori medi di altezza sono di 1,66 m di altezza (femmine) contro l' 1,81 m (maschi), per 65,1 kg di massa corporea (femmine) rispetto agli 87 kg (maschi) e per una percentuale di grasso corporeo di 24,5% contro il 15,8% (maschi). Anche a livello fisiologico vennero emessi dei risultati delineanti il profilo parametrico del "racer". La potenza massima era di $4,3 \pm 0,4$ W / kg per le femmine e di $4,7 \pm 0,4$ W / kg per i maschi, mentre i valori corrispondenti per VO_2 max erano $55 \pm 3,5$ ml / kg / min per le femmine e $60 \pm 4,7$ ml / kg / min a livello maschile. Dal test di forza massima isocinetica scaturirono dei valori interessanti, suddivisi per valori massimi di coppia massima e di lavoro per l'estensione del ginocchio. I valori di coppia massima furono pari a 206 ± 21 Nm per le femmine e 334 ± 43 Nm per i maschi, mentre il lavoro sviluppato attraverso

l'estensione del ginocchio fu di 2.690 + / - 364 J a livello femminile e 4.414 + / - 629 J a livello maschile.

season gender	1997/1998		1998/1999		1999/2000	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
peak torque ext (Nm)	200	326	197	334	206	314
(±SD)	32	45	24	43	21	44
work ext (J)	2438	4406	2587	4414	2690	3964
(±SD)	375	618	393	629	364	1231
peak torque flex (Nm)	115	187	114	187	119	186
(±SD)	19	23	16	21	15	24
work flex (J)	1763	2749	1803	2813	1904	2739
(±SD)	315	376	331	463	267	458

Figura 5. Valori del momento di forza e di lavoro del ginocchio in estensione e flessione in sciatori d'élite.

In entrambe i sessi valori riguardanti il rapporto tendine del ginocchio/quadricipite erano tra 0,57-0,60.

Nello studio si evidenziano correlazioni tra i parametri di potenza aerobica e performance di gara ed il trend è positivo per entrambi i sessi negli "specialists" mentre lo stesso non emerge per i polivalenti.

Tuttavia un rapporto e una correlazione significativa tra la posizione nel ranking di Coppa del Mondo e la potenza massima ($r = 0,947$, $p = 0,001$ per W_{max}) o la potenza aerobica ($r = 0,964$, $p < 0,001$ per VO_{2max}) fu riscontrata solamente nel gruppo maschile di velocità nel 1998.

Dal 1997 al 2000 circa la metà (48%, $n = 106$) di tutte le gare alpine WC (100%, $n = 221$) sono state vinte dagli atleti valutati.

Lo studio dimostra con esperienza pratica che il successo nello sci alpino professionale non è legato alle singole variabili fisiologiche. Due fattori principali, tuttavia, sono di importanza cruciale: alti livelli di potenza aerobica e la forza muscolare. Dallo studio ne esce che la prestazione di sci alpino è strettamente correlata a capacità anaerobiche e aerobiche.

6.2. Valutazioni durante l'allenamento della Squadra Italiana di Sci Alpino.

L'accertamento del profilo fisico e fisiologico degli atleti è un'area d'interesse scientifico per la stima e la predizione di performance di gara in qualsiasi sport dal ciclismo, alla corsa di lunga durata, allo sci di fondo, triathlon e football americano. Negli sport di endurance come corsa e ciclismo, le determinanti cruciali della prestazione possono essere identificate dai test sportivi specifici in laboratorio. Molte variabili, come il massimo consumo di ossigeno, la velocità di produzione di lattato ecc., servono per delineare in precedenza la performance in competizione. Lo sci alpino richiede una varietà di qualità e sicuramente la più difficile è il sapersi adattare agli sci, al materiale, a fattori quali la dominanza della tecnica di tale sport, da un lato, e caratteri aspecifici, quali: condizione fisico-atletica, profilo fisiologico, manto nevoso, condizioni meteo e conformazione della tracciatura che sono responsabili per il successo nella competizione. Da qui si può ipotizzare come spesso l'atleta non è detto che sia il migliore nella performance competitiva, poiché le variabili che influenzano la prestazione sono molteplici. Ritornando all'analisi dei dati va detto che solo da questi si può capire a che livello condizionale si è realmente e dunque stabilire quale strada intraprendere per migliorare. A differenza della valutazione effettuata per il team austriaco, a livello di sci alpino di coppa del mondo la valutazione non avviene suddivisa per gruppi (tecnico, velocità e polivalenti) ma solo in un secondo momento, ricavate le analisi valutative, si distinguono caratteristiche e metodi di preparazione per gli atleti in questione. Ad esempio si sono fatte distinzioni nel test al cicloergometro per quanto riguarda il massimo consumo di ossigeno ($\text{VO}_2 \text{ max}$) tra gli atleti maschi delle varie discipline. Scaturisce anche per il team italiano, una rappresentazione, o meglio, un profilo dell'atleta (femmina e maschio) che partecipa alle competizioni mondiali. Una particolarità della metodica di studio sugli sciatori di tale livello è sicuramente l'analisi che si effettua durante gli allenamenti sulla neve.

L'atleta viene dotato di cardiofrequenzimetro collegato a un computer elaboratore dei dati di frequenza cardiaca (FC media e max), della durata del lavoro e dell' Heart Rate Zone, ossia della zona impostata entro la quale si intende effettuare la sessione allenante, che costituisce un riferimento per evitare il rischio di allenamento eccessivo o insufficiente.

Nel grafico di Fig.6 è riportato un esempio di elaborazione dati effettuato analizzando un atleta di sci alpino della squadra nazionale A italiana di gigante durante la sessione mattutina di allenamento nella tradizionale trasferta settembrina a Ushuaia (Argentina).

Come si può notare la sessione, svolta in quota ad un'altezza di circa 2000 m, aveva una durata di circa un'ora e mezza in cui sono state effettuate 5 prove di gigante. L'atleta al momento dell'avvio del programma aveva un FC di 105 bpm destinata quanto mai a salire.

I picchi grafici delineati in rosso che si notano stanno ad indicare il momento in cui l'atleta stava effettuando la prova e si nota come i valori di frequenza cardiaca raggiungano livelli corrispondenti ai 170 bpm e nella seconda prova evidenzino il valore più alto di 176 bpm, per una FC media complessiva di 89 bpm. I momenti di pausa tra una prova e l'altra sono dovuti alla risalita con l'impianto a fune fino alla partenza.

Interessante notare come il lavoro impostato nell' Heart Rate Zone, nel grafico identificato dalle due linee più scure e attestato tra FC max 160 e FC min 80 sia stato pressoché rispettato, con leggere oscillazioni di FC max e FC min; ciò evidenzia il grado di lavoro di un gigantista nel periodo preparatorio alla stagione, ma questo vale per tutti i gruppi di lavoro della squadra seguiti costantemente a livello fisico.

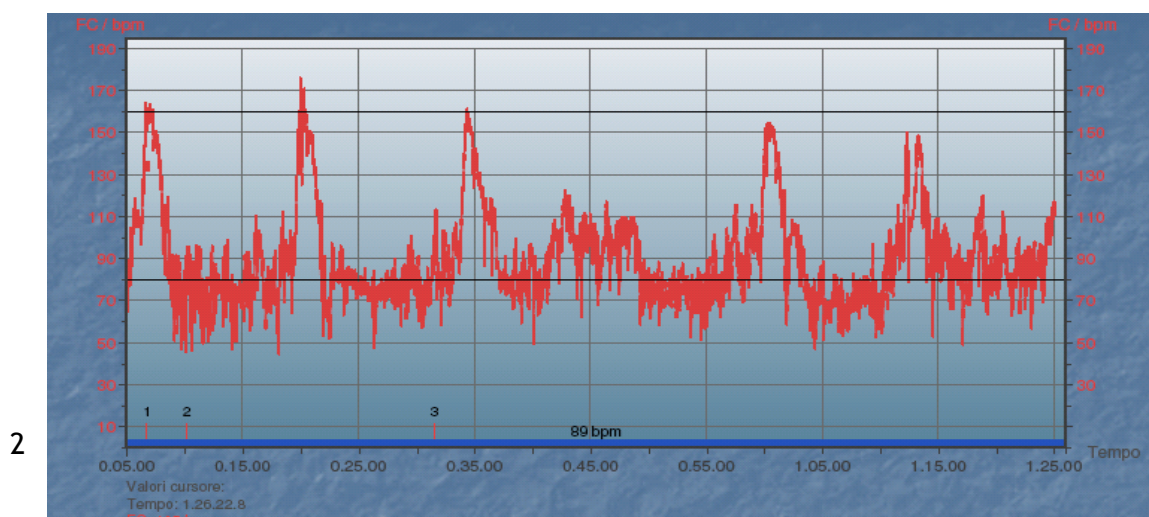


Figura 6. Grafico FC durante allenamento GS.

Si identifica in particolare l'attività intensa durante gli allenamenti che comporta benefici quali l'innalzamento della soglia anaerobica, data la durata di circa un minuto della prova e aumenta notevolmente l'affaticamento muscolare portando all'abitudine del fisico a sostenere produzioni di lattato (La ematico) di una certa caratura.

Secondo uno studio condotto da Veicsteinas et al. la concentrazione di lattato post-esercizio in atleti di alto livello è di 12,4mM/l. Studi di settore fatti su tre diverse squadre nazionali hanno dato risultati interessanti. I dati rilevati da prelievi post-esercizio su sciatori svedesi ha evidenziato un tasso di lattato oscillante tra 8,2 e 15,2mM/l. La nostra squadra italiana maschile di coppa del mondo di gigante ha evidenziato dei tassi che vanno da 9/10 a 15mM/l. Da sottolineare sono i dati rilevati dai prelievi di lattato eseguiti su sciatori della squadra americana di coppa del mondo palesemente inferiori rispetto agli altri: da 4,2 a 7,5mM/l. Tali studi evidenziano delle caratteristiche rilevanti nella determinazione valutativa dello sciatore professionista e fungono di primario interesse nella costituzione fisico-atletica per raggiungere performance di livello.

Durante gli allenamenti nel corso dell'estate la commissione medica, che spesso segue direttamente gli atleti, esegue dei prelievi per verificare l'indice di lattato alla fine di ciascun giro di allenamento e in particolare delle prime due prove. Dai dati evidenziati anche nelle condizioni di gara i parametri che sono stati convalidati corrispondono anche se nella competizione si assiste comunque a una produzione maggior di acido lattico (La ematico) che raggiunge circa 15 mmol/l, mentre in allenamento i 10-11 mmol/l.

	GS Gara 1° Man	2° Man	SL Gara 1° Man	2° Man	GS All. 1° GIRO	GS All. 1° GIRO
Atleta	53.82	53.95	46.42	47.27		59.21
Lattato	7.4	5.6	8.8	9.6		17.6
Atleta	51.54	51.08	46.52	47.34	48.78	
Lattato	9.8	8.1	7	8.4	8.7	
Atleta	52.49	52.26			49.37	58.94
Lattato	7.3	9.4			9.4	7.4
Atleta	51.35	50.65			48.73	59.38
Lattato	8.6	10.3			13.4	11.3
Atleta	52.85	51.48	46.95	47.38	49.06	
Lattato	6.2	5.9	7.6	8.3	6.6	
Atleta	51.79	51.09	46.58	47.86		59.31
Lattato	11.9	10.4	15.3	15.3		10.4

Figura 7. Valori di lattato post prova di allenamento e di gara.



Capitolo 7. - I test funzionali.

Avendo già affrontato genericamente il “cosa” è la valutazione funzionale introduciamo nello specifico come poter arrivare a costruirla. Il segreto sta nel capire le esigenze della persona e conoscere quali qualità migliorare.

Nell’ ambito dei test funzionali il grado di conoscenza raggiunto è davvero elevato ma si cerca sempre la via più specifica, il livello più accurato, il percorso scientificamente più corretto che evidenzia analiticamente parametri dettagliati per riuscire a rispondere perfettamente alle specifiche esigenze per le quali si è stati creati.

I test funzionali sono dunque l'arma vincente per poter realizzare al meglio ed in modo più efficace gli allenamenti; le esigenze e le caratteristiche di ciascun atleta sono differenti ed è dunque giusto differenziare e personalizzare nel modo più specifico tali allenamenti. Inoltre, i dati rilevabili da questi test sono di particolare utilità all'atleta stesso, il quale, accuratamente informato, con la ripetizione di prove piuttosto semplici, può farsi un'idea della propria condizione fisico-atletica nel corso preparazione e della stagione agonistica.

7.1. I test atletici della Squadra Italiana di Sci Alpino.

Nella scelta di quali test e quali qualità evidenziare per lo sciatore di alto livello ci sono dei punti che vengono rispettati per ottenere una valutazione globale e che risponda a caratteristiche di riproducibilità:

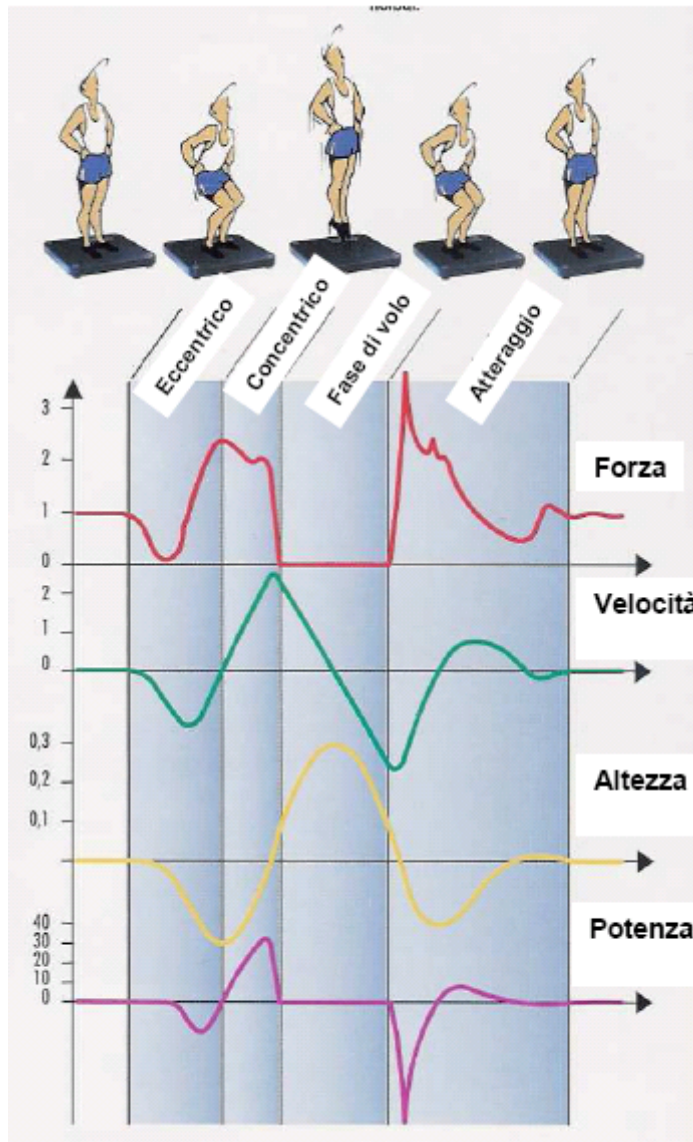
- misura diretta e indiretta di forza;
- misura del metabolismo - capacità aerobica;
- misura del metabolismo anaerobico lattacido;
- studio delle asimmetrie e della postura.

Ufficialmente i test che si effettuano a livello di Squadra Nazionale di Sci Alpino sono, con leggere variazioni annuali, i seguenti:

- test di salto verticale con contro movimento (CMJ) e braccia vincolate ai fianchi su pedana dinamometrica Kistler®;
- test incrementale massimale, su cicloergometro, con misura del massimo consumo di ossigeno ($\text{VO}_2 \text{ max}$) e con la misura della soglia anaerobica ventilatoria;
- test di forza massima eccentrica (ECC) alla pressa in catena cinetica chiusa;
- test Wingate (WIN), sforzo di 30s all-out al cicloergometro;
- High Intensity Test: parametri ematici e respiratori.

7.1.1. Test su pedana Kistler®.

Le pedane di forza Kistler® si basano su sensori piezoelettrici. Queste pedane misurano le tre componenti ortogonali delle forze lungo i tre assi coordinati. Attraverso questo test è possibile estrarre e stimare quale sia il grado di



capacità di forza veloce che un atleta possiede ed è in grado di generare ottenendola dalla misurazione dell'altezza (h) del centro di gravità di un salto verticale tramite la velocità di stacco. Entrando nello specifico la pedana dinamometrica offre la possibilità di evidenziare parametri, oltre all'altezza, quali forza (N), velocità (m/s) e potenza (Watt). Il risultato raggiunto è influenzato da una serie di fattori:

- numero di fibre veloci (FT);
- capacità di reclutamento delle fibre muscolari;
- grandezza dei motoneuroni e rapidità della conduzione nervosa;
- coordinazione intermuscolare ed intramuscolare;
- qualità d'esecuzione di un singolo test;
- sistema energetico cellulare (ATPasi, CPcinasi, glicolisi, produzione di acido lattico);
- motivazione dell'atleta;
- qualità muscolare (flessibilità, squilibrio muscolare, tonicità);

- stato di salute muscolare, tendineo e legamentare.

Picco di forza espresso in Newton ottenuto durante l'esecuzione del salto. (Indice di forza massima isometrica)

Velocità dell'atleta durante l'esecuzione del salto. La velocità al momento dello stacco determina l'altezza del salto.

Spostamento del centro di gravità durante il volo.

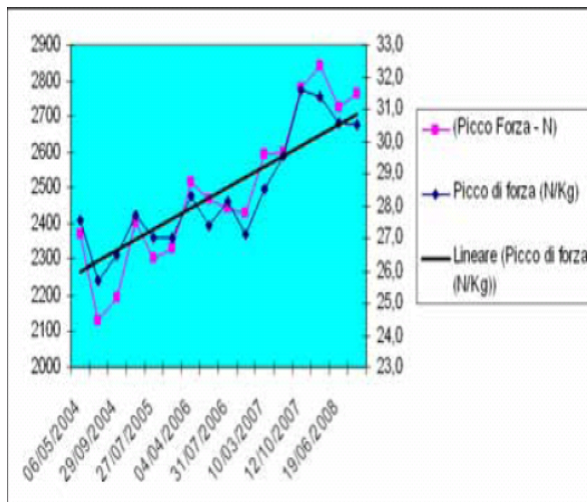
Picco di potenza espressa in Watt ottenuta durante l'esecuzione del salto. (Indice di F D M)

Tramite questo test con CMJ i risultati identificabili sono particolari perché oltre ad altezza, forza, velocità e potenza espressa è possibile definire il deficit bilaterale in percentuale ($P \text{ CMJ} / (P \text{ CMJ SX} + P \text{ CMJ DX})$) di ciascun atleta.

	Media DX	Media SX	Deficit	Significatività
set-03	1222	943	30	
06/05/2004	1320	994	33	*
21/06/2004	1204	975	24	*
29/09/2004	1251	1046	20	*
02/05/2005	1326	1034	28	*
27/07/2005	1238	1065	16	*
03/10/2005	1312	1048	25	
03/04/2006	1411	1150	23	
29/05/2006	1407	1127	25	*
31/07/2006	1293	1080	20	*
02/10/2006	1460	1211	21	
10/04/2007	1458	1175	24	*
25/06/2007	1425	1143	25	*
12/10/2007	1523	1258	21	*
04/02/2008	1529	1348	13	
19/06/2008	1489	1291	15	*
30/09/2008	1506	1366	10	

Figura 9. Tabella pedana KIstler indicante deficit di potenza arti inferiori.

I dati che compaiono nella tabella stabiliscono le differenze di espressione di potenza (Watt) tra arto destro e arto sinistro di un atleta della Nazionale



Italiana facente parte del gruppo di Coppa del Mondo con le relative variazioni registrate nelle successive esecuzioni del test. Le marcature con asterisco a lato della tabella stanno ad indicare dove il deficit è più elevato.

Per quanto riguarda la forza muscolare espressa durante il test di salto verticale alcuni studi effettuati

negli anni hanno attestato delle particolari correlazioni. Ad esempio tra i punti FIS GS e il salto verticale ($r=0,64$. Haymes and Dickinson, 1980) studiando 12 atleti del US team. Oppure correlando il tempo in GS con il salto in verticale ($r=-0,57$. Andersen et al., 1990) con atleti canadesi. Mentre sembra esserci una correlazione tra punteggio e salto, questo non appare negli studi condotti correlando il tempo, come si vedrà anche in seguito.

Il grafico a fianco illustra la forza registrata annualmente nei test e dà il senso di come sia cresciuta. Come si può notare il picco di forza (N/Kg) si è variabilmente alzato con il tempo, segno dell'evoluzione fisica e atletica dell'individuo, costantemente ai vertici delle liste mondiali della FIS World Cup. Lo stesso risultato si può notare per la potenza (fig.11). Interessante segnalare

Figura 10. Grafico Forza pedana Kistler.

l'andamento del grafico e in particolare i cali che si sono registrati

nel 2004 e nel 2007, anni in cui l'atleta ha effettuato i test al rientro da infortuni, ma che con l'intensità e la continuità di lavoro ha saputo recuperare pienamente raggiungendo una potenza di quasi 57 Watt/kg e un picco di potenza di 5000 Watt.

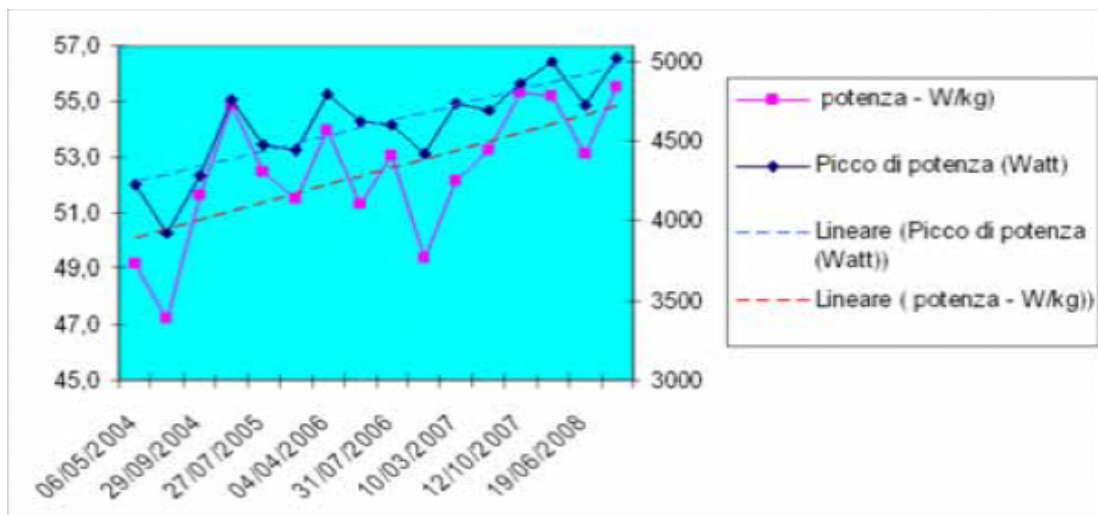


Figura 11. Grafico Potenza pedana Kistler.

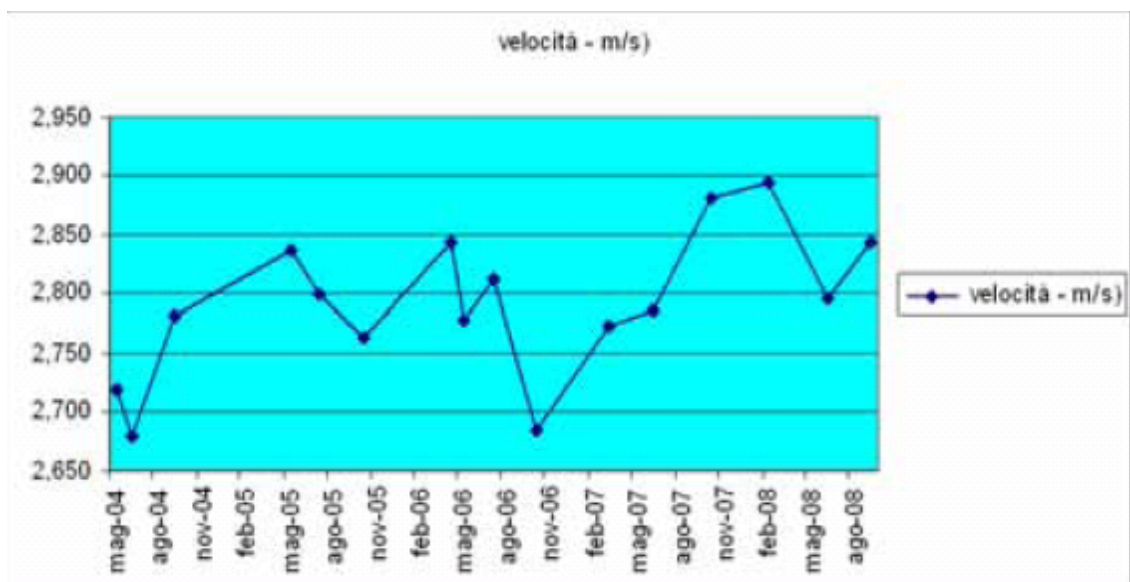


Figura 12. Grafico Velocità pedana Kistler.

Nella figura n°12 è invece disposto il grafico illustrante la velocità espressa in m/s. I punti indicati si riferiscono ai dati annuali indicanti la velocità massima del centro di gravità al momento dello stacco. Il picco massimo a Febbraio 2008 è di 2.900 m/s (10.44 Km/h).

7.1.2. Test al cicloergometro.

- La potenza aerobica.

Viene in genere espressa come il massimo volume di ossigeno consumato per minuto. Il massimo consumo di ossigeno è una misura globale ed integrata della massima intensità di esercizio che un soggetto può tollerare per periodi di tempo abbastanza lunghi.

In senso stretto il VO_2max può essere sostenuto al massimo per una decina di minuti. Tuttavia, poiché il tempo di esaurimento è funzione della frazione di VO_2max effettivamente utilizzata, soggetti dotati di un alto valore di VO_2max sono in grado di sostenere, a parità di tempo, esercizi di intensità più elevata, o, a pari intensità, esercizi di più lunga durata rispetto a soggetti caratterizzati da VO_2max inferiori (Prampetro). Dal punto di vista analitico il massimo consumo di ossigeno è espresso dalla seguente formula:

Massimo consumo di ossigeno = Frequenza cardiaca x Gittata sistolica x differenza artero-venosa di ossigeno: $\text{VO}_2 \text{ max} = \text{FC} \times \text{Gs} \times (\Delta a-v)$.

Nell'analisi il VO_2max è un flusso esprimibile in litri O_2/min (influenzato dal peso e dalla taglia corporea) e $\text{mlO}_2/\text{Kg}/\text{min}$ (influenzato dal peso corporeo).

Solitamente nelle femmine è inferiore rispetto ai maschi.

- La soglia anaerobica.

La soglia anaerobica rappresenta la capacità di sostenere un esercizio prolungato. Il suo valore indica la massima intensità di esercizio corrispondente ad un livello costante nella concentrazione ematica di lattato (circa 4mmol/l).

La soglia anaerobica indica il punto di attivazione massiccia del meccanismo anaerobico, cioè il punto di delimitazione tra esercizio moderato ed intenso.

Oltre questo punto la produzione di anidride carbonica (CO_2), la ventilazione (atti respiratori al minuto), ed il livello di acido lattico prodotto crescono rapidamente. In molti casi è preferibile misurare la soglia anaerobica rispetto al VO_2max . Infatti negli atleti il massimo consumo di ossigeno sale all'inizio degli allenamenti poi non aumenta più. Quello che si modifica è la percentuale di VO_2max che può essere sostenuto a lungo.

Esistono vari metodi per misurare la soglia anaerobica di un atleta e in particolare tramite:

- la concentrazione del lattato ematico;
- la misurazione dei parametri ventilatori;

- la deflessione della curva frequenza cardiaca/intensità di esercizio (Test Conconi).

Il primo metodo non garantisce una precisione del tutto ottimale. E' stato infatti dimostrato che le concentrazioni di lattato allo stato stazionario variano notevolmente per ciascun individuo anche se questo problema è stato in parte risolto da un metodo abbastanza complesso in grado di definire la soglia anaerobica individuale. Tuttavia il lattato in circolo è sempre e comunque un'ombra di quello muscolare e questo riduce la precisione dei test che lo utilizzano come parametro per valutare la soglia anaerobica.

La misurazione dei parametri ventilatori fornisce invece risultati estremamente precisi. Tale metodica è quella utilizzata dal Centro Mapei nello svolgimento dei test sugli atleti azzurri. Il test prevede l'utilizzo di una strumentazione complessa (anche costosa) cioè analizzatori di gas respiratori.

Il terzo metodo, il test Conconi, è il modo più semplice ed utilizzato per determinare la soglia anaerobica di un atleta.

7.1.2.1. Test incrementale massimale con misura del VO_2max .

Nell'ambito dei test sugli atleti sciatori al cicloergometro, i parametri che vengono studiati sono: massimali e della soglia anaerobica ventilatoria.

In particolare i parametri evidenziano la capacità aerobica e soglia anaerobica ventilatoria, la potenza e il picco di potenza massima registrati dall'attrezzatura.

La misurazione dei parametri ventilatori viene fatta in ml/kg/min che fornisce un'indicazione specifica e soggettiva dell'efficienza cardio-respiratoria dell'atleta. Il metabolimetro è lo strumento per la misurazione dei gas respiratori e indirettamente del metabolismo corporeo e permette di valutare gli atleti tramite un collegamento a circuito aperto: l'ossigeno per l'esercizio fisico è inspirato dall'ambiente e l'anidride carbonica prodotta è immessa in un apposito analizzatore di gas tramite una mascherina posizionata sul viso del soggetto, mantenuta stabile da un'apposita cuffia elastica. Dall'analisi dei gas è possibile individuare il punto di innesco dei metabolismi anaerobici (soglia anaerobica) e la frequenza cardiaca massima e ciò permette all'allenatore di progettare in modo quantitativo un allenamento ottimale e verificabile nel

tempo. L'atleta sale sul cicloergometro (SRM science®) che viene regolato in base alle caratteristiche antropometriche dello stesso. Indossa il metabolimetro (Sensor Medics Vmax 29®) che intanto misura la respirazione basale del soggetto, il quale comincia a pedalare per riscaldarsi per circa 10 minuti. Dopo essersi riscaldato comincia il test iniziando a pedalare per 3 minuti a 100 Watt e poi per 3 minuti a 75 Watt. Passati questi tre minuti si aumenta di 25 Watt per ogni minuto a seconda della potenza massima dell'atleta. Oltre al massimo consumo d'ossigeno, con questo test è possibile individuare la soglia anaerobica ventilatoria: una metodica proposta da Wasserman che mette in relazione l'andamento della ventilazione, cioè il volume d'aria inspirata ed espirata dai polmoni in un minuto e il consumo d'ossigeno; a intensità superiori alla soglia anaerobica, la ventilazione subisce un brusco incremento mentre il consumo d'ossigeno rimane lineare.

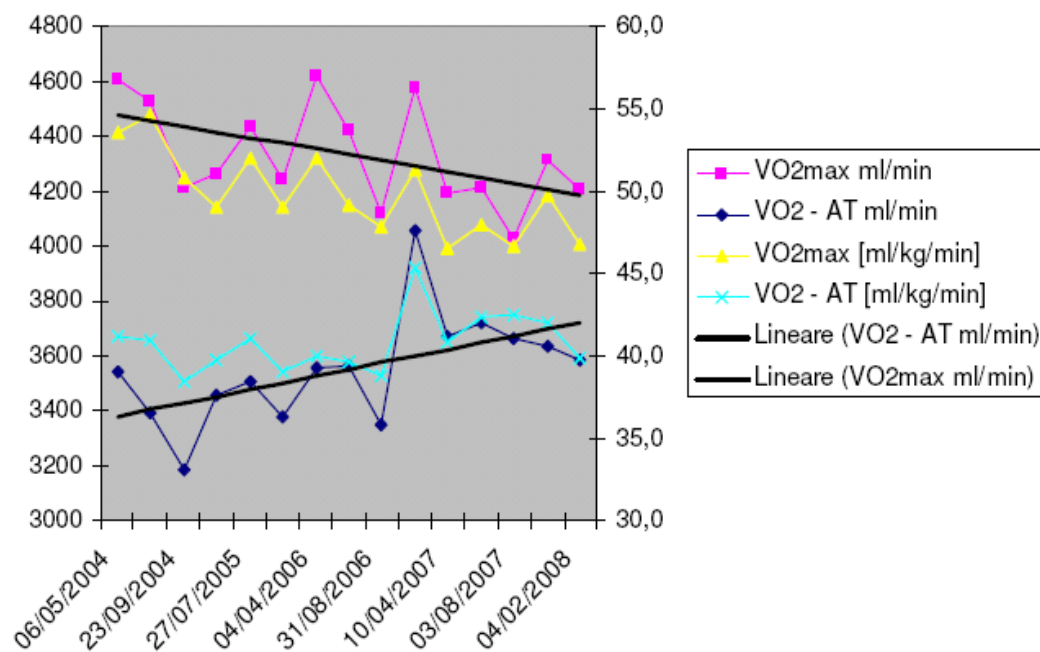


Figura 13. Grafico test incrementale VO2 max – VO2 AT.

Dall'andamento del grafico si può notare come i livelli di massimo consumo di ossigeno attestati tra i 55-50 ml/kg/min (tenendo conto della media negli anni) siano relativamente bassi. Basti pensare che un calciatore professionista ha come valore circa 60 ml/kg/min e un ciclista professionista circa 75-80 ml/kg/min. Ma il valore riscontrato va confrontato con un altro parametro indicativo

della tipologia di atleta quale è lo sciatore professionista, ossia il peso. L'atleta sciatore pesa circa 85-90 Kg e ha un indice di massa corporea elevato e questo influenza i parametri ventilatori. Questo perchè allo sciatore è richiesta una prestazione non di salita, in cui è importante il rapporto massa-potenza, ma di discesa in cui è importante il saper resistere e vincere fisicamente le forze in atto, aggiungendo poi le tante variabili già accennate. La soglia anaerobica ventilatoria si attesta verso i 40 ml/kg/min.

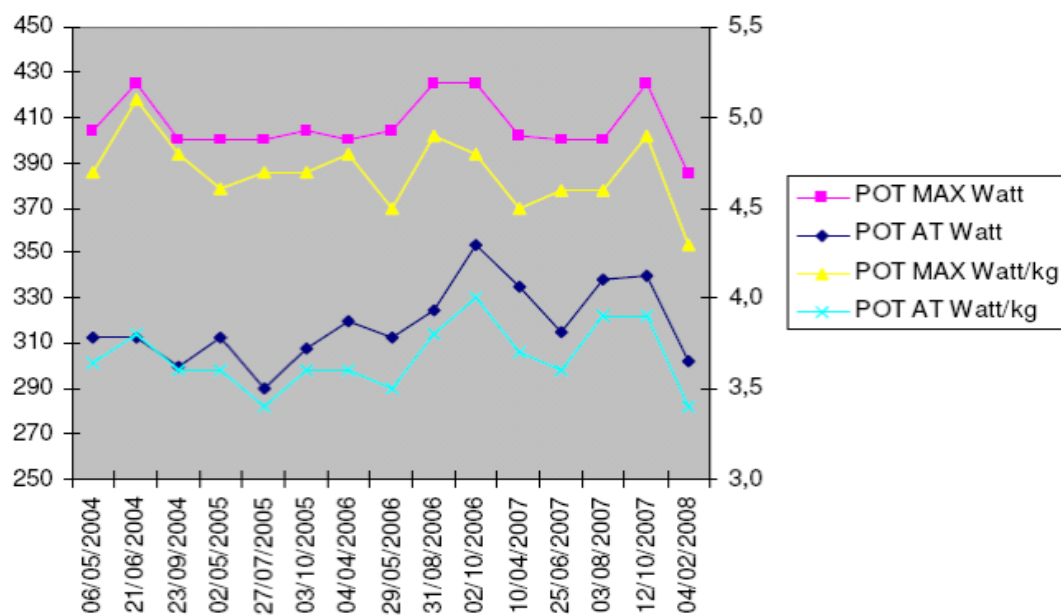


Figura 14. Grafico test incrementale potenza.

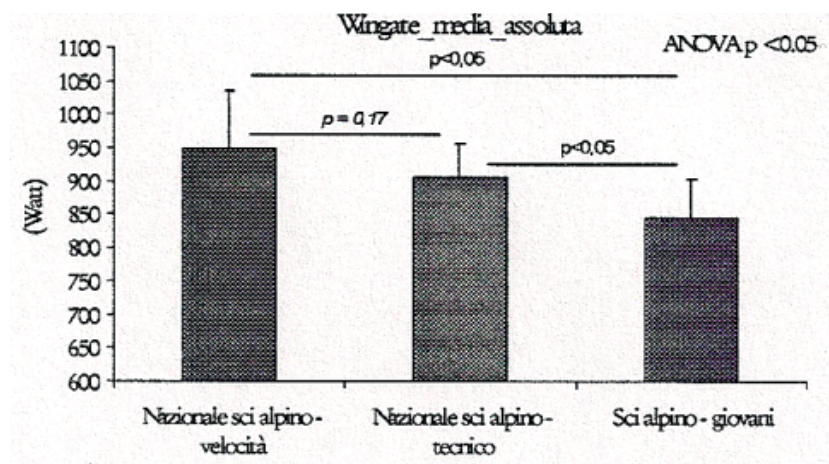
La potenza attestata è sicuramente un indice di valore elevato delle caratteristiche di espressione muscolari e i valori corrispondono a circa 400 Watt. L'atleta in questione ha avuto delle variazioni annuali (visibili anche nel grafico precedente) che evidenziano le variazioni dello stato di forma, dovuti a molteplici fattori condizionali.

7.1.2.2. Test Wingate.

Un test molto popolare proposto nel 1974 da Ayalon che ha ripreso e modificato il lavoro originale di Cumming del 1973 e usato per la determinazione della massima potenza anaerobica. Il test consiste nell'effettuare una prova ad un cicloergometro ad attrito frizionale della durata

di 30 secondi; l'atleta è invitato a pedalare alla massima velocità possibile contro una resistenza fissa (Resistenza Costante) che di norma è relativa al peso corporeo. Il soggetto posizionatosi sulla macchina (SRM science®) indossa il metabolometro (Sensor Medics Vmax 29®) si riscalda per 10 minuti e alla partenza del test si trova seduto e mantiene tale posizione per l'intera durata della prova. Nei primi 3-4 secondi egli deve solo accelerare la massa inerziale del volano raggiungendo la frequenza di pedalata massima; dopo tale tempo si applica il carico prescelto. Nello stesso istante in cui si applica la resistenza viene attivato il cronometro e si comincia a registrare ogni 5 s la frequenza di pedalate. Il test misura i parametri di picco di potenza, potenza media e cadenza di pedalata. Questo test a livello di Nazionale di Sci Alpino è stato effettuato fino al 2006 e poi sostituito da un altro test più specifico. Importanti però sono gli indici di potenza aerobica e anaerobica. Lo studio effettuato da Song TMK (1982) non ha evidenziato nessuna correlazione tra potenza anaerobica media e tempo in DH ($r=-0,63$) e Andersen et al. (1990), non hanno riscontrato correlazione tra potenza anaerobica media e tempo in GS studiando atleti canadesi ($r=-0,73$).

Figura 15 Grafico potenza espressa tramite Wingate.



ANOVA: è una procedura che permette il confronto tra le medie di più gruppi, determinati sulla base di variabili indipendenti chiamate fattori

Il grafico mostra i livelli di potenza anaerobica ricavati dai test su atleti di tre gruppi della Nazionale di sci alpino. I livelli più alti attestati a 950 W si riferiscono agli atleti del gruppo velocità. Mentre il gruppo tecnico e giovani

registrano valori rispettivamente di 900 W e 850 W. Questo perché i discesisti sono abituati a sostenere sforzi a una elevata velocità di percorrenza e a contrastare forze elevate per una durata di circa 2 min. affrontando dislivelli importanti data la lunghezza delle gare di DH e SG.

7.1.2.3. High Intensity Test.

In questo test rispetto al Wingate viene riprodotta l'intensità metabolica prodotta durante la prova. Questo test ,effettuato dal 2007, prevede l'impostazione del carico corrispondente al 120% del VO_2max (intensità metabolica rispetto all'attività specifica). Il test si svolge sempre su cicloergometro con le modalità già descritte circa l'impostazione rispetto alle caratteristiche del soggetto e per il metabolometro. L'atleta pedala per 60 secondi e durante la prova vengono appresi dati relativi al consumo di O_2 , produzione di CO_2 , ventilazione VE e frequenza cardiaca FC. Al termine della prova vengono valutati i parametri circa l'accumulo di acido lattico (La^-), idrogenioni (H^+) e bicarbonati (HCO_3^-).

L'acido lattico è un sottoprodotto del metabolismo anaerobico che non serve ai muscoli che si stanno esercitando. Al contrario, l'acido lattico si diffonde nel flusso sanguigno che lo trasporta al cuore, al fegato e ai muscoli inattivi, dove viene riconvertito in glucosio. Ma quando l'intensità dell'esercizio aumenta, nei muscoli si accumula sempre di più acido lattico, che il sangue deve riuscire ad eliminare. Il livello di acido lattico nel sangue, quindi, aumenta con l'aumentare dell'intensità dell'esercizio.

Se si mantiene alto questo livello di intensità si raggiunge la soglia del lattato, definito come il punto in cui il livello di acido lattico nel sangue è maggiore di quello che l'organismo è in grado di metabolizzare.

Il test prevede la misurazione di CO_2 , dunque la quantità totale di biossido di carbonio nel sangue che è quasi sempre nella forma di bicarbonato (HCO_3^-). Il bicarbonato è un elettrolita carico negativamente che è escreto e riassorbito dai reni. E' usato dal corpo per aiutare a mantenere l'equilibrio acido-base del

corpo (pH) e secondariamente per lavorare con il sodio, potassio, e cloro per mantenere la neutralità elettrica a livello cellulare e tramite il test viene data una stima grezza della concentrazione di bicarbonato.

Il parametro relativo agli idrogenioni si riferisce invece all'acidità del sangue. Nella pratica l'acidità è misurata dal pH, che è il co-logaritmo decimale della concentrazione idrogenionica. Il pH si mantiene nel sangue intorno a 7,35 - 7,45. Il mantenimento di un equilibrio acido - basico soddisfacente è affidato ai polmoni e ai reni. L'organismo produce quotidianamente una gran quantità di anidride carbonica, la quale può essere considerata come un "acido volatile" che viene eliminato dai polmoni. L'eliminazione dei radicali acidi fissi, non volatili, è invece affidata al rene che mette in opera tre meccanismi fondamentali per tamponare gli idrogenioni: il sistema dei fosfati (nel lume dei tubuli renali ogni fosfato cattura un idrogenione, trasformandosi da fosfato bibasico a monobasico), il sistema dei bicarbonati (nel lume tubulare gli idrogenioni vengono catturati dal bicarbonato che è poi trasformato in acqua e anidride carbonica, quest'ultima è ritrasformata in bicarbonato che viene riassorbito da tubuli; queste reazioni chimiche sono mediate da un enzima chiamato anidrasi carbonica) e l'escrezione di ammoniaca (le cellule tubulari producono ammoniaca che è liberamente diffusibile; ogni molecola di ammoniaca che passa nel lume tubulare si lega a un idrogenione trasformandosi in ione ammonio che viene eliminato con le urine). Questi sistemi tampone sono in grado di assicurare un pH stabile nel sangue sia attraverso l'eliminazione degli idrogenioni sia attraverso il recupero di basi (soprattutto bicarbonato di sodio).

Se con un'adeguata preparazione e con l'allenamento l'atleta riesce a migliorare la capacità di sostegno metabolico allora migliora anche i valori di lattato, acidità e sistema tampone.

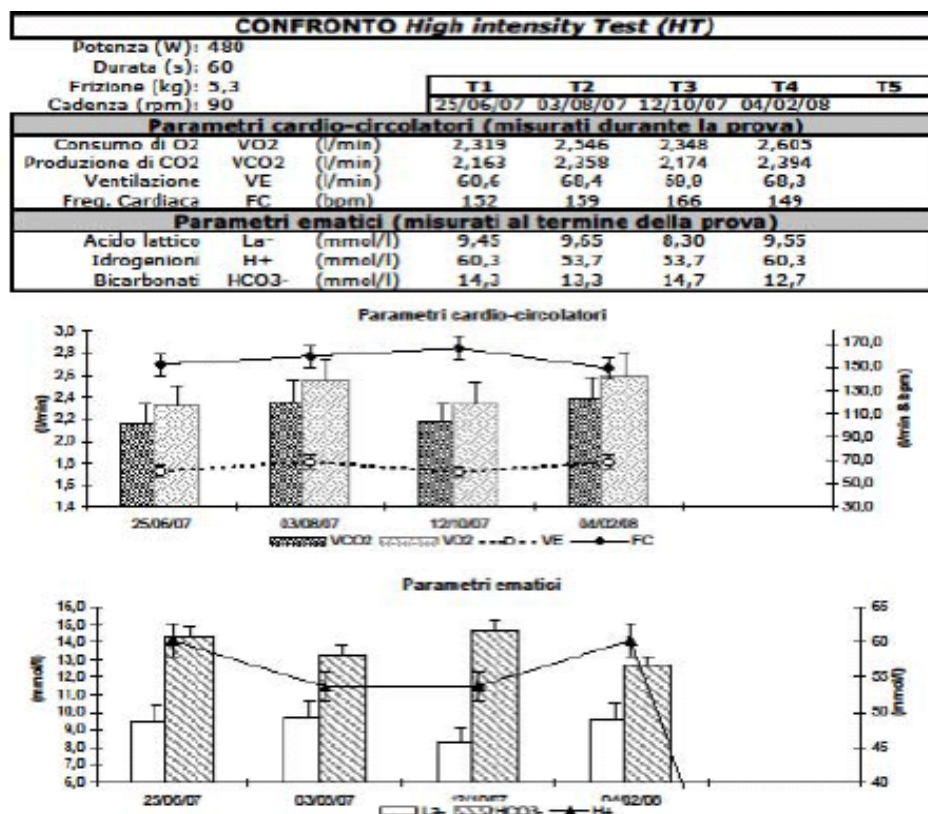


Figura 16. Scheda del test di un atleta della nazionale di sci alpino.

7.1.3. Test di forza massima eccentrica (ECC) alla pressa in catena cinetica chiusa.

Innanzitutto è importante sottolineare quali siano i vantaggi di un test effettuato in catena cinetica chiusa anziché aperta:

- riduzione delle forze di taglio trasversali;
- riduzione delle forze d'accelerazione;
- stimolazione dei propriocettori;
- contrazione contemporanea dei muscoli agonisti ed antagonisti;
- maggiore stabilità dinamica;

In secondo luogo va detto che il test effettuato sugli atleti è stato fatto tramite una nuova strumentazione sviluppata dal Prof. Mogroni, che ha una validità logica chiara in quanto si basa su qualità scientifiche della prestazione.

La pressa è motorizzata con possibilità di lavoro da 10 a 60 deg/sec e misura la forza eccentrica derivata dall'assorbimento del motore. La particolarità di questa pressa è che il carrello sul quale è appoggiato il sedile che scorre a velocità costante predeterminata tramite il computer. L'atleta seduto deve cercare di contrastare al massimo l'avvicinamento con la piastra, ossia deve cercare di resistere alla chiusura dell'angolo al ginocchio. Ciò facendo il valore di forza eccentrica viene memorizzato dal computer per ciascun spostamento per circa 1 minuto di lavoro. Il lavoro svolto viene effettuato prima con un arto e poi con l'altro, permettendo dunque di valutare le differenze di forza esistenti.

	Picco di forza valori medi (Kg)		
data	DX	SX	Diff (%)
21/07/2006	482	487	-1,0
03/10/2006	468	464	0,9
05/04/2007	497	468	6,2
14/06/2007	417	369	13,0
02/08/2007	426	401	6,2
10/10/2007	433	426	1,8

Figura 17. Valori di un atleta maschio della nazionale di sci alpino.

La pressa in questione si presenta come valido attrezzo poiché tende a riprodurre le condizioni di movimento e di tipologia di contrazione muscolare (ECC) a cui è sottoposto l'atleta durante la discesa in allenamento o in gara.

7.1.4. Test di valutazione corporea e posturale.

Nella valutazione del grado d'adattamento dei vari sottosistemi della postura ci si avvale di test clinici, di esami strumentali, nonché dell'anamnesi e dell'osservazione del soggetto. L'individuo verrà analizzato in posizione ortostatica (in piedi), nei tre piani dello spazio (frontale, sagittale e trasverso). Nella valutazione posturale saranno così identificate le reali condizioni di funzionalità posturale del corpo.



7.1.4.1. Plicometria.

L'utilizzo della misura delle pliche per determinare la % di grasso corporeo è una tecnica semplice, economica e che ben si presta per l'utilizzo sul campo in Medicina Sportiva. Tale metodica si basa sul presupposto (non sempre vero)



che lo spessore del tessuto adiposo sottocutaneo sia proporzionale al grasso corporeo totale e che le posizioni scelte siano rappresentative dello spessore medio del tessuto sottocutaneo. Altro dato fondamentale è che le equazioni predittive (quadratiche o logaritmiche) siano utilizzate sulle stesso tipo di soggetti (atleti di potenza o resistenza) da cui sono state ricavate.

7.1.4.2. Stabilometria.

Tra gli esami strumentali ed in particolare tra quelli funzionali che si possono utilizzare, un posto di primissimo piano spetta alla stabilometria statica, questa permette la valutazione delle risposte adattative del sistema tonico posturale (S.T.P.). L'ausilio della pedana stabilometrica è necessario per qualificare le oscillazioni posturali del soggetto in ortostasi mentre è fermo, ad occhi chiusi e aperti, ed analizzare le strategie utilizzate per mantenere tale posizione.

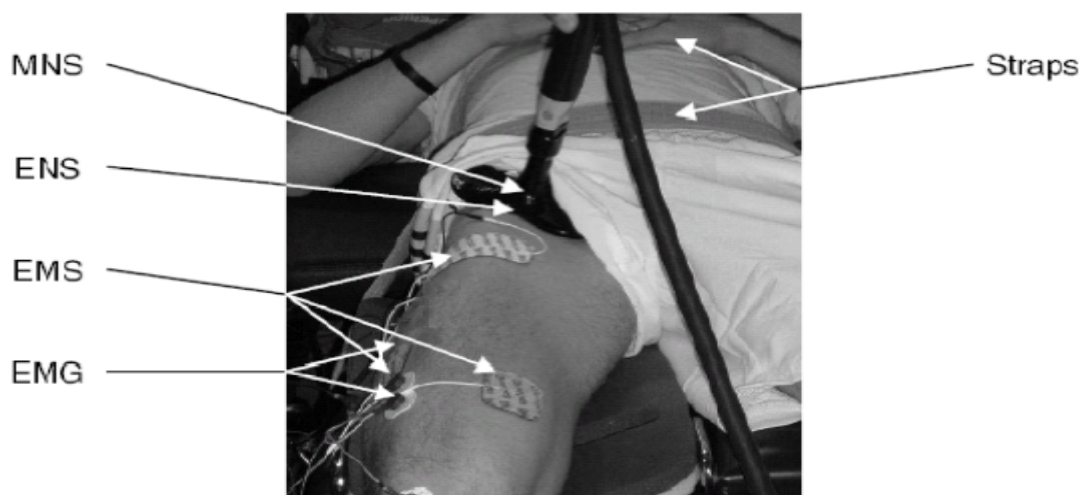
Lo strumento si compone di un piano liscio, duro, su cui il paziente si posiziona con i piedi disposti con un angolo di 30°. Il piano è collegato a tre sensori disposti a formare un triangolo equilatero che rilevano la posizione della proiezione al suolo del baricentro, inviando le informazioni ad un elaboratore che la rappresenta sul monitor, e la monitorizza nell'arco del tempo in cui viene condotto l'esame. La rappresentazione della variazione che subisce la posizione della proiezione al suolo del baricentro del corpo forma il cosiddetto "gomitolo posturale". Le caratteristiche del gomitolo sono la posizione ed in particolare il centro medio sia in senso antero-posteriore che latero-laterale, la superficie, la lunghezza, la frequenza d'oscillazione.

7.1.4.3. Impedenziometria.

Vantaggi della metodica impedenziometrica sono la portabilità delle attrezzature, la non invasività, la relativa facilità e rapidità dell'esame, i buoni livelli di accuratezza e riproducibilità. L' impedenziometria così può essere utilizzata per studi epidemiologici su vasti campioni di popolazione. Risulta meno affidabile in soggetti sottoposti a rapidi cambiamenti di peso, nonché in quelli che non presentano normalità di distribuzione dell'acqua e degli elettroliti: per questo negli atleti (che possono presentare facilmente situazioni di disidratazione post-esercizio) vanno rigorosamente seguite le norme di standardizzazione dell'esame.

Il test prevede l'applicazione di una corrente elettrica a bassa frequenza (generalmente tetrapolare mano-piede) che evidenzia due compartimenti a diverso comportamento bio-elettrico: i fluidi intra ed extra-cellulari simile ad un conduttore resistivo responsabile della conduzione elettrica, e le membrane cellulari che si comportano come un conduttore reattivo correlato alla capacità elettrica.

Poiché la massa magra contiene praticamente tutta l'acqua e gli elettroliti conduttori del corpo, la conduttività è molto più elevata nella massa magra rispetto a quella grassa. Così, grazie al passaggio di una corrente multi-frequenza, permette di predire con un elevato grado di precisione l'acqua totale, i fluidi intra-ed extra-cellulari, la massa magra e quindi quella grassa.



7.2. Nuove attrezzature per la valutazione e la preparazione.

Il futuro circa le metodiche di valutazione per gli atleti non è poi così lontano. La tecnologia fa passi da gigante e accelera i processi di conoscenza dell'uomo nei confronti del comportamento del corpo.

In campo scientifico esistono tanti mezzi e strumenti per indagare le qualità specifiche di un atleta, ma solamente con l'applicazione di metodiche efficaci si giunge alla reale valenza di un certo dato o parametro prestativo.

Nel campo sciistico professionistico Mapei ha testato sperimentalmente una nuova attrezzatura che permette di valutare il grado di affaticamento neuromuscolare dell'atleta. Le indicazioni estraibili dal test riguardano l'attività muscolare globale e in particolare il grado di attivazione del muscolo, studiato più specificatamente e in profondità rispetto a un esame EMG di superficie. E' stato eseguito un esperimento con un atleta della squadra italiana con tale strumentazione prima della prova e subito dopo la stessa. Essendo a tutt'oggi un esperimento non ci sono specifiche di riferimento, ma comunque tramite tale strumentazione si vuole scoprire come variano a livello neuro-muscolare i parametri tramite lo studio degli impulsi elettrici.

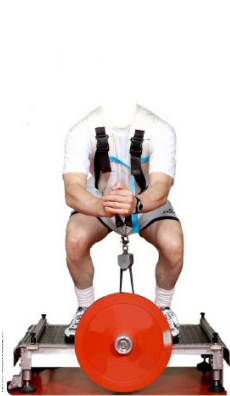
7.2.1. Skill 04.

Skill 04 di Skilmos® è una macchina studiata appositamente per allenarsi al lavoro muscolare eccentrico tipico dello sci alpino, ma risulta utile per tutti gli sport in cui la contrazione eccentrica riveste un ruolo determinante nel migliorare il controllo e la capacità di assorbire maggior potenza .

Questa macchina può essere utilizzata in diverse configurazioni a seconda dell'obiettivo che si vuole raggiungere rinforzando i muscoli degli arti inferiori. Utilizzandola nella configurazione base permette di eseguire contrazioni eccentriche e concentriche a diversa velocità angolare ma, ad esempio, si può utilizzare un'apposita barra per disporre di un maggior carico su di una gamba sola lavorando in sicurezza oppure per lavorare con entrambe le gambe su di un lato solo, mantenendo fissa l'escursione articolare, con angoli di partenza ed arrivo differenti. Senza l'uso della barra questa macchina contribuisce a migliorare il controllo del movimento e a sviluppare la stessa forza da entrambi

i lati pur lavorando a differenti lunghezze e velocità angolari.

La strumentazione delle pedane con celle di forza consente di monitorare la forza esercitata in fase eccentrica (ma anche concentrica). Anche senza celle di forza si avrebbe comunque un'idea (ma non quantitativa) della capacità di controllo del soggetto in quanto se le forze applicate sulle due pedane differiscono, il supporto delle stesse tende a ruotare. Nell'utilizzo più complesso, che richiede poche sedute di familiarizzazione con il movimento, si



può simulare il gesto dello sci alternando contrazioni eccentriche a contrazioni concentriche con la possibilità di variare la forza applicata ed altri parametri, consentendo un esercizio asimmetrico e non ciclico. La forza applicata alla pedana può essere regolata manualmente dall'utilizzatore, garantendone la massima sicurezza; l'analisi dei dati è accertata dal sistema interfacciato con il computer.

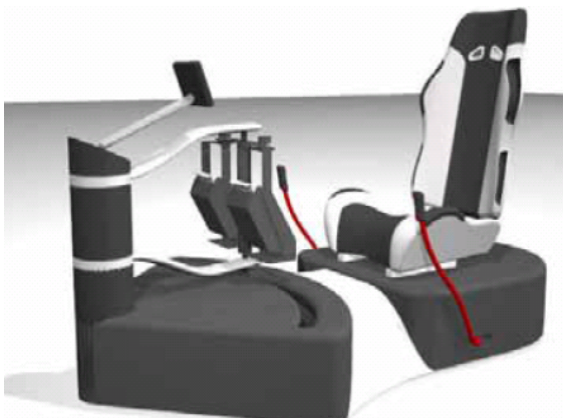
7.2.2. Yo-Yo Squat

La chiave per avere maggiori benefici all'interno degli esercizi di resistenza è l'enfaticizzazione dell'azione eccentrica. Allenandosi con YoYo si va ad utilizzare l'inerzia prodotta dalla rotazione di uno dei due volani, fornendo all'atleta un miglioramento della sua resistenza muscolare.

YoYo Squat è disegnato per atleti di alto livello e tiene conto del sovraccarico eccentrico, per cui è ideale nella preparazione degli atleti di sci alpino.

Figura 22. YoYo squat.

Caratteristiche:



- ottimizzazione dell' allenamento eccentrico;
- miglioramento della capacità di reazione;
- pensato per un lavoro completo in tutte le zone interessate;
- altissime percentuali di lavoro effettivo.

Un dispositivo Yo Yo è attualmente utilizzato a bordo della Stazione Spaziale Internazionale per allenare e prevenire l'atrofia dei muscoli posturali.

Figura 23. Astronauta svedese Christer Fuglesang, missione Shuttle STS-116.



Capitolo 8 - Commenti e Conclusioni.

Tramite la valutazione funzionale si stabiliscono fondamentali caratteristiche fisiche di un soggetto. In particolare le valutazioni eseguite sugli atleti sono valutazioni specifiche effettuate in base alle capacità che questo deve possedere per potersi esprimere al meglio durante la prestazione. Gli esami fisici sugli sciatori vengono condotti per studiare le qualità di forza, i valori di potenza aerobica e anaerobica, il tasso di lattato dopo un test di sforzo e i parametri posturali e danno riscontri positivi e validi sia per la preparazione iniziale sia per quella affrontata durante il corso di tutta la stagione agonistica. Molti studi hanno attestato quali siano i parametri fondamentali accertabili dalla prestazione sportiva, da test specifici o tramite ricerche fisiologiche, ma il grado di attestazione è quasi sempre caratterizzato nell'ordine della probabilità. Questo perché lo sci alpino è uno sport condizionato da maggiori variabili rispetto a sport quali ciclismo o la corsa di resistenza, certo senza queste variabili non sarebbe probabilmente bello quanto è, ma sicuramente è fondamentale che si arrivi quanto prima a determinare, tramite test e attestazioni scientifiche, il modello prestativo che funga da riferimento per evidenziare esattamente le qualità peculiari dello sciatore.



Con gli anni si è comunque arrivati a delineare quali siano più o meno le determinanti costanti che condizionano la performance. Tramite esperimenti comprovati scientificamente, riguardanti la biomeccanica degli sciatori, con gli studi di Berg ed Eiken, i vari studi fisiologici, la determinazione della tipologia di fibre muscolari, test specifici per la forza

eccentrica e isometrica, studi sul fattore dell'affaticamento, si sono stabilite delle linee guida che concretamente hanno dato poi sviluppi e miglioramenti per la costruzione fisica e prestazionale degli atleti stessi, cercando di ottimizzare la metodologia dell'allenamento. Osservando il punto di vista prettamente sciistico lo sviluppo tecnologico dei materiali a disposizione dell'atleta d'élite dà continuamente vantaggi sia a livello meramente tecnico, sia a livello di risparmio di energie e richiede maggior specializzazione a livello valutativo. Per questo si assiste a test che controllano sempre meglio la qualità delle capacità e delle proprietà di ciascun individuo. Sicuramente la ricerca del metodo migliore darà risultati più precisi e approfonditi. Probabilmente affrontando dei test più specifici per ciascuna disciplina s'inquadrano in toto le motivazioni fisiche e fisiologiche che contraddistinguono le diverse prestazioni confrontando i vari parametri. Già nella realtà sono state realizzate nuove attrezzature e strumentazioni in grado di riprodurre un gesto "a secco" simile al gesto compiuto dallo sciatore, inteso come professionista. Certo il valore dell'allenamento a secco è indiscutibile, ma non riproduce mai a tutti gli effetti quello che poi l'atleta è chiamato a fare quando affronta le piste.

Concludendo penso che al fine d'incrementare la performance dello sciatore, studi futuri dovranno essere condotti per capire quali siano le strategie di valutazione più idonee al fine d'indagare le qualità principali e poter programmare allenamenti mirati al miglioramento di tali capacità. In tal modo probabilmente l'atleta sarà in grado di sopportare meglio lo sforzo profuso nella discesa lungo il tracciato e ottenere risultati di livello sempre più elevato.

