

CONI – PROGETTO SPECIALE “TORINO 2006”

FISI – DA FONDO

**“ANALISI ENERGETICA DI UNA SIMULAZIONE DI GARA DI SCI DI FONDO:
CONFRONTO TRA TECNICA CLASSICA E PATTINAGGIO”**

RELAZIONE FINALE

Marcello Faina & Marco De Angelis, - Istituto di Scienza dello Sport, CONI.

Vincenzo Trozzi, Roberto Campaci, Carlo Petrini - Direzione Agonistica Sci Fondo - FISI

Federico Schena & Filippo Balestreri,- CeBiSM, Rovereto, Commissione medica FISI

Questa relazione presenta i risultati di una serie di rilevazioni di parametri sperimentali condotte per fornire elementi di studio e di approfondimento ai tecnici su aspetti specifici dello sci di fondo. A questo scopo metodologie e dati, presentati in modo rigoroso e dettagliato, non hanno la veste formale di una pubblicazione scientifica. Inoltre si è preferito adottare una terminologia di comune uso tecnico-sportivo, che in qualche caso potrebbe non essere del tutto corretta dal punto di vista scientifico, ma che certamente migliora la immediata leggibilità e fruibilità dello studio da parte degli addetti ai lavori..

Premessa e motivazione dello studio

Lo sci di fondo è uno sport in forte cambiamento, innovazioni tecniche e tecnologiche sul gesto sportivo, materiali e piste di gare associate ad una sostanziale rivisitazione delle scelte agonistiche da parte della Federazione internazionale hanno portato negli ultimi anni a modificazioni importanti che hanno riguardato in primo luogo le modalità di allenamento ed anche i presupposti fisiologici e metodologici che sono alla base della programmazione tecnica.

In occasione delle riunioni collegiali della Direzione Agonistica Sci di Fondo della FISI è stata più volte posta l'attenzione sulla mancanza di adeguate conoscenze sull'impegno fisiologico richiesto nella gara di breve durata (5 e 10 km). In particolare è stata sottolineata l'importanza di acquisire dati sulle differenze tra donne e uomini, e, anche sulla base dell'evidenza di peggiore prestazione agonistica della squadra italiana nella tecnica classica, si è ritenuto necessario lo studio comparato delle due tecniche negli stessi soggetti.

La DA ha quindi ritenuto di affidare all'Istituto di Scienza dello Sport del CONI, l'incarico di approfondire l'argomento individuando, in stretta collaborazione con il responsabile della

valutazione ed il responsabile medico e con l'attiva partecipazione degli allenatori delle squadre Torino 2006, un protocollo di studio che permettesse di ottenere i parametri necessari per individuare la risposta fisiologica durante una simulazione di gara.

Le prove sperimentali sono state eseguite nel mese di marzo 2003 presso la pista agonistica del Centro fondo di Campolongo di Roana nell'altopiano di Asiago e sono consistite in una serie di misurazioni metaboliche e cardio-respiratorie adeguate per la definizione di un modello funzionale delle prove brevi nelle due tecniche e nei due sessi.

Protocollo

Otto atleti (4 uomini e 4 donne) facenti parte delle selezioni nazionali italiane "Torino 2006", le cui caratteristiche antropometriche medie sono riportate in tab.1, si sono sottoposti ad una serie di

Tab.1 Valori medi delle caratteristiche antropometriche degli atleti che hanno preso parte alle valutazioni.

MEDIE (Dev. St.)	Età	Statura	Peso	%grasso	V'O ₂ max *
UOMINI	22.3 (1.7)	178.3 (6.1)	72.3 (4.1)	7.9 (0.7)	65.5 (2.8)
DONNE	23.5 (4.1)	167.8 (7.6)	59.3 (4.5)	15.8 (2.6)	56.0 (3.1)

*: valore misurato su test di cammino in salita su treadmill presso il Centro di Medicina dello sport di Sondalo nel corso dell'estate 2002.

Tab.1

prove in sequenza incrociata nel corso di 2 giorni successivi. Le prove, svolte ad intensità di gara, consistevano in due frazioni in tecnica di Pattinaggio e due in tecnica Classica effettuate su un tracciato di 3000m (fig.1), con un dislivello totale delle salite di 100m circa (con punte massime di dislivello del 25% su 15m), situato nel centro fondo di Campolongo di Roana nell'altopiano di Asiago a quota intorno ai 1550 m.

La rilevazione è stata eseguita dai due staff tecnico-scientifici dell'Istituto di Scienza dello Sport del CONI e del Centro di Bioingegneria e Scienze Motorie (CeBiSM). Durante tutte le fasi delle rilevazioni sono stati inoltre presenti il responsabile della valutazione funzionale Vincenzo Trozzi della DA sci di fondo, Roberto Campaci e Carlo Petrini allenatori delle squadre "Torino 2006".

Con ciascuna tecnica i soggetti hanno effettuato:

- 1- una **prova completa** di simulazione gara (tre giri per gli uomini e due per le donne)
- 2- una **prova parziale**, parziale nel primo giro dopo la salita principale, situata a circa due terzi del percorso.

La prova parziale è stata introdotta per determinare l'entità reale dell'accumulo immediato di lattato misurato in serie dopo lo stop il cui valore di picco è indicativo della vera produzione nelle prime fasi di gara.

Agli atleti è stato esplicitamente richiesto di eseguire entrambe le prove con il medesimo ritmo che doveva coincidere con quello che avrebbero tenuto in una competizione sulla distanza di 5 km per le donne e 10km per gli uomini.

Durante le prove i soggetti indossavano un metabolimetro portatile (K4b²) per la raccolta di dati di: Frequenza Cardiaca (FC), Consumo di Ossigeno (V'O₂), Ventilazione (VE) e parametri derivati. Inoltre, al termine della salita principale (che corrispondeva anche al termine della prova parziale) ed al termine del giro di pista sono stati eseguiti prelievi di sangue dal lobo dell'orecchio per la misurazione del **Lattato ematico** (di seguito sempre espresso come valore **netto (LAnet)** = Valore attuale - Valore basale ad inizio test). I prelievi eseguiti durante le prove sono stati effettuati in circa 15-20" dal momento dello stop dell'atleta che veniva in ogni caso tenuto fermo per un tempo fissato di 30" e poi ripartiva al ritmo stabilito. I prelievi eseguiti al termine della prova, sia completa che parziale, proseguivano ad intervalli di 3' fino al 12' minuto di recupero dopo lo stop.

L'intero percorso (di seguito denominato **G**) è stato pertanto suddiviso in **due tratti**:

- il **primo** (di seguito denominato **S**), coincidente con la **prova parziale**, comprendeva il tratto di pista dall'avvio **fino al termine della Salita principale**,
- il **secondo, finale**, (di seguito denominato **F**) andava dal culmine della salita **fino all'arrivo**, concludendo il giro che da qui riprendeva per i giri successivi.

Una descrizione delle distanze delle altimetrie del percorso e dei singoli tratti è riportata nella figura 1.

Risultati e Commenti

TEMPI

1. *Tempi.*

Come previsto, i **tempi di percorrenza** (fig. 2, 3, 4) **nella tecnica di Pattinaggio sono stati inferiori** rispetto a quella in **tecnica Classica** in tutto il percorso, sia **negli uomini che nelle donne** (tab.2)

UOMINI	S1	F1	G1	S2	F2	G2	S3	F3	G3	Tot
PATTINAGGIO	4'56"	2'24"	7'20"	5'00"	2'21"	7'21"	4'58"	2'16"	7'14"	21'55"
CLASSICA	5'06"	2'45"	7'51"	5'24"	2'42"	8'06"	5'32"	2'35"	8'07"	24'04"
DIFF. PATT. – CLAS. (t)	-10"	-21"	-31"	-24"	-21"	-45"	-34"	-19"	-53"	-2'09"
DIFF. PATT. – CLAS. (%)	-3	-15	-7	-8	-15	-10	-11	-14	-12	-10
DONNE	S1	F1	G1	S2	F2	G2				Tot
PATTINAGGIO	5'42"	2'39"	8'21"	5'52"	2'39"	8'31"				16'52"
CLASSICA	6'38"	2'46"	9'24"	6'37"	2'56"	9'33"				18'58"
DIFF. PATT. – CLAS. (t)	-56"	-7"	-1'03"	-45"	-17"	-1'02"				-2'06"
DIFF. PATT. – CLAS. (%)	-16	-4	-13	-13	-11	-12				-12

Tab.2

Legenda: S1, S2, S3 = primo tratto del primo, secondo, terzo giro; F1, F2, F3 = secondo tratto del primo, secondo, terzo giro; G1, G2, G3 = primo, secondo, terzo giro.

A causa della differente lunghezza del percorso **nei due sessi** si può supporre una **probabile differente gestione** dell'intera prova.

La differenza tra i tempi impiegati **nei giri successivi** ha dato le seguenti indicazioni:

Negli uomini si è verificato un **rallentamento nella t. Classica** tra il 1° ed il 2° giro (+15") conservato tra il 2° ed il 3° (+1") (fig.5). Tale ritardo sarebbe tutto **dovuto al** progressivo **rallentamento fatto registrare nel tratto S (con la salita più impegnativa) nel 2° e 3° giro** (fig.6), **nonostante** la lieve e progressiva **accelerazione nel tratto F (finale) nel 2° e 3° giro** (fig.7).

Nella t. Pattinaggio c'è stata invece una sostanziale **stabilizzazione della velocità** (fig.5,6,7) con una lievissima accelerazione finale (-6").

Nelle donne il **rallentamento** osservato è stato **simile nelle due tecniche** (fig.5) (+9" nella t. Classica e +11" nella t. Pattinaggio) ma **dovuto nella t. Classica al tratto F** (fig.7) e **nella t. di Pattinaggio a quello S** (fig.6).

Il progressivo rallentamento che si è verificato **nei tratti con la maggiore salita (S) in t. Classica per gli uomini e in t. di Pattinaggio per le donne, e nei tratti meno ripidi (F) in t.**

Classica per le donne, farebbe pensare al subentrare della **fatica** in queste diverse condizioni e tecniche per i due sessi e che probabilmente (considerato il disegno sperimentale con la sequenza invertita nei due gruppi) prescinde dal tipo di strategia applicata.

2. *Confronto uomini-donne per i tempi medi.*

Confrontando i tempi di ogni tecnica nei due sessi (cioè t. Classica degli uomini vs t. Classica delle donne e t. di Pattinaggio degli uomini vs t. di Pattinaggio delle donne - *relativamente alle medie dei primi due giri compiuti da entrambi i gruppi*), si è visto che la **differenza donne-uomini tra i tempi in t. Classica** è stata **superiore a quella in t. di Pattinaggio** (fig.8,9).

Infatti, rispetto agli uomini **le donne hanno perso** mediamente in due giri **in t. Classica il 40% in più (25"') di quanto perdono in t. di Pattinaggio** (fig.10,11).

Le **donne** sono state infatti **più lente degli uomini**, mediamente in due giri, **del 19% (1'30"') in t. Classica e del 15% (1'06"') in t. di Pattinaggio** (fig.8,9).

Questa **maggiore differenza tra i due sessi nella t. Classica** è tutta **dovuta ai tratti più ripidi S** (fig.8,9,10,11) (+70%, 34"', della differenza che c'è tra i due sessi nella t. di Pattinaggio). **In questi tratti più ripidi è stata comunque discreta anche la differenza tra i due sessi nella t. di Pattinaggio** (fig.8,9).

Al contrario, **nei tratti meno ripidi (F) la differenza donne-uomini si riduce notevolmente fino quasi ad annullarsi**, in particolar modo **nella t. Classica** (fig.8,9). Nel contempo quindi, in questi tratti **si inverte la relazione Classica-Pattinaggio con addirittura una maggiore differenza tra i due sessi nella t. di Pattinaggio** (fig.10,11).

La differenza tra donne e uomini è dunque stata mediamente maggiore in t. Classica che non in t. di Pattinaggio, ed indicherebbe quindi una **maggiore carenza complessiva delle donne in t. Classica**.

Poiché lo scarto tra i due sessi è stata maggiore **nei tratti in maggior pendenza**, è evidente una **maggiore carenza nelle donne delle componenti tecniche/fisiche, tra cui sicuramente la forza**, più importanti in questi tratti.

Non bisogna neanche dimenticare, a questo proposito, che il peso relativo della **massa grassa delle donne è molto superiore** (il doppio) a quella degli uomini (vedi tab.1) per cui **nei tratti in maggior pendenza il suo trasporto è sicuramente più penalizzante** per le donne.

Inoltre, essendo **in questi tratti** molto più marcato il ritardo delle **donne in t. Classica**, si può supporre una loro **maggiore carenza** in questa tecnica delle stesse componenti sopra

accennate.

Secondo studi precedenti eseguiti su tratti in forte pendenza (15%), il tempo di appoggio in t. Classica è minore rispetto di quello in t. di Pattinaggio (70%), per cui in t. Classica dovrebbe essere coinvolta una maggior percentuale di forza massima. Pertanto, alla luce dei risultati attuali, si potrebbe ritenere **la forza massima**, in particolare **degli arti inferiori**, un importante fattore **limitante la prestazione in t. Classica su tratti molto ripidi** ed ipotizzare che il maggiore ritardo delle donne in t. Classica su questi tratti, sia dovuto alla loro minore disponibilità di forza.

Poichè **nei tratti meno ripidi**, invece, **la differenza** donne-uomini è minore e tra le due tecniche è **maggiore in quella di Pattinaggio**, si può presumere che alcuni **aspetti tecnici** di questa tecnica vadano verificati nelle donne e che in questi tratti siano **gli uomini** ad essere **penalizzati da qualche limitazione**, probabilmente **tecnica** in misura maggiore.

3. *Confronto uomini-donne ai vari passaggi.*

Considerando **l'andamento dei tempi del 1° e 2° giro di ogni tecnica nei due sessi** (cioè la differenza Classica delle donne – Classica degli uomini al 1° e al 2° giro e la differenza Pattinaggio delle donne – Pattinaggio degli uomini al 1° e al 2° giro) si nota che la **differenza tra i due sessi in t. Classica si riduce leggermente** tra il 1° e il 2° giro (fig.12,15) (20%=1'33" al 1° e 18%=1'28" al 2° giro). Questo avviene, nonostante il rallentamento delle donne in t. Classica nei tratti F (fig.7,14,17), principalmente **per il rallentamento più marcato subito dagli uomini nella stessa t. Classica nei tratti S** (fig.6,13,16).

Al contrario, **la differenza tra i due sessi in t. di Pattinaggio aumenta leggermente** tra il 1° e il 2° giro (fig.12,15) (14%=1'01" al 1° e 16%=1'10" al 2° giro), **per il rallentamento delle donne in questa tecnica nei tratti S** (fig.6,13,16).

4. *Andamento del ritardo delle donne.*

Parallelamente al punto precedente, analizzando **nel 1° e 2° giro l'andamento del ritardo delle donne** rispetto agli uomini **nelle due tecniche** (cioè la differenza tra il ritardo delle donne in Classica – il ritardo delle donne in Pattinaggio), il **maggiore ritardo delle donne in t. Classica rispetto alla t. di Pattinaggio si riduce** quindi dal 54% (32") del 1° giro al 25% (18") del 2° giro (fig.18,21).

La riduzione, nel passaggio dal 1° al 2° giro, del ritardo delle donne in t. Classica rispetto alla t. di Pattinaggio è in sostanza **dovuta alla forte riduzione del ritardo nei tratti S**, dal

100% (46'') al 40% (21'') (fig.19,22), **non compensata dall'aumento del ritardo** registrato nei **tratti F**, dal -93% (-14'') al -22% (-4'') (fig.20,23).

5. *Confronto percentuale Classica - Pattinaggio nei due sessi.*

La **differenza nei tempi sui vari tratti tra le due tecniche**, espressa in percentuale, ha mostrato un particolare **andamento nettamente opposto nei due sessi** (fig.24). La differenza Classica - Pattinaggio **delle donne è stata maggiore nei tratti S e minore nei tratti F**, mentre negli uomini ha avuto un comportamento speculare.

La **differenza in percentuale dei tempi sul giro completo tra le due tecniche** è risultata generalmente **superiore nelle donne** con un maggior distacco rispetto agli uomini tra i tempi della t. Classica e quelli della t. di Pattinaggio (fig.25).

Tale superiorità della differenza nelle donne è praticamente tutta **dovuta alla grande differenza** tra le due tecniche nelle donne **nei tratti S** (fig.26) e non è compensata dal fatto che la **differenza** tra le due tecniche nelle donne **nei tratti F** (fig.27) sia **minore** di quella **dei maschi**.

6. *Confronto percentuale Classica-Pattinaggio nei due sessi ai vari passaggi.*

Dal punto di vista delle **variazioni nei successivi passaggi** di queste differenze percentuali tra le due tecniche e tra i due sessi, si ripropone sostanzialmente quanto già osservato precedentemente.

Nei tratti S (fig.26), **negli uomini** si è verificato un **progressivo aumento della differenza** tra le due tecniche, **dovuto al rallentamento in t. Classica** (fig.6), mentre **nelle donne** c'è stata una **riduzione** della differenza, **dovuta al rallentamento in t. di Pattinaggio** (fig.6).

Nei tratti F (fig.27), **negli uomini** la **differenza** tra le due tecniche è rimasta **costante**, mentre **nelle donne** c'è stato un **aumento** della differenza, **dovuto al rallentamento in t. Classica** (fig.7).

7. *Conclusioni sui tempi medi.*

Queste osservazioni dei tempi e delle loro differenze tra le tecniche condurrebbero quindi alla conclusione che **nelle donne** ci sia **una maggiore differenza**, rispetto agli uomini, **tra le due tecniche**.

Questa maggiore differenza tra i tempi delle due tecniche nelle donne è **tutta a carico dei tratti in maggior pendenza** ed è essenzialmente **dovuta alla cattiva prestazione in questi**

tratti in t. Classica.

Nei tratti meno impegnativi, al contrario, la differenza tra le due tecniche nelle donne sarebbe addirittura **minore di** quella che c'è negli **uomini**.

8. *Considerazioni conclusive sui tempi ai successivi passaggi.*

Nel corso dell'intera prova la differenza tra le due tecniche nelle donne resta praticamente **costante nonostante** una riduzione nei tratti **S**, per il **peggioramento in t. di Pattinaggio**, e un aumento nei tratti **F**, per il **peggioramento in t. Classica**.

Negli uomini, invece, la **minore differenza tra le due tecniche tende nel tempo ad aumentare**, essenzialmente per un **peggioramento in t. Classica nei tratti S**; questo progressivo peggioramento è probabilmente dovuto ad un fenomeno di **fatica** che sarebbe pertanto **più evidente nella t. Classica degli uomini**.

Nel complesso si è **quindi** registrato un progressivo e netto **affaticamento nella salita con t. Classica negli uomini e con t. di Pattinaggio nelle donne**, mentre nei tratti meno impegnativi le sole donne lo accuserebbero con **t. Classica**.

9. *Braccia in pianura in t. Classica.*

Nei tratti **F in t. Classica** si può anche supporre che i soggetti abbiano fatto maggiormente ricorso alle tecniche **“passo spinta” e “scivolata spinta” nelle quali l'impegno relativo delle braccia** diventa sicuramente **più importante** e nelle quali, quindi, un **maggior affaticamento** nel corso dell'intera prova, così come si è verificato nelle donne, potrebbe denotare una **minore** presenza della componente **forza negli arti superiori delle donne**.

10. Queste differenze di tempi tra le due tecniche e tra i due sessi concordano sostanzialmente con le osservazioni riportate dai tecnici. Questa similitudine permette quindi di considerare validi i **dati raccolti in questo studio** come **rappresentativi** del normale comportamento fisiologico in gare ufficiali.

LATTATO

11. *Affidabilità delle prove parziali.*

La similitudine dei valori di tempo impiegato, così come quelli di LAnet misurati allo stop e di $V'O_2$ registrati nel tratto iniziale delle prove parziali e di quelle complete testimonia

l'affidabilità delle misurazioni ottenute dalle prove parziali per l'interpretazione dei fenomeni relativi al tratto iniziale di un percorso di gara.

12. *Aumento del Lattato nel recupero successivo alle prove parziali.*

Le prove parziali al termine del tratto S (in cima alla salita principale) hanno consentito di proseguire nelle misurazioni del LAnet anche nei minuti successivi allo stop (fig.28). Si è potuto in tal modo constatare che, nonostante lo sforzo massimale proseguisse da diversi minuti (5-7), **il LAnet ha continuato ad aumentare nel recupero**, probabilmente anche a causa della notevole pendenza del tratto subito precedente lo stop, fino a raggiungere (mediamente nel 2° minuto del recupero) valori superiori a quello dello stop in media **di 1.2 (Classica) e 1.1 mM (Pattinaggio)** (fig.29).

Da notare, a questo proposito, che l'andamento dei valori di **LAnet nel recupero** ha avuto un comportamento leggermente **diversa nei due sessi per la t. Classica**. Nei **maschi**, il **valore massimo** medio è stato **superiore a** quello dello **stop di 1.7 mM** mentre nelle **femmine** lo è stato di **sole 0.7 mM**. Nella t. di Pattinaggio, invece, l'aumento del LAnet nel recupero è stato del tutto sovrapponibile nei due sessi (+ 1.1 mM sia per gli uomini che per le donne).

Queste osservazioni indicherebbero che **i valori di LAnet misurati "in corsa"** durante alcune sedute di allenamento, con caratteristiche di intensità e durata simili a quella in oggetto, **possono essere discretamente inferiori a quelli realmente corrispondenti** a quella intensità. **Questo** sembra essere ancora **più evidente nel caso della t. Classica degli uomini**.

Il **Lattato**, durante una prova massimale con queste caratteristiche, non sembrerebbe quindi aver ancora raggiunto nei tempi in oggetto il suo definitivo equilibrio nell'intero sistema corporeo e **continuerebbe a defluire ancora dai muscoli nel torrente ematico** aumentandone la sua concentrazione.

13. *Diminuzione del Lattato nel recupero successivo alle prove parziali.*

I valori di LAnet sono rimasti **notevolmente alti in tutto il recupero** (non attivo) successivo alla prova parziale (fig.30,31). **In particolare, nella t. Classica degli uomini** si è dovuto attendere almeno il 6° minuto per poter registrare diminuzioni intorno 0.5 mM e fino al 12° per vedere scendere il LAnet di circa 2 mM. La **diminuzione del LAnet** è stata percentualmente **inferiore nella t. Classica degli uomini e superiore nella t. di Pattinaggio degli uomini** (fig.32).

Il notevole perdurare del lattato ematico su valori alti testimonierebbe un **impegno quantitativamente**

importante del metabolismo lattacido.

La

relativamente più lenta discesa dei valori della **t. Classica degli uomini**, insieme ai maggiori valori raggiunti (rispetto alla **t. di Pattinaggio** degli uomini ma anche alla stessa **t. Classica** delle donne), potrebbe indicare una maggiore intensità del coinvolgimento della massa muscolare implicata e, cioè una **maggiore partecipazione della** componente **Forza nei tratti in salita** che determinerebbe quindi una maggiore produzione di lattato.

14. *Lattato massimo delle prove interrotte.*

I **valori massimi di LAnet raggiunti dagli uomini** in questo **primo tratto** sono stati **inferiori a** quelli raggiunti dalle **donne** (fig.30,31) (**7.8** con la **t. Classica** e **6.8** con la **t. di Pattinaggio** per gli uomini vs **8.1** e **8.3** per le donne, rispettivamente).

Anche dal punto di vista dei valori raggiunti, oltre che da quello degli andamenti (vedi punti precedenti), si può quindi osservare che **negli uomini la t. Classica** ha determinato, rispetto alla **t. di Pattinaggio**, una **maggior partecipazione del metabolismo lattacido** (fig.30).

I **valori massimi delle donne**, diversamente da quelli degli uomini, sono stati **simili nelle due tecniche** (fig.31). Questo testimonierebbe, nonostante la maggiore differenza nelle donne dei tempi ottenuti con le due tecniche, una **similitudine dell'impegno relativo e della distribuzione muscolare dello sforzo** nelle due tecniche nel sesso femminile.

I **maggiori valori di Lattato delle donne** si potrebbero ipoteticamente attribuire alle **minori possibilità del loro metabolismo aerobico** nel fornire tutta l'energia necessaria.

15. *Andamento del Lattato durante le prove complete.*

Durante le prove complete i valori di **LAnet** nelle due tecniche e nei due sessi sono risultati **in continuo aumento** nei successivi prelievi (5 per gli uomini e 3 per le donne) **fino all'ultimo prelievo effettuato all'arrivo** (fig.33).

Tale incremento, minore di quello relativo al primo tratto, è stato **più marcato nelle donne** (**+4mM** circa) che **negli uomini** (**+3mM** circa).

16. *Confronto Lattato uomini-donne.*

Parallelamente all'andamento dei tempi nei vari passaggi (fig.5), si può notare come l'andamento del **LAnet negli uomini differisca** notevolmente **tra le due tecniche** mentre **nelle donne** sia **molto simile** (fig.33).

Negli uomini, infatti, il **LAnet della t. Classica** ha fatto registrare durante la prova **valori**

sempre superiori (di quasi **2mM**) a quelli della **t. di Pattinaggio** e, dopo un maggiore incremento iniziale, tendenzialmente **più stabili**. **Nella t. di Pattinaggio** il LAnet ha invece mostrato un **progressivo aumento** che solo **all'arrivo** gli ha fatto raggiungere praticamente gli **stessi valori** della t. Classica.

Nelle donne, invece, pur nella similitudine dell'andamento e dei valori, i **valori maggiori**, seppur **di poco** (di circa 0.5mM), si sono registrati **nella t. di Pattinaggio**.

17. *Tempi e Lattati negli uomini.*

Considerando quindi insieme i dati dei tempi e del LAnet si potrebbe quindi supporre che gli **uomini** nella prova **in t. Classica** abbiano **forzato maggiormente nel primo giro** (fig.2), particolarmente nel primo tratto S (fig.3), riducendo così la differenza percentuale tra i tempi delle due tecniche (fig.25,26). **Successivamente**, avrebbero cercato di **mantenere** fino all'arrivo **l'intensità** para-massimale raggiunta, pagando però **l'iniziale eccessiva acidificazione** con un apprezzabile rallentamento nelle salite (fig.6) e con una sostanziale **stabilizzazione del LAnet**. Nella prova **in t. di Pattinaggio**, invece, gli uomini avrebbero raggiunto **l'intensità massima** più **progressivamente**, accelerando principalmente nei tratti meno impegnativi (fig.4,7), e solo al termine della prova, con un **parallelo aumento del LAnet** (fig.33).

In realtà, però, la differenza degli andamenti dei tempi non sembrerebbe poter giustificare da sola l'abbastanza ampia differenza di LAnet riscontrata tra le due tecniche degli uomini. Si potrebbe quindi di nuovo supporre che, rispetto alla t. di Pattinaggio, **nella t. Classica degli uomini, in particolare nelle salite**, ci sia un **maggior ricorso alla** componente **Forza**. Questo determinerebbe quindi una maggior produzione di lattato che potrebbe già localmente determinare condizioni chimico-fisiche tali da provocare anche un peggioramento della prestazione, evidenziato dal maggiore rallentamento dei tempi relativi nei tratti che maggiormente coinvolgono i gruppi muscolari interessati (nel caso specifico quelli in salita).

La **fatica**, che si è evidenziata maggiormente negli uomini nel percorrere questi tratti in t. Classica, sarebbe quindi probabilmente il **risultato di un intervento** sostanziale del metabolismo **lattacido** con tutto quello che questo comporta tra cui, in primo luogo, l'acidosi lattica, prima locale e poi sistemica. Il fatto che essa si sia presentata principalmente in alcuni tratti e in una certa tecnica deve far supporre, al di là di improbabili errori tattici, che l'esecuzione tecnica-biomeccanica relativa comporta un **“superlavoro” per i gruppi muscolari coinvolti** che coincide con l'intervento lattacido. Un *superlavoro* sarebbe tale o **in quanto la forza massima** dei gruppi muscolari coinvolti in quel tratto è **molto limitata** e quindi è necessaria

comunque una grande percentuale di essa anche per svolgere un compito apparentemente sottomassimale, **o in quanto la tecnica** di esecuzione **non è corretta** e quindi, in quanto poco efficiente, comporta una cattiva distribuzione dello sforzo tra i vari gruppi muscolari con un sovraccarico relativo per alcuni di essi. In base ai dati dei tempi e dei lattati raccolti le salite in t. Classica degli uomini potrebbero rientrare in questa definizione.

18. *Tempi e Lattati nelle donne.*

Per quanto riguarda le **donne**, invece, insieme al rallentamento (differentemente distribuito nelle due tecniche nei tratti di diverso impegno: fig.6,7) si è registrato un aumento progressivo del **LAnet simile nelle due tecniche**, anche se di molto poco superiore nella t. di Pattinaggio. In questo caso, mentre il rallentamento deporrebbe per fenomeni di fatica conseguenza del raggiungimento di intensità para-massimali, la crescita dei valori di LAnet rappresenterebbe un segnale di **parziale incapacità** dell'organismo **di smaltire** aerobicamente, durante le fasi meno impegnative della prova, **il lattato** prodotto che perciò si continuerebbe ad accumulare nel circolo.

19. *Andamento corretto lattato.*

Se si sostituisce (nella figura 33) il valore di **LAnet dello stop alla fine del tratto S1 con il valore massimo** misurato **nell'intervallo successivo allo stop** della prova parziale (fig.30,31), e quindi con un valore maggiormente corrispondente al lattato effettivamente prodotto in quel tratto, si può notare (fig.34) come **la crescita dei valori** di LAnet nel corso della prova completa sia **meno evidente negli uomini** mentre resta **praticamente immutata nelle donne**, a sostegno dell'interpretazione del punto precedente.

20. *Lattato massimale prove complete.*

I valori di **LAnet massimali** raggiunti **al termine** delle prove (fig.33) sono risultati mediamente di **molto superiori nelle donne** (circa **3mM**) rispetto agli uomini (**11 nella t. Classica e 11.5 nella t. di Pattinaggio** nelle donne vs **8.7 e 8.4**, rispettivamente, negli uomini).

Si può notare che essi hanno conservato, pur in una sostanziale similitudine di valori, il loro rapporto reciproco tra le due tecniche, con **valori lievemente superiori negli uomini nella t. Classica (+0.6mM) e nelle donne nella t. di Pattinaggio (+0.3)**.

La sostanziale **differenza di valori di LAnet tra gli uomini e le donne** è sicuramente ascrivibile in parte alla **differente durata** delle relative prove (24'03" e 21'55" per gli uomini e

18'58" e 16'52" per le donne, in t. Classica e t. di Pattinaggio rispettivamente), e quindi alla **diversa interpretazione e distribuzione dello sforzo**. Si deve però anche considerare la probabile presenza di **differenti condizionamenti aerobici**, relativamente **più sfavorevoli per le donne**, e tali da determinare un **maggior ricorso al metabolismo lattacido e/o un peggior utilizzo del Lattato** come fonte energetica durante l'esercizio, così come evidenziato più sopra.

21. *Lattati massimi assoluti.*

Considerando i **valori massimi di lattato in valore assoluto (10.3 e 10.2 per t. Classica e t. di Pattinaggio degli uomini; 13.2 e 13.5 delle donne**, rispettivamente), e non al netto del valore basale, si conservano i rapporti visibili con la misura al netto e si confermano valori massimali di accumulo, raggiungibili mediamente da questi atleti, **non tanto bassi** da far ritenere la prestazione di tipo esclusivamente aerobico.

Una parziale **limitazione del metabolismo lattacido**, presente forse **negli uomini**, sarebbe sicuramente frutto di un buon condizionamento aerobico ma, forse, alla luce delle tipologie di competizioni più brevi e, contemporaneamente, delle tipologie di interpretazioni tattiche delle gare più lunghe, con frequenti accelerazioni, potrebbe costituire, a parità di qualità aerobiche, un **fattore limitante la prestazione** di importanza non trascurabile.

22. *Recupero finale.*

Nel **recupero finale** (non attivo) al termine della prova completa, diversamente da quanto avvenuto nel recupero successivo alla prova parziale, i valori di **LAnet** hanno iniziato a **scendere immediatamente** dopo lo stop. Al 12° minuto i valori sono scesi mediamente di 4 mM circa (40%) dal valore dello stop, con una **diminuzione superiore** (del 10%) **nel recupero successivo alla t. di Pattinaggio rispetto a quello della t. Classica negli uomini** (fig.35).

23. *Considerazioni conclusive sul Lattato.*

I dati relativi al LAnet parrebbero dunque suggerire, concordando con quanto supposto in base ai dati dei tempi, il **maggior ruolo del metabolismo lattacido nella t. Classica negli uomini** e la **similitudine nelle due tecniche delle donne** per il tipo di impegno e di **distribuzione muscolare dello sforzo**, reso forse **obbligato dalla minore** disponibilità della **forza**, che determinerebbe una loro peggiore prestazione relativa in t. Classica.

24. *Lattati individuali.*

L'analisi dei **dati individuali di LAnet** (fig.36-52) ha evidenziato **grandi differenze inter-individuali**, sia dal punto di vista **dei valori medi** di LAnet (ad es. valori inferiori in Moriggl T. e Santer A.), sia da quello **delle differenze tra le due tecniche e del loro andamento**. In alcuni atleti, ad esempio, nei tratti in salita i valori della t. Classica erano tendenzialmente maggiori di quelli della t. di Pattinaggio (ad es. Moriggl T. fig.42) o viceversa (ad es. Scola fig.43), ed in altri aumentavano maggiormente nei tratti con minore pendenza. La quantificazione di tali differenze, perlopiù in linea con quanto già noto ai tecnici delle caratteristiche individuali dei singoli atleti, può essere sicuramente utile **alla pianificazione individuale** dei programmi di **allenamento**.

25. *Ipotesi studio sullo smaltimento del Lattato.*

In questa sperimentazione è stato effettuato un recupero finale non attivo e quindi non è stato possibile studiare indirettamente, mediante la standardizzazione dell'intensità attiva del recupero e l'analisi dei dati di lattato individuali relativi ad esso, la **probabile differenza inter-individuale** nelle capacità **di utilizzo del lattato** stesso come substrato energetico aerobico durante le fasi meno impegnative di una gara. Considerata, d'altronde, l'importanza che tale qualità può avere nel bilancio complessivo dei fattori limitanti la prestazione, si ritiene di estrema utilità un **eventuale approfondimento futuro** di questo aspetto.

V'O₂

26. *Tau.*

In prove di durata simile a quelle in oggetto potrebbe teoricamente essere un fattore limitante la rapidità dell'attivazione del metabolismo aerobico. Un **indice per misurare la velocità di attivazione del V'O₂** è la costante di tempo chiamata Tau, definito come il tempo (in secondi) necessario a raggiungere una certa percentuale (63%) del V'O₂ in equilibrio e dipendente dalla capacità del muscolo di consumare O₂ e del cuore di inviare rapidamente O₂ in periferia: minore il Tau = maggiore la velocità di attivazione e viceversa. Nel nostro caso, pur non essendo la prova ottimale per la valutazione del Tau (ad es. per il fatto che il carico esterno non è stato sempre uguale), si è ritenuto opportuno misurare comunque il valore di questo parametro nella fase iniziale. Una più rapida attivazione del metabolismo aerobico dovrebbe consentire la contrazione di un minore deficit di ossigeno all'inizio di un esercizio e, di

conseguenza, un minor ricorso complementare al metabolismo lattacido per la fornitura dell'energia richiesta dal compito motorio.

27. *Confronto tra tecniche e Tau.*

Nel confronto **tra le tecniche**, il **Tau** (sia della prova parziale che di quella completa) è stato in entrambi i sessi **migliore nella t. di Pattinaggio** che nella t. Classica, con una differenza **più evidente negli uomini** (in media 7s di differenza: 23 nella t. di Pattinaggio vs 30 nella t. Classica) che nelle donne (in media 5s di differenza: 28 nella t. di Pattinaggio vs 33 nella t. Classica) (fig.52).

Se si considera quanto sopra accennato sul possibile “risparmio” del metabolismo lattacido con un **Tau** migliore, risulta logico il **rapporto** trovato tra i valori di **lattato** relativi alle due tecniche, sia nella prova parziale (fig.28) che in quella completa (fig.33), con **valori di lattato nella t. di Pattinaggio** (che ha fatto registrare Tau migliori) **minori di quella Classica**.

La **migliore** velocità di **attivazione del V'O₂ nella t. di Pattinaggio**, sia degli uomini che delle donne, sarebbe quindi **dovuta**, per ragioni attualmente non chiare, **a** qualche fattore connesso alla **tecnica esecutiva** e quindi ai **gruppi muscolari coinvolti, in particolare nelle fasi di accelerazione** (nelle quali avverrebbe l'attivazione del metabolismo aerobico). Tali elementi, tra cui un più efficace meccanismo di pompa muscolare, contribuirebbero al più rapido incremento della Gittata Cardiaca e/o al più precoce consumo di ossigeno in periferia. In tal senso andrebbe effettuato uno studio di verifica sulla differenza della meccanica muscolare nelle due tecniche.

28. *Confronto tra sessi e Tau.*

Nel confronto **tra i sessi**, gli **uomini** hanno avuto un **Tau** mediamente **migliore delle donne in entrambe le tecniche** ma in maniera **più evidente nella t. Pattinaggio** (in media 5s di differenza: 23 negli uomini vs 28 nelle donne) che non nella t. Classica (in media 3s di differenza: 30 negli uomini vs 33 nelle donne) (fig.52).

Anche qui, come nel punto precedente, i rilievi del **Tau concordano** (migliore Tau = minore lattato) **con** i valori di **lattato** misurati che sono appunto stati (fig.30,31,33):

- **inferiori negli uomini** (Tau migliore delle donne);
- tra questi sono stati inferiori **nella t. di Pattinaggio** (Tau migliore della t. Classica);
- con una **differenza tra le tecniche maggiore** che non nelle donne (così come per il Tau).

La **differenza** tra i due sessi, **a favore degli uomini**, nella velocità di attivazione del V'O₂

potrebbe riconoscere **differenze tecniche**, differenti strategie e anche, nella misura in cui il Tau è suscettibile di miglioramento con l'allenamento, l'effetto di **pratiche di allenamento parzialmente differenti**.

29. *Confronto sul $V'O_2$ tra le due tecniche e tra i due sessi.*

Il rapporto tra le due tecniche per il consumo d'Ossigeno ($V'O_2$), espresso come valori medi dei due tratti di ciascun giro (fig.53), ha mostrato un **comportamento opposto negli uomini e nelle donne**.

Infatti, **negli uomini** si sono registrati i **valori maggiori nella t. di Pattinaggio** rispetto alla t. Classica (52, 50, 54, 52, 52, 49 vs 50, 48, 51, 46, 49, 47ml/kg/min) e **nelle donne**, all'opposto, **valori maggiori nella t. Classica** (45, 45, 47, 43 vs 44, 43, 43, 40ml/kg/min).

Espressi **in percentuale del $V'O_2$ max** registrato in Sondalo i valori medi della prova (fig.54) sono stati **negli uomini del 78% nella t. di Pattinaggio e del 74% nella t. Classica**, e **nelle donne del 76% nella t. di Pattinaggio e dell' 80% nella t. Classica**. La **differenza media percentuale tra le due tecniche** è stata quindi pressoché **uguale ma in una relazione reciproca opposta nei due sessi**.

Da notare, nel confronto **tra i due sessi**, una **piccola differenza (2%) nella media dei valori percentuali** (76% per gli uomini e 78% per le donne) che indicherebbe **nelle donne un impegno lievemente maggiore** nella prova di gara effettuata, possibile risultato della diversa durata delle prove nei due sessi.

Apparentemente questi dati indicherebbero una **minore intensità** relativa di esercizio **per gli uomini con la t. Classica e per le donne con la t. di Pattinaggio**, ma in realtà questa interpretazione è **smentita dai dati** sopra riportati **del Lattato** (fig.33) ove, al contrario, e in maniera molto più evidente negli uomini, i **valori maggiori di Lattato** si sono rilevati proprio **nelle tecniche che hanno fatto registrare i valori minori di $V'O_2$** .

La possibile spiegazione sembra allora essere nella **differente partecipazione relativa nelle due tecniche dei due principali metabolismi, aerobico e lattacido**, con, però, un **comportamento opposto nei due sessi per le due tecniche**.

Nella t. di Pattinaggio degli uomini e nella t. Classica delle donne ci sarebbe pertanto una **partecipazione maggiore del metabolismo aerobico e, contemporaneamente, minore di quello lattacido**.

Nella t. Classica degli uomini e nella t. di Pattinaggio delle donne avverrebbe invece l'inverso, cioè una **partecipazione maggiore del metabolismo lattacido e,**

contemporaneamente, **minore di quello aerobico**.

Considerando la dipendenza del consumo di ossigeno dalla quantità di massa muscolare attiva e la dipendenza del lattato dall'intensità distrettuale raggiunta, si può provare a spiegare questo fenomeno con l'ipotesi seguente.

Gli **uomini** riuscirebbero a coinvolgere nella **t. di Pattinaggio** una **maggior massa muscolare complessiva del corpo, distribuendo lo sforzo** propulsivo in maniera più uniforme. In tal modo si riuscirebbe a sviluppare una grande potenza meccanica esterna con un impegno di un gran numero di muscoli. Essi si distribuirebbero il lavoro impegnandosi singolarmente a potenze percentualmente non molto rilevanti e, pertanto, producibili in gran parte **a carico del metabolismo aerobico**, rendendo quindi **minimo l'impegno lattacido**.

Nel caso della **t. Classica**, invece, la **massa muscolare** che gli uomini coinvolgerebbero sarebbe complessivamente **minore**, con conseguenti minori valori di $V'O_2$, ma con un **impegno** distrettuale relativamente **più intenso** che determinerebbe una **maggior** produzione di **lattato**. Le condizioni di elevata acidità particolarmente settoriali che si verrebbero pertanto a creare nella **t. Classica** sarebbero quindi compatibili con il fenomeno della **fatica**, notato in precedenza proprio per la sua rilevanza in questa tecnica.

Per quanto riguarda le **donne**, il **maggior $V'O_2$ nella t. Classica insieme a valori di lattato di poco minori** potrebbe essere giustificato, al di là di giudizi strettamente tecnici che esulano da questa analisi, da una **maggior distribuzione dello sforzo**, resa obbligata in questo caso da una **insufficienza nella** possibilità di fornire la quantità di **forza** necessaria al movimento da parte delle masse muscolari tecnicamente predisposte alla propulsione in questa tecnica.

30. *Confronto sul $V'O_2$ tra le due tecniche nei vari tratti.*

Nell'analisi dei valori medi di $V'O_2$ relativi ai diversi tratti, sia in assoluto (fig.55,56) che in percentuale del massimale di Sondalo (fig.57,58), si può notare come il **rapporto** invertito tra le due tecniche nei due sessi rimanga costante **sia nei tratti S che in quelli F**.

Per quanto riguarda **l'ampiezza dello scarto** tra i $V'O_2$ delle due tecniche questa appare simile nei due sessi nei tratti S ma **maggior nei tratti F degli uomini**, essenzialmente **per i minori valori** assunti da questi **in t. Classica**.

Alla luce dei valori di lattato, che ricordiamo sono stati negli uomini costantemente più elevati in **t. Classica** a dimostrazione di una intensità comunque elevata, si può quindi osservare che **nei tratti con minor pendenza** ci sia **negli uomini** qualche **impedimento** alla crescita del

consumo di ossigeno in t. Classica. Esso potrebbe essere costituito dalla **tecnica** esecutiva utilizzata in questi tratti che **localizzerebbe maggiormente il lavoro** muscolare con il risultato di aumentare il lattato prodotto. Tenendo conto che negli uomini in questi tratti si localizza il maggior divario tra i tempi di percorrenza con le due tecniche (fig.27), si può **imputare a queste limitazioni tecniche** che non consentono un adeguato consumo di ossigeno **la minore prestazione degli uomini in t. Classica nei tratti in minor pendenza.**

Diversamente, nelle donne sono i **tratti S** quelli con il maggior divario tra i tempi delle due tecniche (fig.25), per il **maggiore ritardo in t. Classica.** In questi stessi tratti S, però, si sono registrati in t. Classica un **consumo di ossigeno maggiore ed un lattato minore** di quelli raggiunti in t. di **Pattinaggio.** Si potrebbe pertanto dedurre (ancora una volta) che **in questi tratti la carenza delle donne in t. Classica è maggiore** a carico **della** componente **forza**, indispensabile con le pendenze maggiori ed evidentemente non compensabile da nessun aumento di $V'O_2$.

31. *Andamento $V'O_2$ medi.*

L'**andamento** dei $V'O_2$ **medi** (fig.54) è stato **tendenzialmente in diminuzione in tutte le prove** ma in maniera **più evidente nella t. di Pattinaggio delle donne e leggermente nella t. Classica degli uomini.** In particolare, nella t. Classica degli uomini, a parte il mantenimento nella seconda salita del valore raggiunto nella prima, la diminuzione è stata progressiva in tutti gli altri tratti; nella t. di Pattinaggio degli uomini dopo il raggiungimento del massimo valore medio nella seconda salita la diminuzione è stata ancora più netta; nella t. Pattinaggio delle donne la diminuzione si è localizzata nel secondo tratto F, mentre nella t. Classica dopo il valore massimo della seconda salita la diminuzione è stata brusca.

Confrontando questi andamenti con quelli dei tempi di percorrenza e del LAnet si possono quindi confermare le considerazioni già fatte, in particolare sull'affaticamento nella t. Classica degli uomini e sulla sua origine lattacida.

32. *Andamento $V'O_2$ di picco.*

Anche l'**andamento** dei valori **dei picchi del $V'O_2$** ha mostrato (fig.59,60), dopo il valore **più alto** registrato **alla fine del primo tratto S (62 e 62ml/kg/min nella t. Classica e t. di Pattinaggio negli uomini, 54 e 50ml/kg/min nella t. Classica e t. di Pattinaggio nelle donne)**, una **tendenza in diminuzione.** Tale tendenza è stata più **costante** di quella dei valori medi nell'arco della prova, e più marcata nelle donne.

Questi valori dei **picchi**, espressi **in percentuale del massimo** registrato **in Sondalo** (fig.60) (**96, 95, 97, 89%** nella t. Classica e t. di Pattinaggio degli uomini e t. Classica e t. di Pattinaggio delle donne, rispettivamente) testimoniano che l'**intensità** raggiunta in queste prove di gare simulate è **sufficiente** per considerare attendibili i dati raccolti.

RISCALDAMENTO

33. $V'O_2$

Anche se non era stata prevista una analisi del Riscaldamento, la raccolta di dati del riscaldamento, seppur frammentaria, ha permesso comunque di ottenere alcune utili informazioni.

Ai soggetti era stato richiesto di effettuare un riscaldamento individuale libero adeguato all'impegno massimale che avrebbero dovuto affrontare successivamente.

I valori di $V'O_2$ (in % del massimale di Sondalo) medi (36% in t. Classica e 50% in t. di Pattinaggio per gli uomini; 52% in t. Classica e 48 % in t. di Pattinaggio per le donne) e di picco (55% in t. Classica e 70% in t. di Pattinaggio per gli uomini; 73% in t. Classica e 63% in t. di Pattinaggio per le donne) registrati conservano caratteristicamente lo stesso rapporto dei dati, relativi alle due tecniche nei due sessi, raccolti durante la successiva prova di gara ($V'O_2$ maggiore in t. di Pattinaggio per gli uomini e in t. Classica per le donne) a conferma della effettiva rispondenza dei dati alla tecnica usata, e non tanto quindi ad una pur possibile differente interpretazione.

34. *Lattato basale.*

I dati di **Lattato basale** misurati dopo il riscaldamento e prima dello start della prova di gara (**1.6 e 1.8 mM** per gli uomini in t. Classica e t. Pattinaggio; **2.2 e 1.9 mM** per le donne, rispettivamente), per i quali valgono le stesse considerazioni fatte in precedenza a proposito del loro effettivo valore come indicatori dell'intensità del riscaldamento, non consentono alcuna interpretazione, vista la loro similitudine ed il limitato valore assoluto.

CORRELAZIONI

35. *Premessa.*

Sono stati verificati i rapporti tra diversi parametri misurati per evidenziare eventuali

correlazioni. L'**esiguità del numero dei soggetti** non ha chiaramente consentito di dare peso alla significatività statistica. **Si è cercato** pertanto principalmente di verificare l'esistenza di **linee di tendenza e andamenti** che (nonostante i bassi valori dei loro coefficienti di determinazione) potessero comunque suggerire di considerare, eventualmente anche in studi futuri, la possibilità di relazioni intercorrenti tra alcune variabili. Considerata la **notevole disomogeneità tra i due sessi**, e quindi la non attendibilità delle correlazioni con i valori di entrambi i sessi contemporaneamente, si è generalmente preferito privilegiare l'**analisi delle tendenze nel singolo sesso**.

36. *Tau<>V'O₂ di riscaldamento.*

Per evidenziare eventuali influenze dell'intensità del riscaldamento sulla prestazione di gara, in particolare sulla rapidità di attivazione del metabolismo aerobico, sono stati messi **in relazione i valori individuali medi e di picco del V'O₂ del riscaldamento** (espressi in % del **massimale** registrato **in Sondalo**) con i valori del **Tau**, indice appunto della rapidità di salita del V'O₂ nella partenza della gara (fig.61,62).

Anche se, come già accennato, i dati raccolti nel riscaldamento non sono stati completi, si potrebbe notare, **nel caso specifico** di questo studio e per le modalità e intensità di riscaldamento utilizzate, una **lieve tendenza negli uomini al miglioramento della velocità di attivazione del metabolismo aerobico con l'aumentare dell'intensità aerobica del riscaldamento**.

37. *Tau<>Lattato basale.*

Contrariamente, **però**, a quanto ci si aspetterebbe dal punto precedente e dalla tendenza (peraltro evidente solo negli uomini) del lattato basale a crescere con il crescere del V'O₂ del riscaldamento (fig.63,64), **non è evidente alcuna relazione tra la velocità di salita del V'O₂ e il lattato basale** (fig.65).

Questo e il punto precedente porterebbero dunque alla conclusione che un'**intensità del riscaldamento sufficientemente alta, ma senza sconfinare nell'intensità anaerobica**, consentirebbe un **migliore avvio del metabolismo aerobico** in fase di partenza.

A proposito del comportamento abbastanza anomalo delle relazioni con il lattato basale va però ricordato che questo è, contemporaneamente, indice dell'impegno lattacido sostenuto nel riscaldamento (essendo maggiore quando questo è maggiore) ma anche, in quanto misurato subito prima della partenza e quindi dopo un certo tempo, seppur minimo, dopo la fine del

riscaldamento, indice della velocità del suo smaltimento, per cui sarebbe un indice dell'intensità del riscaldamento meno corretto del $V'O_2$.

Ulteriori studi, con maggior numero di dati utili e con maggior standardizzazione dei protocolli **del riscaldamento** sarebbero sicuramente utili a chiarire questa apparente relazione tra un migliorato avviamento del metabolismo aerobico in partenza e una maggiore intensità del riscaldamento precedente.

38. ***Tau<>Lattato max e $V'O_2$ di picco del primo tratto.***

Per quanto riguarda il **rapporto tra il Tau ed i valori** dei parametri **misurati successivamente** alla partenza, **non** sono state trovate **relazioni** di esso né **con il LANet** misurato alla fine del tratto (fig.66), né **con il $V'O_2$ di picco** dello stesso tratto (fig.67).

Differenti valori di Tau, quindi, non sembrerebbero avere alcuna relazione con i valori massimi raggiunti successivamente dal metabolismo lattacido e da quello aerobico.

39. ***Tau<> Lattato max e medio e $V'O_2$ di picco dell'intera prova.***

Per quanto riguarda tutta la prova, mentre **non** sembra esserci **rapporto tra il Tau e il $V'O_2$ di picco di tutta la prova** (fig.68), una certa **relazione, più evidente negli uomini**, si è evidenziata **tra il Tau ed il LANet massimo dell'intera prova** (fig.69), costantemente registrato al termine della stessa.

Un **rapporto** simile nei due sessi è **stato trovato tra il Tau e il LANet medio dell'intera prova** (fig.70).

Tale relazione indicherebbe che, per quanto il Tau venga misurato solo all'inizio della prova ed invece il lattato sia prodotto nel corso dell'intera prova, **valori migliori del Tau si accompagnano a valori minori di lattato**. Tale relazione troverebbe logica spiegazione nel **rapporto inverso tra le qualità aerobiche e quelle lattacide** di un soggetto.

40. ***Tau<>Tempi del 1° tratto.***

Nonostante il **Tau** sia un indice della velocità di salita del $V'O_2$ con una variabilità in un gruppo omogeneo dell'ordine di pochi secondi e **i tempi di percorrenza del 1° tratto** di gara siano stati nell'ordine dei 4'30''-7', il **Tau** ha comunque mostrato, ma **solo negli uomini**, una **debole relazione positiva con i tempi di percorrenza del 1° tratto**, che sono stati quindi **inferiori al migliorare della velocità di salita del $V'O_2$ (Tau minore)** (fig.71).

41. *Tau<>Tempi dell'intera prova.*

Il **Tau** (nonostante le stesse considerazioni iniziali del punto precedente) ha invece sorprendentemente mostrato, più chiaramente negli uomini, una **evidente relazione con i tempi di percorrenza dell'intera prova con un miglioramento di questi al migliorare della velocità di salita iniziale del $V'O_2$** (fig.72).

Questo dimostrerebbe che **la velocità di salita del $V'O_2$** , per quanto possa far registrare valori abbastanza simili in un gruppo così omogeneo, **ha**, insieme quindi all'allenamento specifico per il suo miglioramento, una sua **importanza** tutt'altro che trascurabile **nel migliorare la prestazione**. Escludendo, chiaramente, un rapporto diretto tra i due valori (pochi secondi di variabilità in un caso e minuti nell'altro) si può invece logicamente supporre una **relazione tra il valore della velocità di salita del $V'O_2$** , anche se misurato solo all'inizio della prova, **e l'intera prestazione di gara** in quanto, probabilmente, la **ripetizione**, nel corso della gara, **di tratti in salita e/o in accelerazione con aumenti improvvisi dell'intensità** **faciliterebbe i soggetti in possesso di una migliore velocità di attivazione del metabolismo aerobico** e, quindi, di un buon Tau.

42. *Tau<> $V'O_2$ max.*

Il **rapporto tra il $V'O_2$ max** dei soggetti (misurato in Sondalo) e il **Tau** indica una **lieve tendenza negli uomini al miglioramento della velocità di attivazione del metabolismo aerobico** (Tau minore) **con l'aumentare del $V'O_2$ max**, mentre, almeno apparentemente, il **contrario si verificherebbe nelle donne** (fig.73).

Per giustificare questa relazione si potrebbe fare riferimento al probabile **legame** esistente tra diverse **qualità aerobiche** e ai **possibili effetti** su entrambi i parametri **dei tipi di allenamento** seguiti.

43. *Tempi del 1° tratto<> $V'O_2$ di picco del 1° tratto.*

Manca, o addirittura sarebbe negativa, una **relazione tra i tempi di percorrenza del 1° tratto e l'intensità aerobica massima** in esso raggiunta, **sia in valore assoluto ($V'O_2$ di picco del tratto) che relativo al singolo individuo ($V'O_2$ di picco % del massimo individuale di Sondalo)** (fig.74,75).

44. *Tempi del 1° tratto<> $V'O_2$ medio del 1° tratto.*

Manca, ugualmente, una **relazione tra i tempi di percorrenza del 1° tratto e l'intensità**

aerobica media in esso registrata, **sia in valore assoluto** ($V'O_2$ **medio** del tratto) **che relativo** al singolo individuo ($V'O_2$ **medio** % del massimo **individuale** di Sondalo) (fig.76,77).

45. *Tempi del 1° tratto <> LAnet del 1° tratto.*

Apparentemente in contrasto con i due punti precedenti, sembra invece visibile, nei dati **degli uomini**, una **relazione tra i tempi di percorrenza del 1° tratto e il LAnet** misurato **alla fine del tratto**, con un **miglioramento** dei tempi **con l'aumentare** dei valori **di LAnet** (fig.78). Si delineerebbe pertanto una parziale relazione tra il metabolismo lattacido e la prestazione relativa al primo tratto della prova.

46. *Tempo totale della prova <> V'O₂ di picco.*

Il **tempo totale** della gara **non** ha mostrato di essere **in relazione con il** massimo valore di $V'O_2$ misurato in tutta la prova, né espresso in maniera assoluta (**di picco**), né relativa (% max misurato in Sondalo) (fig.79,80).

47. *Tempo totale della prova <> LAnet massimo.*

Differentemente da quanto osservato nel punto 45, il **LAnet massimo** registrato nel corso della prova **non** ha mostrato alcuna **relazione con il tempo totale** della prova (fig.81).

48. *Tempo totale della prova <> V'O₂ max misurato in Sondalo.*

Similmente, non si è vista **nessuna relazione tra il tempo totale della prova e il V'O₂ max** misurato in Sondalo (fig 82). A questo proposito si deve ricordare come la notevole **omogeneità del gruppo** per i valori di $V'O_2$ max e la **aspecificità** della misura ottenuta **in Sondalo** possono costituire due dei fattori concorrenti alla mancanza di una relazione altrimenti facilmente ipotizzabile.

49. *Conclusioni.*

Questi ultimi punti sembrano indicare che, nel complesso, i parametri aerobici e anaerobici misurati se presi singolarmente non costituiscono, per sé, né in senso assoluto né relativo, il fattore limitante la prestazione agonistica.

Essa invece, molto più probabilmente, poggia sulla migliore miscela possibile di entrambi i metabolismi.