

# sds

**Scuola dello sport**

*Rivista di cultura sportiva*

Pubblicazione Trimestrale tecnico scientifica

Anno XXIV - nuova serie - numero 64

Gennaio-Marzo 2005

Euro 5,90 (numero doppio: Euro 10,00)

**Teoria  
dell'allenamento**  
Le unità di allenamento

**Fitness**  
Scienza dello sport e salute

**Metodologia  
dell'allenamento**  
Riscaldamento  
e prestazione sportiva

**Pallacanestro**  
Attenzione ed errore  
nella pallacanestro

**Alpinismo**  
Lezioni delle prestazioni  
estreme in alta quota

**Management**  
Gli strumenti operativi  
della comunicazione



**CALZETTI  
MARIUCCI**

editori

ISSN 1125-1891



9 771125 189000



IN CASO DI MANCATO RECAPITO INVIARE AL CDR DI ROMA ROMANINA PER LA RESTITUZIONE AL MITTENTE PREVIO PAGAMENTO RESI

Gilles Cometti, *Facoltà di Scienze dello sport, UFR STAPS Digione;*

Lucio Ongaro, *Facoltà di Scienze motorie, Università degli Studi di Milano;*

Giampiero Alberti, *Istituto di Esercizio fisico, salute e attività sportiva, Facoltà di Scienze motorie, Università degli Studi di Milano*

## Riscaldamento e prestazione sportiva

I principi metodologici del riscaldamento per la prestazione sportiva  
(prima parte: gli aspetti teorici)

Definiti i principali obiettivi della fase di riscaldamento, si trattano gli effetti fisiologici legati alla fase di riscaldamento (fattori conseguenti all'innalzamento della temperatura e fattori che non dipendono dalla temperatura) e si forniscono, motivandole in base a numerosi studi scientifici, indicazioni per effettuare un buon riscaldamento muscolare che riguardano come elevare la temperatura muscolare, gli esercizi che pongono problemi, la durata dell'effetto del riscaldamento, il riscaldamento attivo e passivo. Si affrontano poi i problemi relativi al riscaldamento in funzione al tipo di sforzi e di competizione, con particolare considerazione dei problemi degli sport di squadra. Infine, si espongono alcune considerazioni finali sulle modalità e le regole della fase di riscaldamento.



## Introduzione

Le fasi di riscaldamento (e di defaticamento) hanno, in un certo senso, accreditato la specificità delle competenze del preparatore atletico: chi come noi, dagli anni '60, ha seguito l'evoluzione metodologica applicativa di queste fasi della seduta di allenamento o della competizione è stato testimone di un'evoluzione metodologica da schemi prettamente "ginnici" ad altri che fanno riferimento ad aspetti peculiari delle diverse discipline sportive. In altre parole, il riscaldamento ha subito un'evoluzione condizionata prima dalle tracce comportamentali tramandate dalla "pratica di campo", poi dai contributi culturali connessi agli schemi tipici della lezione di educazione fisica scolastica e infine dalla specificità del cosiddetto "modello prestativo" di ciascuna disciplina.

Il processo però non si è concluso perché anche per il riscaldamento si è seguito lo schema che ha condizionato e condiziona ancora la "costruzione" della seduta di allenamento: risultano molto condizionanti le cosiddette mode, l'imitazione del "campione". Spesso questa fase dell'allenamento, oltre che indifferenziata tra allenamento e competizione, è riferita a concetti generalizzati e non specifici delle qualità fisiche da allenare.

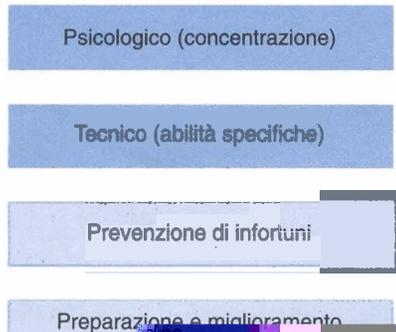
In questa prima parte di questo lavoro verranno prese in considerazione e precisati in modo analitico tutti i fattori relativi alla fase di riscaldamento che possono permettere al tecnico di programmare al meglio la seduta di allenamento o la competizione.

I numerosi studi scientifici citati permettono di comprendere e motivare con maggiore precisione le scelte metodologiche nel rispetto della particolarità di ogni pratica sportiva individuale e di gruppo, del ruolo ricoperto dagli atleti in un dato momento, dell'ambiente circostante e del relativo clima. Non vengono tralasciati nemmeno gli aspetti meno evidenti, e non per questo meno importanti, per quanto concerne l'efficacia e la riuscita della performance (situazioni) e nell'agire di conseguenza.

### 1. La fase di riscaldamento e i suoi principali obiettivi

Il riscaldamento costituisce una fase importante nella preparazione alla competizione. Questa attività implica molti e differenti aspetti che spaziano dai fattori psicologici a quelli tecnici... In questo articolo ci occuperemo solo di quelli di tipo fisiologico (figura 1).

#### PRINCIPALI OBIETTIVI DEL RISCALDAMENTO



#### Alcuni aspetti contraddittori dei vincoli relativi alla fase di riscaldamento

Come già detto, in questo articolo saranno trattati solo gli ultimi due obiettivi elencati alla figura 1. Si indagherà quindi sulle diverse modalità di riscaldamento, in relazione al ruolo di questa fase preparatoria, rispetto alla prevenzione di infortuni muscolo-articolari. Si cercherà anche di valutare se esiste una correlazione tra la fase di riscaldamento e la performance per la quale esso è programmato.

In relazione ai due argomenti obiettivo di questo studio, si deve subito riconoscere che il riscaldamento serve per elevare la temperatura corporea; a questo scopo è necessaria una spesa energetica che però, d'altro canto, potrebbe risultare dispendiosa per l'economia della competizione. Sembra quindi sensato tenere conto di questo suggerimento: "evitare di svolgere troppi esercizi intensi durante il riscaldamento" (figura 2).

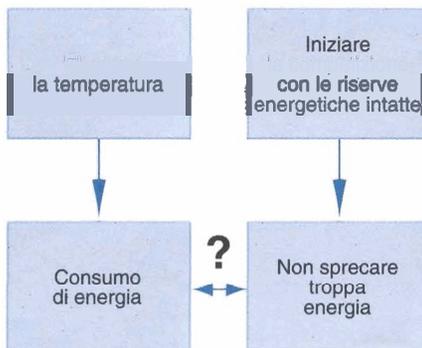


Figura 2 – I vincoli contraddittori del riscaldamento.

#### Il riscaldamento e l'aumento della temperatura corporea: i due (principali) livelli implicati

Come ricordato, e come suggerisce il termine stesso di "riscaldamento", lo scopo di questa fase, preparatoria all'allenamento o alla gara, è innalzare la temperatura del corpo nei due distretti principali: quello centrale e quello più periferico (muscolare).

- *livello muscolare*: per molti anni si è attribuita maggiore importanza all'aspetto centrale. È stato, nell'ormai lontano 1966, il metodologo russo Masterovoi fra i primi a suggerire l'importanza dell'elevazione della temperatura muscolare nella fase di riscaldamento. Infatti, secondo Masterovoi, il fine dell'avviamento motorio è quello di aumentare la vascolarizzazione dei gruppi muscolari interessati all'esercizio o alla performance;
- *livello centrale*: secondo Joch, Uckert (2001) un aumento della temperatura corporea di 2°C favorisce una maggior efficacia delle reazioni chimiche dell'organismo. L'aumento di temperatura si dovrebbe realizzare con una successione di esercizi nei quali l'intensità aumenta progressivamente, mentre si dovrebbe evitare l'utilizzo di sforzi di scarsa intensità e di durata più estesa (figura 3).



Figura 3 – I due principali livelli per l'aumento della temperatura nella fase di riscaldamento.

### 2. Gli effetti fisiologici legati alla fase di riscaldamento

Secondo Bishop (2003a), negli effetti relativi alla fase di riscaldamento, si possono distinguere due tipi di fenomeni:

- quelli direttamente conseguenti all'innalzamento della temperatura
- i fattori che non dipendono dalla temperatura

La figura 4 illustra i diversi parametri legati al rialzo termico relativo alla fase di riscaldamento.

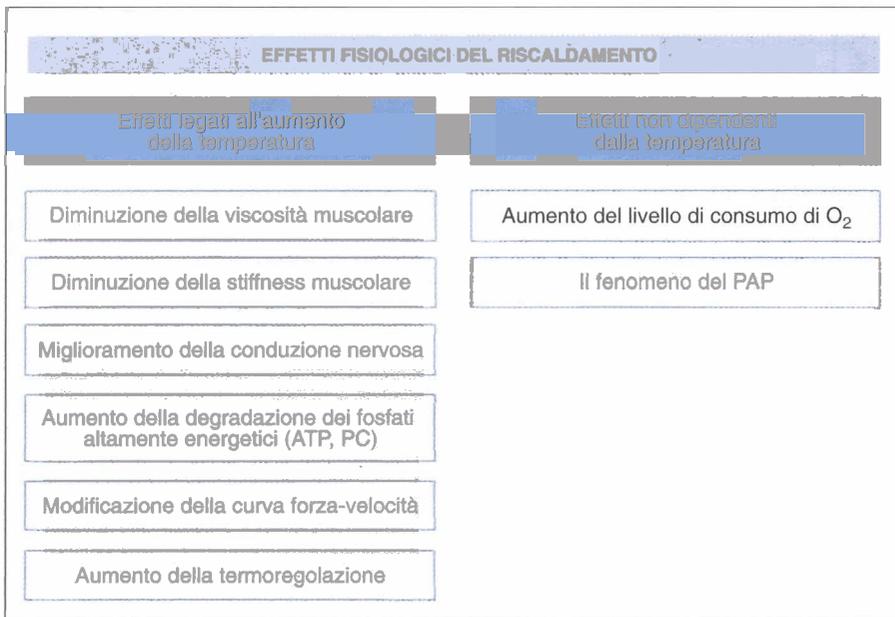


Figura 4 – Gli effetti fisiologici del riscaldamento (secondo Bishop 2003a).

## 2.1 Gli effetti conseguenti "all'innalzamento della temperatura"

L'aumento della temperatura muscolare centrale legato alla fase di riscaldamento produce a sua volta alcuni effetti.

### 2.1.1 La diminuzione della viscosità (riscaldamento e diminuzione dei rischi di incidenti muscolari)

L'aumento della temperatura muscolare determina una riduzione della viscosità nei muscoli e nelle articolazioni, con conseguente diminuzione delle aderenze e dei rischi connessi a eventuali rotture di fibre muscolari. Con l'aumento della temperatura muscolare si ottiene una diminuzione delle resistenze passive delle articolazioni e conseguentemente una migliore fluidità articolare.

Wright (1961) valutò una diminuzione della resistenza passiva pari al 20% nelle articolazioni della mano. Medesimi risultati, in conseguenza di un aumento della temperatura, erano stati precedentemente osservati all'articolazione del ginocchio

(Wright, John 1960). Safran e coll. (1989) e Strickler e coll. (1990) dimostrarono l'utilità del riscaldamento passivo per la riduzione del rischio di incidenti muscolari. Evans e coll. hanno recentemente dimostrato (2002) che l'innalzamento termico pari a 1°C, ottenuto tramite diatermia ad onde corte (riscaldamento passivo), effettuata prima di un esercizio eccentrico, attenua il gonfiore, ma non gli altri sintomi di danno muscolare (come gli indolenzimenti). Curiosamente però gli studi statistici non convalidano, per il momento, l'efficacia di questo procedimento. Van Mechelen e coll. (1993) hanno studiato, per un periodo di sedici settimane, su una popolazione di trecentoventi corridori, gli effetti di un riscaldamento condotto utilizzando esercizi di *stretching*. Il gruppo di controllo, che non aveva effettuato né riscaldamento né stiramenti, fece registrare un numero minore di incidenti muscolari (4,9 rispetto a 1000 ore di allenamento) nei confronti del gruppo sperimentale (5,5 per 1000 ore di allenamento). Sembra, quindi, necessario istruire altri studi per riuscire a comprendere con maggior preci-

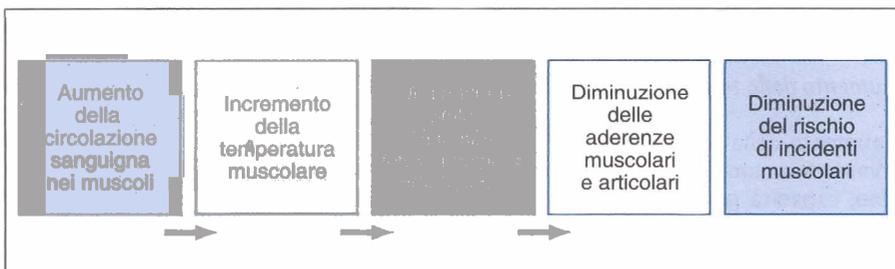


Figura 5 – I rapporti tra l'aumento della temperatura muscolare e il rischio di incidenti.

sione gli effetti del riscaldamento nella prevenzione degli incidenti muscolari (figura 5).

### 2.1.2 Diminuzione della stiffness muscolare

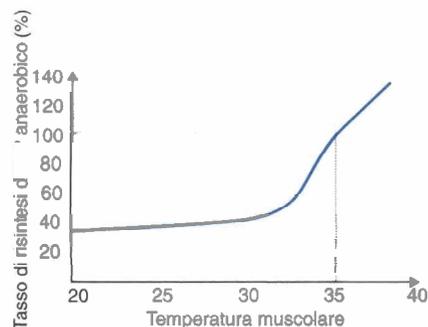
Buchta e coll. (1944) constatarono una diminuzione della *stiffness* a seguito del riscaldamento. Wright, Johns (1961) dimostrarono una diminuzione della rigidità di muscoli e articolazioni. Prose e coll. (1993) trovarono che un aumento della temperatura muscolare genera il distacco dei ponti stabili di miosina e, secondo gli Autori, sarebbe questa la causa principale della diminuzione della rigidità.

### 2.1.3 Miglioramento della conduzione nervosa

Karvonen e coll. (1992) dimostrarono che l'innalzamento della temperatura muscolare aumenta la velocità di trasmissione degli stimoli nervosi e ciò vale, in particolare, per gli sforzi di tipo intenso. Utilizzando un dinamometro, per valutare la forza delle mani, Binkhorst e coll. (1977) constatarono che un aumento della temperatura muscolare determinava un aumento della velocità massima di raccorciamento (aumento del 2,6% per grado centigrado) e della potenza massima (5,1% per grado).

L'influenza della temperatura muscolare sulla velocità massima di raccorciamento risultò più marcata per le fibre rapide (Bennet 1984).

Stewart e coll. (2003) studiarono, mediante elettromiografia (EMG), gli effetti di un riscaldamento attivo, condotto con l'utilizzo di un cicloergometro, ad un'intensità pari al 45% del VO<sub>2</sub>max (15 minuti, fino ad ottenere un aumento della temperatura muscolare di 3°C) sulla *performance* muscolare. Il test consisteva nell'effettuare, ad un angolo di 90°, tre contrazioni isometriche degli estensori del ginocchio con rilevazione EMG, seguite da tre prove di salto verticale (*Squat jump*) effettuate su piattaforma di forza. La temperatura del vasto esterno era di 33,8°C per il gruppo di controllo e di 36,8°C per il gruppo sperimentale. I parametri dell'EMG mostrarono un aumento della frequenza media (MDF) nel gruppo sperimentale (67 Hz) rispetto a quello di controllo (59 Hz). Stewart e coll. conclusero, quindi, che la migliore velocità di conduzione dello stimolo nervoso era stata determinata dal riscaldamento effettuato. Per il test di salto verticale, valutato mediante *Squat jump* alla pedana di forza, il gruppo sperimentale (con riscaldamento) raggiunse un livello di potenza più elevato (3569 Watt rispetto a 3324 Watt).



**Figura 6 – Influenza della temperatura sul livello di risintesi dell'ATP (secondo Bishop 2003 a).**

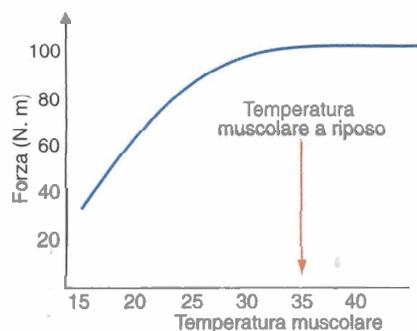
### Aumento della velocità di degradazione dei fosfati altamente energetici (ATP, PC)

Il rialzo termico aumenta il tasso di attività dell'ATPasi (Barany 1967, Stein e coll. 1982), enzima che accelera il ciclo dei ponti acto-miosinici (Bergh, Ekblom 1979). Tale fenomeno migliora la velocità di raccorciamento a livello dei sarcomeri e modifica la curva forza-velocità (Bennet 1984), determinando un miglioramento delle performance di forza dinamica. Secondo Febbraio e coll. (1996), il riscaldamento aumenta la glicogenolisi, la glicolisi e la degradazione dei fosfati ad alta energia (ATP e fosfocreatina).

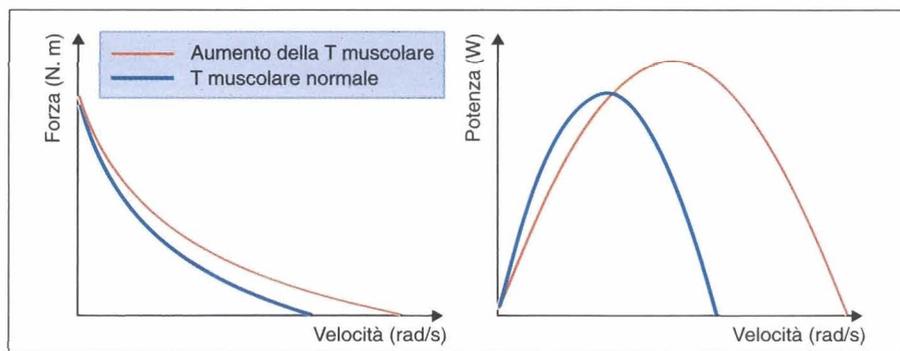
Nella figura 6 si può osservare l'influenza della temperatura muscolare sul tasso di risintesi anaerobica dell'ATP. Si osserva un aumento marcato quando la temperatura passa da 35°C a 40°C.

### Modificazione della curva velocità-forza

Alcuni autori come Binkhorst e coll. (1981) e Ranatunga e coll. (1987) non hanno riscontrato nessun miglioramento oppure aumenti modesti (Asmussen e coll. 1976; Berg, Ekblom 1979) della forza massima



**Figura 7 – Andamento della forza massima isometrica in funzione della temperatura muscolare (secondo Bishop 2003 a).**



**Figura 8 – Influenza della temperatura muscolare sulla curva forza-velocità (A) e sulla curva potenza-velocità (B). Si osserva un rendimento migliore per gli sforzi nei quali la forza si esprime con velocità elevate (secondo Bishop 2003 a).**



in seguito ad un aumento della temperatura muscolare. Per contro si è riscontrato un aumento della potenza e della forza espressa a velocità rapide.

La figura 7 mostra l'evoluzione della forza massima isometrica in funzione della temperatura muscolare. Si osserva che la forza non aumenta più dopo il valore di riposo della temperatura muscolare. Peraltro si ottiene uno spostamento della curva "forza-velocità" verso destra (figura 8). Anche la curva "potenza-velocità" è spostata a destra. Il riscaldamento ha quindi una influenza più marcata sulle prestazioni con caratteristiche di elevata velocità di esecuzione come avviene nel caso delle discipline di potenza.

Queste considerazioni sembrano quindi avere un'importanza fondamentale per le modalità di effettuazione del riscaldamento per le discipline di potenza o comunque per tutte le prove che implicano l'espressione esplosiva della forza.

### Aumento della termoregolazione

L'aumento della temperatura muscolare comporta accumulo di calore nell'organismo, capacità peraltro limitata. Poiché durante gli sforzi di lunga durata aumenta la quantità di calore prodotto, l'organismo rischia di non sopportare oltre l'aumento della temperatura e questo fatto costituisce

un fattore limitante della performance. Per gli sforzi di lunga durata è dunque sconsigliato elevare troppo la temperatura muscolare e dunque centrale, dato che il problema, in questo tipo di discipline, è quello di evitare l'accumulo di calore e ottimizzare la capacità di dispersione del calore prodotto.

### Gli effetti non dipendenti della temperatura

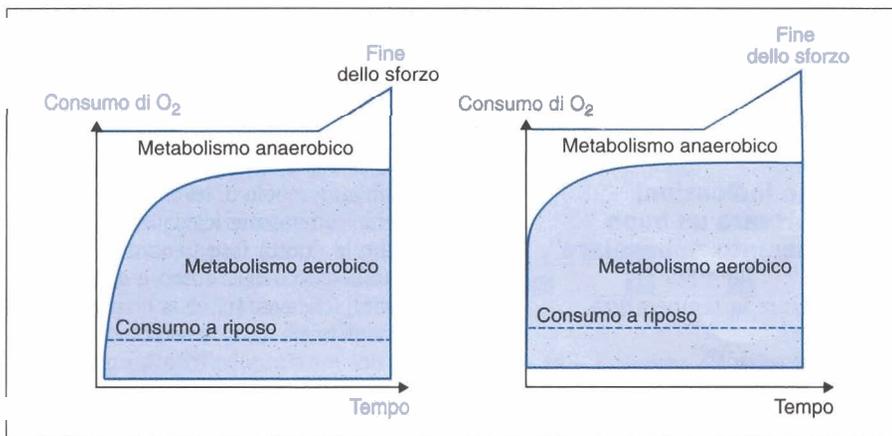
Vengono ora presi in esame gli effetti del riscaldamento che non risultano dipendenti dal rialzo termico indotto da questa fase di lavoro.

### Aumento del livello di consumo di O<sub>2</sub>

All'inizio dello sforzo l'atleta utilizza l'energia anaerobica. In seguito, il sistema aerobico si mette a regime. Alla fine della competizione (per esempio in una gara di mezzofondo) l'atleta effettua uno sprint finale (ma la considerazione resta valida anche per il finale di partita negli sport di squadra), ottimizzando ciò che gli resta di energia prodotta da processi anaerobici.

Se si eleva il livello di consumo di O<sub>2</sub>, per mezzo di un riscaldamento appropriato, si può cominciare la competizione con un più elevato contributo dei meccanismi aerobici. D'altra parte le riserve anaerobiche si possono ricostituire in gran parte durante i minuti che separano la fine della fase di riscaldamento dall'inizio della competizione.

L'atleta economizza dunque l'energia anaerobica che può essere utilizzata alla fine dello sforzo (figura 9). Questa procedura è fondamentale per le discipline di mezzofondo e per gli sport di squadra. Risulta però fondamentale il rispetto di una condizione: il tempo tra la fine del riscaldamento e l'inizio della competizione non deve oltrepassare i 5 minuti, altrimenti il livello di consumo di O<sub>2</sub> si abbassa e l'effetto favorevole ottenuto verrebbe meno. In tal caso, lo sforzo prodotto per



**Figura 9 – Illustrazione della proporzione d'utilizzo dell'energia a carico dei meccanismi aerobici e anaerobici all'inizio della competizione senza riscaldamento (A) e dopo un aumento del livello di consumo di O<sub>2</sub> (B).**

innalzare il livello di consumo di ossigeno sarà servito solamente ad utilizzare inutilmente dell'energia.

L'efficacia di questa procedura di riscaldamento è validata da alcuni studi che dimostrano un più grande contributo dei processi aerobici (Gollnick e coll. 1973; Stewart, Sleivert 1998) o un minor debito di ossigeno (Andzel 1982; Gutin e coll. 1976; di Prampero e coll., 1970).

### Il fenomeno della Post Activation Potentiation

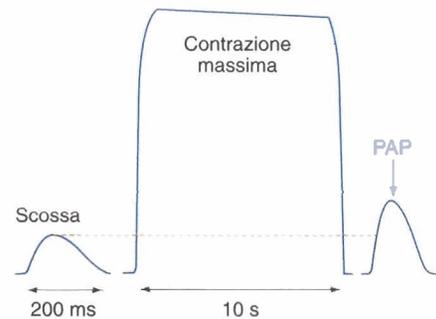
Un altro effetto del riscaldamento, che può interessare sia l'allenamento sia la competizione, è il fenomeno della PAP. In fisiologia, da tempo, si parla di *Post Activation Potentiation (PAP)*. Vediamo di che cosa si tratta: quando nello stesso muscolo si provoca una scossa muscolare, ma si impone prima una contrazione isometrica massima, si nota che la contrazione successiva risulta maggiore della prima, cioè risulta aumentata, potenziata per mezzo della contrazione isometrica. Si parla così di una *Post Activation Potentiation*, cioè di fenomeno successivo (*post*) ad una precedente attivazione (contrazione massima) (figura 10).

Una contrazione massima provoca così un miglioramento della risposta muscolare nello sforzo che segue. Tuttavia l'efficacia della PAP è limitata da condizioni molto precise come rimarcato da Sale (2002): "L'aumento della scossa muscolare o della forza tetanica a bassa frequenza provocato da un'azione muscolare (massimale) immediatamente precedente". Dunque l'aumento dell'efficacia a livello muscolare è limitata ad un impulso o a una sollecitazione muscolare a bassa frequenza, mentre i tipi di sforzo degli atleti sono quasi esclusivamente caratterizzati da sollecitazioni ad alta frequenza di contrazione. La

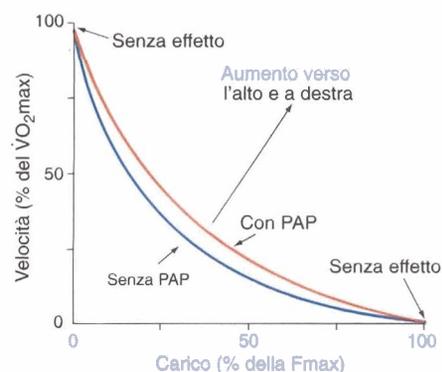
PAP dunque non presenterebbe alcun interesse in ambito sportivo, se non avesse influenza sulla curva velocità-forza.

La figura 11 mostra l'impatto della PAP sulla curva velocità-forza secondo Sale, 2002: si osserva che il fenomeno non agisce sugli estremi (forza massima e velocità massima), ma bensì nella parte centrale della curva, spostandola verso l'alto e a destra; la PAP aumenta dunque l'efficacia degli sforzi che richiedono una combinazione di forza e di velocità e quindi riguarda le discipline di potenza, come capita in quelle che comportano azioni di salto, di lancio, di sprint e dei tiri o dei colpi in genere (figura 12).

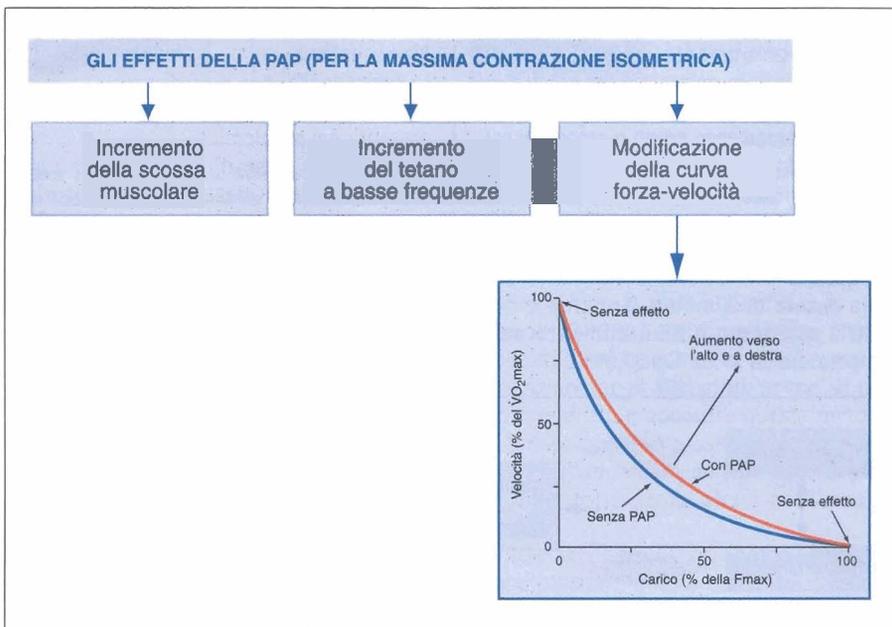
Secondo Rassier, Macintosh (2000) la principale spiegazione del fenomeno della PAP risiede nella fosforizzazione delle catene leggere di miosina che rendono l'actina-



**Figura 10 – Schema della PAP (Post Activation Potentiation). Un primo impulso (twitch), una contrazione massima di 10 s (MVC) e un secondo impulso che risulta superiore al primo (secondo Sale 2002).**



**Figura 11 – Gli effetti della Post Activation Potentiation (PAP) sulla curva velocità-forza: i due estremi non si spostano (velocità massima e forza massima); solamente la parte centrale della curva si modifica positivamente. (secondo Sale 2002).**



**Figura 12 – Gli effetti della Post Activation Potentiation secondo Sale (2002).**

miosina più sensibile agli ioni calcio. Ma il fenomeno è più sensibile a livello basso di calcio (come nel caso nel corso di un impulso o di sollecitazioni di bassa frequenza). Questo processo è poco sensibile quando il livello di calcio è massimale come, per esempio, durante contrazioni tetaniche ad alta frequenza di stimolazione. La PAP può avvenire anche con sforzi di tipo differente :

- contrazione massimale (isometrica o non);
- diverse azioni dinamiche, ma intense quali: sprint, salti, azioni esplosive specifiche dell'attività;
- elettrostimolazione con programmi appropriati.

Nelle competizioni che durano un certo tempo (mezzofondo, sport di squadra...) gli sforzi dell'inizio della competizione possono giocare il ruolo di attivare la PAP per le fasi seguenti della *performance*.

### Temperatura muscolare ( $T_m$ ) e temperatura centrale ( $T_c$ )

Bishop (2003a) ha valutato le variazioni della temperatura muscolare e di quella centrale dopo un esercizio. Si osserva (figura 13) che la variazione della temperatura muscolare è relativamente rapida (sono sufficienti da 3 a 5 minuti) ed è la temperatura muscolare che svolge il ruolo più importante nella *performance* sportiva. La temperatura corporea o centrale aumenta se il valore di quella muscolare diventa superiore a quello della temperatura centrale.

La temperatura muscolare aumenta generalmente di circa 3°C: Mohr e coll. (2004) ottennero un aumento da 36°C a 39,4°C della temperatura muscolare del quadricipite. I soggetti dello studio effettuato dopo la fase di riscaldamento erano giocatori di calcio. Secondo Krstrup e coll. (2003), la temperatura muscolare può arrivare oltre i 40,6°C alla fine di un test di *endurance* (Yo-yo test). Durante un esercizio di estensione del ginocchio effettuato ad alta intensità, della durata di 3 minuti, Krstrup e coll. (2001) ottennero già un aumento della temperatura da 37,02°C a 37,99°C.

Secondo Joch, Uckert (2001) la temperatura centrale può aumentare già di 2 gradi in seguito ad un esercizio al cicloergometro, della durata di 20 minuti, condotto a carico progressivo.

### 3. Alcune indicazioni per effettuare un buon riscaldamento "muscolare"

#### Come elevare la temperatura muscolare?

Come già ricordato, Masterovoi (1964) fornì alcune indicazioni metodologiche, sostenendo che la temperatura muscolare dipende dalla vascolarizzazione locale; bisogna quindi aumentare il circolo periferico per far salire la temperatura nei muscoli. Masterovoi sostenne che solamente contrazioni con un minimo di ampiezza e d'intensità sono in grado di far funzionare il muscolo come una pompa: la contrazione spinge il sangue ed è seguita una fase marcata di rilassamento. Ciò si ottiene con contrazioni muscolari localizzate realizzate per mezzo di movimenti analitici contro una minima resistenza (tra il 20 e il 50%) (figura 13). La proposta del russo Masterovoi dimostra peraltro che certe soluzioni utilizzate come riscaldamento e assai consolidate nella prassi, non sortiscono l'effetto ricercato.

#### Gli esercizi che pongono dei problemi

Quando si analizzano gli esercizi classici destinati al riscaldamento (corsa lenta, *skip* in frequenza, accelerazioni, stiramenti) secondo la metodologia suggerita da Masterovoi si evidenziano alcune contraddizioni.

La corsa lenta, per esempio, con la quale generalmente si inizia il riscaldamento, presenta dei problemi.

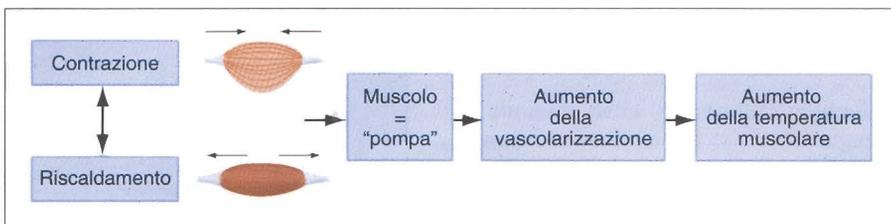
L'esercizio a base di corsa *molto lenta*, generalmente utilizzato dai giocatori di sport di squadra sia all'inizio dell'allenamento sia della competizione, produce contrazioni dei gruppi muscolari degli arti inferiori (quadricipiti, tricipiti e ischio-cru-rali) poco adatte ad ottenere un efficace effetto vascolarizzante. I quadricipiti e i

tricipiti effettuano delle azioni muscolari che risultano quasi isometriche con pochissimo raccorciamento muscolare e gli ischio-cru-rali non sono praticamente sollecitati. Nella corsa molto lenta infatti, per la scarsa ampiezza del passo, a causa del limitato angolo di lavoro nelle tre articolazioni interessate (caviglia, ginocchio e anca) e la ridotta fase frenante nel movimento di blocco della coscia e della gamba in avanti (che costituisce la maggiore attività degli ischio-cru-rali) risultano ridotte le fasi del movimento di allungamento-accorciamento muscolare.

E sarebbe proprio la fase accorciamento-allungamento a migliorare il cosiddetto "effetto pompa", responsabile di una vascolarizzazione e dunque di un rialzo termico locale più efficace. Masterovoi constatò che l'aumento della temperatura nei muscoli dell'arto inferiore, dopo una corsa lenta, risultava assai contenuto per alcuni atleti (da 0,2 a 1,6°C); osservò inoltre che, in altri atleti, non si registrava alcun aumento di temperatura negli ischio-cru-rali e qualche volta addirittura una diminuzione della temperatura muscolare. Se i risultati segnalati da Masterovoi fossero corretti, non si dovrebbe dunque iniziare il riscaldamento utilizzando la corsa lenta.

I *movimenti rapidi* risultano allo stesso modo poco efficaci per vascolarizzare in maniera soddisfacente i muscoli interessati. Se si prendono come esempio gli *skip* sul posto, che sono un esercizio classico dei calciatori (tali movimenti sono chiamati "balistici"), avvengono con contrazioni molto rapide e violente che non permettono un effetto circolatorio. Masterovoi peraltro afferma che tali tipi di azione generino addirittura un riflesso vasocostrittore. Lo stesso fenomeno avviene per le accelerazioni marcate.

Gli *esercizi di stretching* (l'argomento è già stato trattato in una precedente pubblicazione) sembrerebbero poco adatti. Alter (1996), dimostra che gli stiramenti provocano nel muscolo delle tensioni isometriche elevate e provocano un'interruzione dell'irrigazione sanguigna: esattamente il contrario dell'effetto "vascolarizzante" ricercato. Certamente, se si usasse un'alternanza tra contrazioni e periodi di rilassamento che permettessero il passaggio del sangue, l'effetto sarebbe migliore, ma scegliere una contrazione isometrica non sembra comunque il modo migliore per simulare l'effetto "pompa". In particolare Wiemann, Klee (2000) hanno ribadito l'inefficacia dell'uso dello *stretching* quale mezzo adatto al riscaldamento muscolare. Lo stesso Masterovoi aveva valutato anche che gli stiramenti elevano la temperatura muscolare, ma solo di 0,4°C: troppo poco



**Figura 13 – La regola metodologica suggerita da Masterovoi per l'aumento della temperatura muscolare.**

per una metodica che dovrebbe servire a "riscaldare" il muscolo.

*Cosa fare dunque? La soluzione sembra essere: il tipo di riscaldamento chiamato da alcuni "riscaldamento russo".*

Masterovoi, in conseguenza della constatata scarsa inefficacia del riscaldamento classico, propose un protocollo che oggi porta il nome di "riscaldamento russo". Si doveva trovare una procedura che migliorasse la vascolarizzazione. Si trattava di effettuare esercizi di forza seguiti da stiramenti muscolari. Si procede dapprima a far lavorare ciascun gruppo muscolare degli arti inferiori e ogni esercizio è ripetuto da una a due serie di dieci ripetizioni. Oggi però, valutando le recenti indicazioni circa l'effetto negativo degli esercizi di *stretching* (il cui riscontro scientifico non era ancora noto all'epoca di Masterovoi), si propone di eliminare gli stiramenti degli muscoli estensori e si riduce al minimo l'impiego dello *stretching* per i muscoli ischio-crurali.

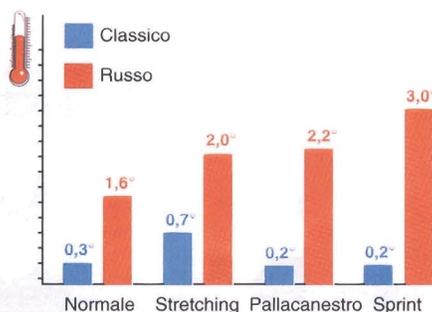
#### La durata dell'effetto: ovvero il mantenimento del rialzo termico nelle attività successive al riscaldamento

Se si effettua la fase di riscaldamento di tipo tradizionale e non si riesce a far aumentare in modo efficace la temperatura muscolare, sarà la fase che segue il riscaldamento (allenamento o competizione) che compenserà questa mancanza di efficacia e nella quale si completerà e si concluderà il riscaldamento. Masterovoi cercò di valutare questo aspetto con un'esperimento che è schematizzato nelle figure da 14 a 15. Egli constatò che i movimenti destinati a completare il riscaldamento non hanno lo stesso effetto se sono effettuati dopo un riscaldamento di tipo tradizionale o in forma analitica (riscaldamento cosiddetto "russo").

La teoria di Mastervoi si completa con la considerazione che segue: se il processo di vascolarizzazione fosse mal condotto e non si riuscisse a completarlo durante la fase di riscaldamento, i movimenti successivi (quasi tutti di tipo "balistico") non saranno certo in grado di far salire la temperatura muscolare, ma potrebbero, nella maggior parte dei casi, addirittura abbassarla ulteriormente. L'atleta resterà nella condizione di "non-riscaldamento" fino alla fine dell'allenamento.

La figura 14 illustra l'effetto sulla temperatura sulla muscolatura degli ischio-crurali conseguente a due diverse modalità di riscaldamento: classico e "russo". Nei due casi si raggiunge un aumento della temperatura rispettivamente di 0,3°C e 1,6°C.

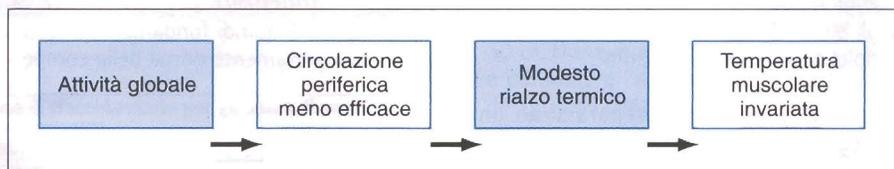
Se dopo ciascuno dei due tipi di riscaldamento si effettuano esercizi di *stretching*,



**Figura 14 – Evoluzione del rialzo termico nel gruppo dei muscoli ischio-crurali.**

la temperatura salirebbe ancora lievemente a 0,7°C (modalità classica) e a 2°C (riscaldamento "russo"). Se invece, immediatamente dopo i due tipi di riscaldamento, si gioca a pallacanestro o si effettuano degli *sprint*, si avrebbero questi risultati: dopo il riscaldamento classico la temperatura non subirebbe aumenti (0,2°C), mentre dopo il riscaldamento "russo" si avrebbe un ulteriore innalzamento (da 2,2°C a 3°C).

In conclusione, il riscaldamento "russo" favorisce la circolazione sanguigna nei distretti muscolari interessati e ciò permetterebbe agli sforzi muscolari successivi di completare l'effetto vascolarizzante e dunque di aumentare il riscaldamento dei muscoli. In altre parole, se prima "non si aprono i rubinetti", essi resteranno chiusi malgrado si facciano poi di seguito esercizi di carattere intenso: questo significa che il rischio di incidenti muscolari rimane presente per tutta la durata della competizione (figura 15).



**Figura 15 – Spiegazione schematica della minore efficacia del cosiddetto "riscaldamento tradizionale" sull'innalzamento della temperatura muscolare (secondo la teoria di Masterovoi).**

#### Riscaldamento passivo e riscaldamento attivo

La prima osservazione che si ricava da una rassegna di articoli scientifici sul riscaldamento (Ris) consiste nella necessità di distinzione tra riscaldamento passivo (RisP) e riscaldamento attivo (RisA). Il RisP consiste nel far aumentare passivamente la temperatura muscolare con mezzi esterni (docce calde, bagni caldi, camere calde...). In questo caso si tratta di isolare l'effetto "aumento della temperatura" al fine di determinare se le influenze del Ris sono dovute unicamente all'aumento della

temperatura (RisP) o all'attività dell'atleta (RisA). Sargeant (1987) aveva già dimostrato un miglioramento del 10% della potenza prodotta su cicloergometro a 140 giri al minuto dopo un aumento passivo della temperatura.

Gray, Nimmo (2001) hanno valutato due diverse modalità di Ris studiate appositamente per preparare una prova al cicloergometro: lo sforzo previsto era di tipo intermittente con un'alternanza, fino all'esaurimento, di 30 secondi al 120% del  $\dot{V}O_2\max$  e 1 minuto di riposo. Il gruppo RisA utilizzò come riscaldamento un lavoro al cicloergometro effettuato con 5 minuti al 40% del  $\dot{V}O_2\max$ , 1 minuto di riposo e poi quattro volte 15 secondi ad intensità elevata (15 secondi al 120% seguiti da 15 secondi di riposo). Il gruppo RisP fu mantenuto in una camera calda (45°C) fino a quando la temperatura muscolare divenne uguale a quella dell'RisA. La temperatura muscolare dopo il riscaldamento era di 36,9°C (RisA), 36,8°C (RisP), e solamente 33,6°C per il gruppo di controllo (GT) che non aveva effettuato alcuna forma di riscaldamento.

I risultati non evidenziarono alcuna differenza tra le due modalità per quanto riguarda la *performance* fino ad esaurimento. La sola differenza osservata tra le due modalità risiedeva in una minor produzione di lattato nel corso dello sforzo di 30 secondi per il gruppo RisA (RisA=5,53 mmol · l<sup>-1</sup>; RisP=8,09mmol · l<sup>-1</sup> e GT=7,90 mmol · l<sup>-1</sup>). Il consumo di ossigeno durante lo sforzo di 30 secondi risultò superiore per i due gruppi che avevano usato le due modalità di riscaldamento rispetto al

gruppo di controllo (RisA=1017 di ml O<sub>2</sub>, RisP=943ml di O<sub>2</sub> e GT=838ml di O<sub>2</sub>).

Bishop (2003a) ha dimostrato che la modalità di riscaldamento passivo merita l'attenzione degli allenatori, anche se può risultare difficile applicare questa metodica. Il riscaldamento passivo infatti consente di raggiungere un miglior stato di efficacia motoria senza alcun consumo di energia.

Sempre secondo Bishop (2003a) bisognerebbe utilizzare questa tecnica di riscaldamento (anche se sarebbe, in questo caso, più corretto parlare di mantenimento della temperatura muscolare, si direbbe in gergo

sportivo "evitare di raffreddarsi") per contrastare l'abbassamento della temperatura nei momenti di inattività imposti dai Regolamenti delle differenti discipline sportive. Da qui il consiglio di coprirsi efficacemente per non perdere il calore anche per le discipline *indoor* e a maggior ragione per gli sport invernali.

#### Considerazioni applicative sul riscaldamento passivo

Alcuni aspetti applicativi inerenti le modalità di riscaldamento passivo possono essere così schematizzate:

- prestare attenzione anche all'abbigliamento e utilizzare indumenti ben riscaldati;
- coprirsi in modo efficace (tuta da sci, piumino, giacca a vento, la semplice tuta non è sufficiente). Questa regola vale a maggior ragione per i giocatori in panchina;
- nell'intervallo e nelle pause bisogna coprirsi e rimanere in un ambiente caldo.

#### 4. Il riscaldamento in funzione del tipo di competizione

Sempre Bishop (2003b) elenca tre tipologie di sforzi:

1. gli sforzi brevi inferiori a 10 secondi;
2. gli sforzi di breve durata, da 10 secondi a 5 minuti;
3. gli sforzi prolungati superiori a 5 minuti. A questo elenco noi ci permettiamo di aggiungere:
4. gli sforzi di tipo intermittente che sono tipici degli "sport di squadra".

Le modalità usate per prepararsi ad un impegno muscolare breve non possono essere le stesse di quelle adatte alla maratona. Bisogna quindi prendere in considerazione i parametri fisiologici specifici ad ogni tipo di sforzo.

#### Gli sforzi di breve durata inferiori ai 10 secondi

Secondo Bishop (2003a) bastano da 3 a 5 minuti per realizzare una preparazione adatta ad uno sforzo di breve durata. È sufficiente utilizzare un esercizio di media intensità. Il riscaldamento però non si rivelerebbe efficace se l'intensità fosse troppo scarsa, se si provocasse una condizione di affaticamento muscolare marcato o se il periodo di recupero prima della competizione risultasse troppo breve, tale da non consentire di rigenerare le riserve anaerobiche alattacide. La durata della pausa tra riscaldamento e competizione dovrebbe essere di circa 5 minuti (figura 16).

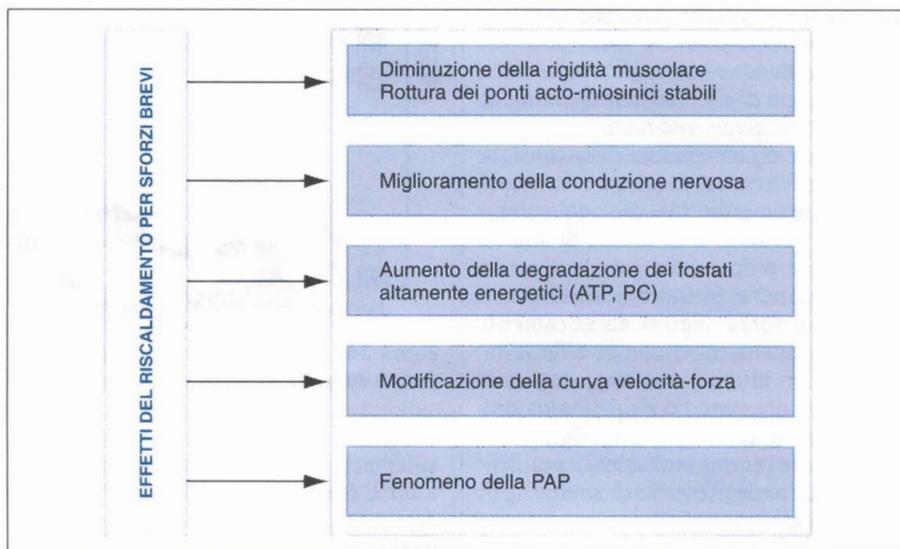


Figura 16 – I fenomeni che intervengono durante il riscaldamento per sforzi di breve durata (secondo i dati forniti da Bishop 2003a).

damento e competizione dovrebbe essere di circa 5 minuti (figura 16).

#### 4.2 Gli sforzi di durata intermedia, compresa tra i 10 secondi e i 5 minuti

Per gli sforzi di media durata sembrano valere le medesime considerazioni (figura 17), alle quali si deve però aggiungere l'aumento del livello di consumo di ossigeno. Per questo tipo di sforzi il rischio sembra risiedere in un'errata programmazione dei tempi del riscaldamento tali da comportare, alla fine di questa fase preparatoria alla gara, uno stato di affaticamento che potrebbe influenzare negativamente la performance. È quindi fondamentale recuperare completamente prima della competizione, mantenendo possibilmente un elevato livello di consumo di  $O_2$ .

Le conclusioni delle ricerche che illustrano la dubbia utilità del riscaldamento per la preparazione alle prove di durata intermedia, sono di due ordini:

- il riscaldamento proposto è di bassa intensità (inferiore al 40% del  $\dot{V}O_2\max$ ) per provocare un sufficiente aumento del consumo di ossigeno (Andzel 1982; De Bruyn-Prevost, Lefebvre 1980);
- il periodo di recupero prima della competizione risulta troppo lungo (tra i 5 e 10 minuti); ciò comporta un abbassamento del livello di consumo di ossigeno (De Bruyn-Prevost, Lefebvre 1980).

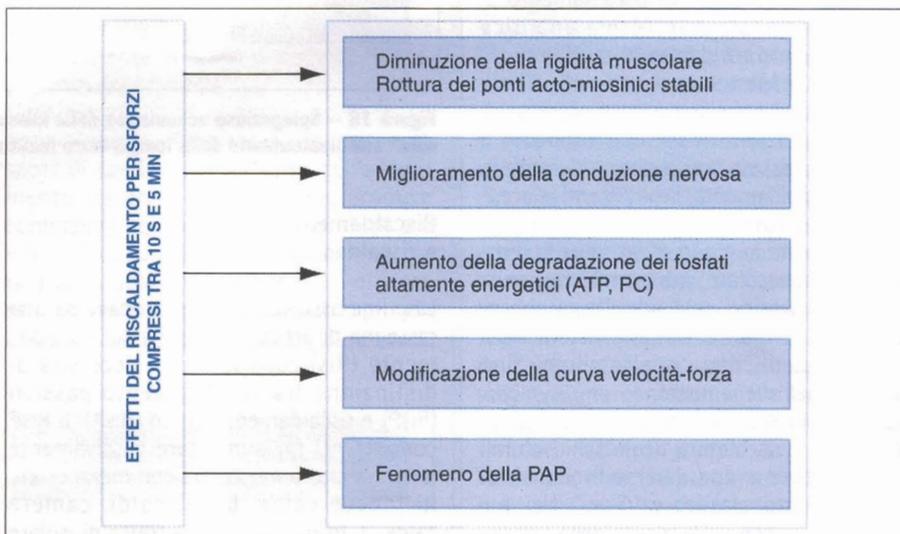
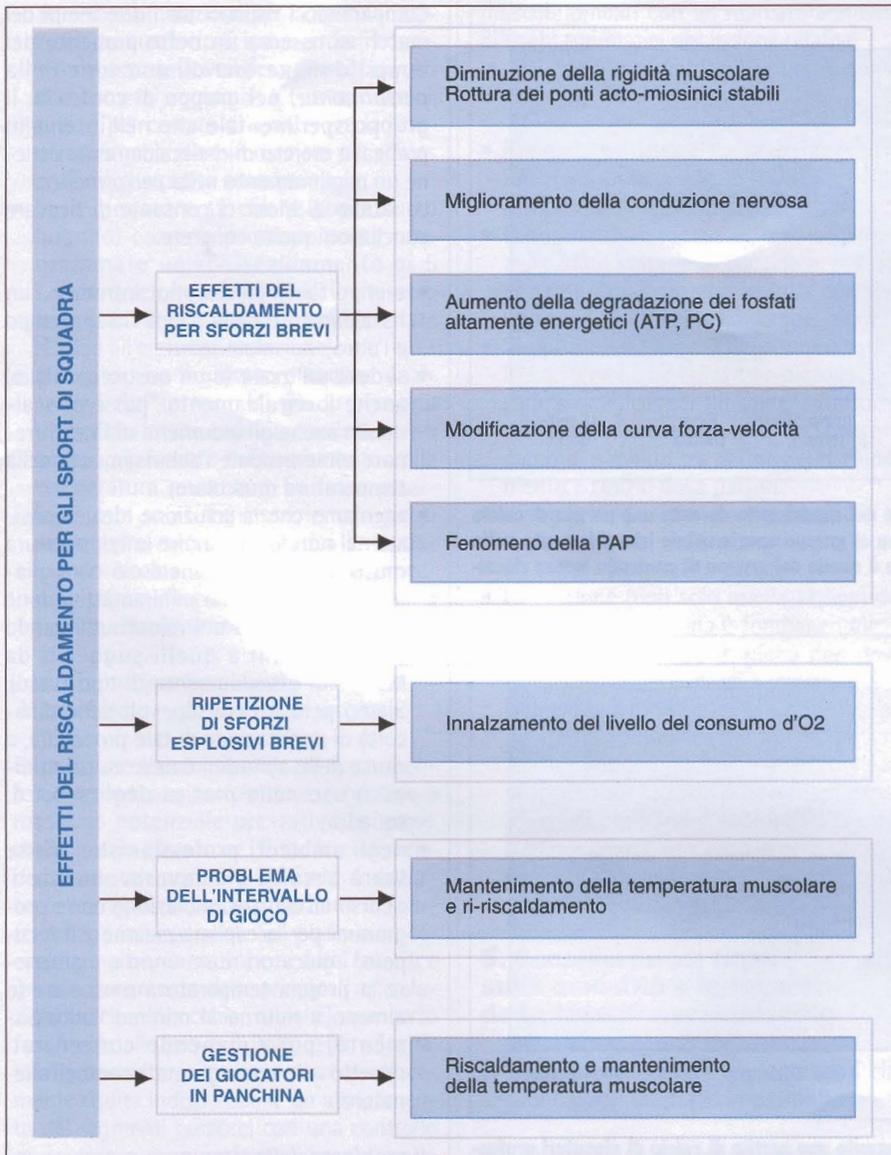


Figura 17 – I fattori che intervengono durante la fase di riscaldamento per sforzi intermedi (secondo Bishop 2003a). I fattori elencati sono gli stessi che interessano gli sforzi brevi ai quali va aggiunto l'aumento del livello di consumo di  $O_2$ .



**Figura 18** – I quattro gruppi di fattori legati alla fase di riscaldamento per gli sport di squadra.

### Gli sforzi di lunga durata superiori ai 5 minuti

Il riscaldamento per gli sforzi di lunga durata può avere effetti negativi. Ciò è riconducibile alla diminuzione della capacità di accumulo del calore (Andzel, Busuttil 1982; Gregson e coll. 2002). È quindi importante che il riscaldamento non risulti eccessivamente faticoso. Per le medesime ragioni legate alla termoregolazione anche il riscaldamento di tipo passivo può risultare controindicato.

### Gli sport di squadra

Gli sport di squadra costituiscono un caso a parte. In realtà, il loro modello prestativo prevede sforzi di breve durata, che però risultano concatenati in sequenze ripetute

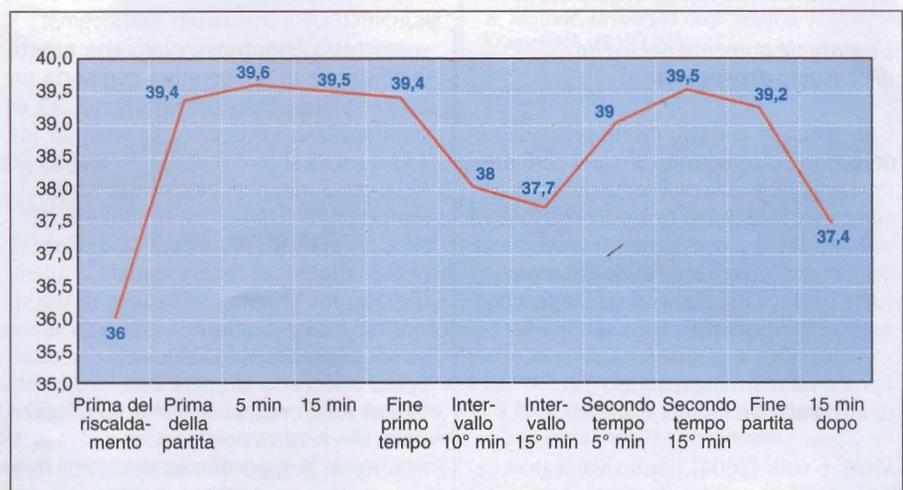
numerose volte e per un tempo relativamente lungo. Inoltre, recentemente, si è attribuita maggiore importanza alla pausa di intervallo fra i due tempi della competizione: come già menzionato, si è trovato infatti che, durante l'intervallo, si determina un sensibile abbassamento della temperatura muscolare. Per evitare che succeda, è necessario predisporre una appropriata strategia. La fase di riscaldamento per gli sport di squadra pone quattro tipi di problemi (figura 18):

- la preparazione a sforzi di tipo esplosivo;
- l'eventuale aumento del livello di consumo di ossigeno per l'inizio del *match*;
- il riscaldamento tra il primo e secondo tempo;
- la gestione della fase di riscaldamento dei giocatori seduti in panchina

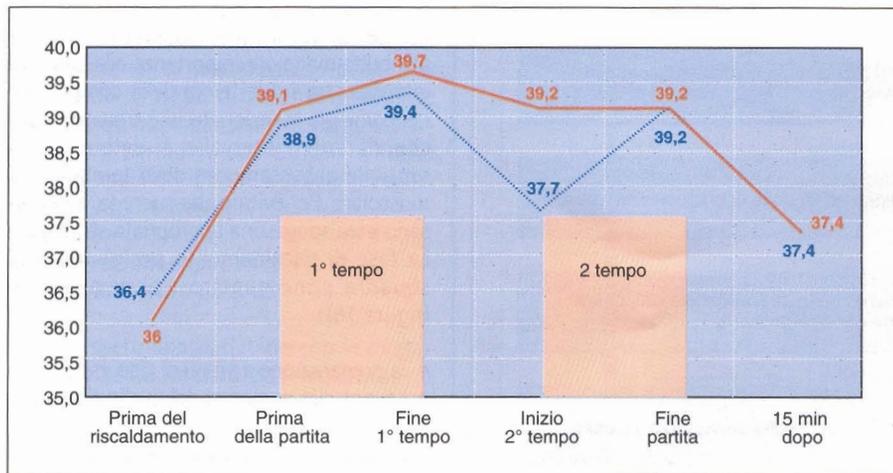
### La preparazione a sforzi di tipo esplosivo

Per questo tipo di sforzi risultano valide le considerazioni fisiologiche analizzate precedentemente (diminuzione della rigidità muscolare, rottura dei ponti stabili acto-miosinici, miglioramento della conduzione nervosa, aumento della degradazione dei fosfati ad alta energia (ATP, PC), modificazione della curva velocità-forza, fenomeno della PAP). In un bel lavoro di ricerca, condotta da Mohr e coll. (2004) è stata valutata l'evoluzione della temperatura muscolare del quadricipite nel corso delle diverse fasi della competizione (figura 19).

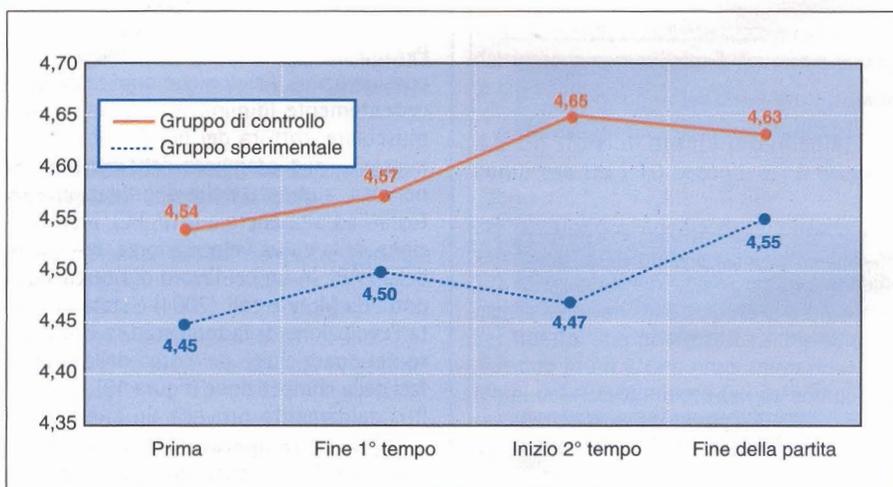
Il riscaldamento provoca un aumento di 3,4°C della temperatura muscolare del quadricipite e questa variazione termica risulta correlata con la velocità di corsa sui 30 m. Dunque è importante programmare e controllare l'aumento della temperatura dei muscoli degli arti inferiori.



**Figura 19** – Evoluzione della temperatura muscolare del quadricipite durante le varie fasi di una partita di calcio di giocatori professionisti (secondo Mohr e coll. 2004).



**Figura 20** – Andamento della temperatura muscolare del quadricipite durante una partita di calcio di giocatori professionisti; la linea continua è relativa al gruppo sperimentale (riscaldamento nella pausa tra 1° e 2° tempo) mentre la linea punteggiata è quella del gruppo di controllo (senza riscaldamento) (secondo Mohr e coll. 2004).



**Figura 21** – Evoluzione della prestazione sui 30 m durante una partita di calcio di giocatori professionisti; la linea continua è relativa al gruppo sperimentale (riscaldamento nella pausa tra 1° e 2° tempo) mentre la linea punteggiata è quella del gruppo di controllo (senza riscaldamento) (secondo Mohr e coll. 2004).

### L'eventuale aumento del livello di consumo di ossigeno

È un tentativo che può essere perseguito e deve essere incoraggiato. Bisogna però prestare attenzione alla procedura utilizzata per aumentare il consumo di ossigeno: è fondamentale che il processo non termini prima dei 5 minuti precedenti l'inizio del *match* e, come è noto, i Regolamenti spesso rendono questa condizione difficile da applicare.

### I problemi relativi alla pausa di intervallo fra i tempi di gioco

Mohr e coll. (2004) hanno valutato che durante la pausa tra il primo e secondo tempo di una partita di calcio la temperatura si abbassa di 2°C (figura 20). Ma

soprattutto hanno osservato che questa diminuzione di temperatura comporta un aumento nei tempi ottenuti sui 30 m (figura 21) di un decimo di secondo (da 4,57 s a 4,65 s).

Nei primi 5 minuti di gioco del 2° tempo la temperatura risulta costantemente inferiore a quella del 1° tempo; solo dopo 15 minuti ritorna ad essere uguale a quella rilevata nel 1° tempo. Alla luce di questi risultati, Mohr propose un riscaldamento ad un gruppo sperimentale nella pausa fra primo e secondo tempo e constatò che la temperatura muscolare del gruppo sperimentale risultava superiore di 1,5°C rispetto al gruppo di controllo. Inoltre, il tempo ottenuto sui 30 m di corsa, misurato alla ripresa del gioco, non subì alcuna variazione rispetto al primo tempo.

Comparando i risultati tra i due tempi del *match*, si osserva un netto aumento dei tempi (dunque una diminuzione nella *performance*) nel gruppo di controllo. Il gruppo sperimentale che nell'intervallo praticava esercizi di ri-riscaldamento ottiene un miglioramento nella *performance*. Lo studio di Mohr ci consente di ricavare conclusioni molto concrete:

- è importante (necessario) introdurre un riscaldamento nella pausa fra un tempo e l'altro;
- si deve utilizzare (è un nostro consiglio) anche il riscaldamento "passivo" scaldando anche gli indumenti al fine di frenare ulteriormente l'abbassamento della temperatura muscolare;
- riteniamo che la soluzione ideale consista nel non far diminuire la temperatura muscolare e per ottenere ciò consigliamo la pratica di una minima attivazione muscolare ogni 3 o 4 minuti utilizzando esercizi simili a quelli suggeriti da Mastervoi (riscaldamento di tipo russo). Siamo peraltro consapevoli delle difficoltà di applicazione di tale procedura, a causa delle abitudini e delle consuetudini in uso nella pratica degli sport di squadra;
- negli ambienti professionistici, forse verrà accolto più favorevolmente il ricorso all'elettrostimolazione con i programmi per la capillarizzazione e il recupero: i giocatori riusciranno a mantenere la propria temperatura muscolare (o almeno a ridurne al minimo l'abbassamento) pur rimanendo concentrati rispetto alle consegne tattiche dell'allenatore.

### Il problema delle riserve e dei giocatori seduti in panchina

Come già ricordato è importante non trascurare i principi del riscaldamento anche per i giocatori che non iniziano la partita, ma sono destinati alla panchina e devono essere pronti ad entrare in partita in qualsiasi momento. Questo stato di fatto pone due tipi di problemi: il rischio di entrare in gioco poco riscaldati e la posizione (postura) dell'attesa da seduti che si deve considerare come particolarmente sfavorevole.

### Il riscaldamento dei giocatori in panchina

Si presentano diverse possibilità:

- poiché i giocatori possono essere chiamati ad entrare in partita in qualsiasi momento dovrebbero attivarsi con esercizi di riscaldamento (circa un minuto) ogni 3 minuti; potrebbero anche fare ricorso

all'elettrostimolazione per la vascolarizzazione dei quadricipiti, ischio-crurali e tricipiti della sura. Dovrebbero altresì fare uso di indumenti aggiuntivi (coperte, piumini, tute...) per cercare di mantenere la temperatura muscolare in maniera più efficace di ciò che capita attualmente.

- Se il giocatore sa che (e soprattutto quando) entrerà in campo potrà programmare un ri-riscaldamento di 5 minuti e, se i Regolamenti gli limitassero la possibilità di muoversi, potrebbe fare ricorso all'elettrostimolazione.
- Nel caso che il giocatore uscisse anzitempo dal terreno di gioco bisogna immediatamente coprirlo con indumenti adatti per frenare l'abbassamento della temperatura muscolare. Se fosse possibile un suo ri-ingresso in campo si dovrebbero mettere in pratica le modalità di riscaldamento secondo le procedure prima descritte (attivazione ogni 3 minuti, elettrostimolazione...).

#### *La posizione (postura) seduta in panchina*

La posizione seduta, si rivela particolarmente controindicata per chi deve esprimere il massimo potenziale prestativo in prove velocità e in elevazione. È facile comprendere come tale posizione sia fonte di disturbo per una buona vascolarizzazione dei glutei e degli ischio-crurali. Sul piano biomeccanico, inoltre, la stazione seduta favorisce un posizionamento delle principali articolazioni (anche, ginocchia, caviglie) non certo favorevole alle prove di salto e di velocità. Infatti per saltare in alto e correre velocemente risulta indispensabile un allineamento dei segmenti corporei con un controllo muscolare e propriocettivo che non sono propri della stazione seduta.

Green e coll. (2002) hanno dimostrato che, per i giocatori di pallavolo, la posizione seduta in panchina di circa 20-30 minuti induceva un aumento della rigidità nei

muscoli lombari con un marcato aumento di rischi traumatici per le zone relative. In conclusione riguardo gli sport di squadra:

- Bisogna utilizzare un riscaldamento adatto a migliorare le azioni di tipo esplosivo dell'inizio della partita.
- È opportuno cercare di non eccedere nell'azione motoria di riscaldamento per non consumare troppa energia che servirà nelle fasi finali della competizione.
- Si può utilizzare, se il Regolamento non lo impedisce, una soluzione metodologica (e strategica) per far salire il consumo di ossigeno, ma devono trascorrere meno di 5 minuti tra la fine del riscaldamento e l'inizio della partita.
- Bisogna organizzare una strategia di riscaldamento nell'intervallo di riposo fra i (due) tempi della partita.
- La gestione (non solo quella tattica) dei giocatori in panchina è fondamentale: il giocatore che entra in gioco non deve farlo a "freddo"; coprirsi adeguatamente per mantenere la temperatura muscolare, attivarsi periodicamente con esercizi adatti e infine mantenere la temperatura muscolare ricorrendo eventualmente all'uso di programmi appropriati di elettrostimolazione (nel caso di certi sport, il cui Regolamento vieta il movimento ai giocatori seduti in panchina).

### **5. Considerazioni finali sulle modalità e le regole della fase di riscaldamento**

Si possono evidenziare gli argomenti che seguono come punti più importanti:

- Il riscaldamento deve essere programmato in modo da non sprecare troppa energia.
- La distinzione tra temperatura centrale e temperatura muscolare è fondamentale per meglio pianificare il riscaldamento.

- L'aumento della temperatura muscolare rappresenta però il fattore più importante.
- Le regole e i principi del cosiddetto "riscaldamento russo" rispondono perfettamente alle esigenze legate all'incremento della temperatura muscolare.
- La forma di riscaldamento "passivo" è da prendere in considerazione nella misura del possibile (temperatura del vestiario, coperte...).
- Per gli sforzi di tipo breve e di tipo esplosivo è sufficiente l'aumento della temperatura muscolare.
- Per gli sforzi di durata intermedia l'aumento del livello del consumo di ossigeno riveste un ruolo interessante, a condizione di non lasciare intercorrere più di 5 minuti tra la fine del riscaldamento e l'inizio della competizione.
- Per gli sport di lunga durata risulta controindicato un eccessivo aumento della temperatura centrale, poiché ciò diminuisce la capacità di accumulo del calore nel corso della competizione.
- Il fenomeno della PAP costituisce un mezzo interessante per gli sforzi brevi ed intermedi. Perciò si possono utilizzare esercizi con sovraccarichi elevati, elettrostimolazione o diverse forme di sprint.
- Per gli sport di squadra la gestione della pausa fra i tempi di gioco è fondamentale. Inoltre bisogna considerare anche il problema dei giocatori seduti in panchina.

La bibliografia del presente articolo può essere consultata e scaricata da Internet dal sito [www.calzetti-mariucci.it](http://www.calzetti-mariucci.it)

Indirizzo degli Autori: G. Cometti, UFR STAPS Digione, BP 27877, 21078, Digione Cedex (Francia); L. Ongaro Facoltà di Scienze motorie, Università degli Studi di Milano, Via Kramer 4/A, 20129, Milano; G. Alberti, Istituto di Esercizio fisico, salute e attività sportiva, Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di Milano, Via Kramer 4/A, 20129, Milano).