

Figura 9 – Media del test di Mader nei tre gruppi che hanno svolto il test dei 25 minuti.

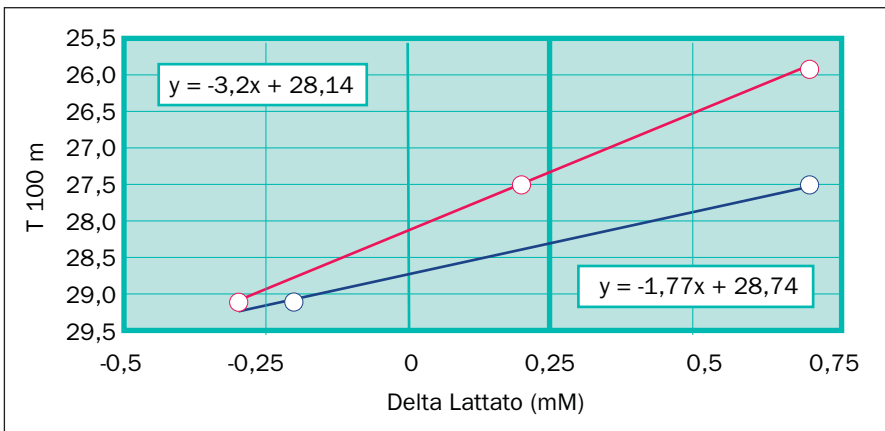


Figura 10 – Valori del Delta Lattato di due kayaker.

di 1,8 mM, mentre i soggetti che mostravano variazioni scarse nei 5-10 min (gruppo B), al termine mostravano un lieve accumulo di circa 0,6 mM. Anche i *kayaker* che mostravano una diminuzione nella prima

fase (gruppo C) al termine presentavano un calo di 0,7 mM. Appariva subito chiaro che il dato della differenza tra 5 min e 10 min sembrava predittivo di quale sarebbe stato il futuro



dell'accumulo del lattato nei minuti successivi, come si può vedere sempre nella figura 8.

Qualche altro aspetto particolare che abbiamo notato riguarda la FC e le velocità dei diversi gruppi di comportamento nei confronti del lattato accumulato nei 25min (figura 9).

Se valutiamo il test di Mader dei tre gruppi sopracitati, notiamo come il gruppo A sia quello che risulta avere i migliori risultati, come evidenziato nella figura. In sostanza chi ha un MLSS vicino alle 4mM risulta essere nelle peggiori condizioni, smentendo, quindi, la teoria della Soglia anaerobica a 4mM. Incuriositi da questo aspetto, negli anni successivi abbiamo effettuato molte altre prove e abbiamo ottenuto il medesimo risultato.

In pratica, se il loro MLSS (tabella 10) si situa oltre le 3 mM, i *kayaker* giovani risultano avere un tempo a t 100 m delle 4mM più scarso rispetto agli altri gruppi. Sfruttando il *database* creato su tutti questi giovani *kayaker*, abbiamo incrociato

	MLSS latt alto	MLSS latt basso	Diff %
Latt. MLSS (Mm)	3,2 + 0,5	1,6 + 0,5	-50% p<0,01
% FC MLSS/FcMax	89% + 4%	82% + 4%	-8% p<0,001
MLSS (t100)	28,4 + 1,5	28,3 + 1,2	
4mM ( t100)	27,6 + 1,6	26,7+ 1,2	-3,3% p<0,05
VAM ( t100 2000max)	25,3 + 1,2	25,0 + 0,8	-1,2% p<0,18
85 hpg max in 2 min (t100)	24,7 + 1,3	24,3 + 1,2	-1,6% p<0,16
Lattato a 85 hpg max 2 min (mM)	6,4 + 2,2	6,8 + 2,6	6,2 % p<0,31
85 hpg max in 20 s (t100m)	23,8 + 1,5	23,2 + 1,2	-2,5% p<0,09

Tabella 10 – Differenze in vari parametri meccanici tra i gruppi che presentano un MLSS con valori di lattato diversi.

**85 hpg max 2min:** è una prova di forza resistente nella quale il *kayaker* deve sostenere un ritmo di colpi al minuto (hpg) predefinito per 2 min cercando di sviluppare la massima potenza possibile a quella frequenza per 2 min; **85 hpg max in 20 s:** come nel test precedente il *kayaker* deve sviluppare in 20 s la massima potenza alla frequenza stabilita di 85 hpg: il rapporto tra questi due test indica il livello di forza resistente.

Delta lattato 5 min e 25 min	Lattato 25 min rispetto al test di Mader	3 mM test di Mader	t 5 min del test di 25 min	t 25 min del test 25 min	FC test di Mader 3 mM	FC al termine test 25 min	Diff. FC
<0, n = 15	-0,6 + 0,5	29,0 + 1,7	29,0 + 1,4	28,98 + 1,4	173 + 11	177 + 13	4 + 2
Tra 0 e 1, n = 21	0,6 + 0,3	28,5 + 1,8	28,4 + 1,7	28,50 + 1,7	174 + 10	180 + 11	6 + 2
Tra 1 e 2, n = 24	1,4 + 0,3	27,4 + 1,3	27,5 + 1,2	27,68 + 1,1	176 + 10	185 + 9	9 + 3
> 2mM, n = 12	2,6 + 0,4	27,2 + 1,5	27,3 + 1,4	27,24 + 1,3	174 + 13	190 + 10	16 + 4

**Tabella 11 – Confronto tra differenti cinetiche del lattato durante il test dei 25 min e confronto con i parametri del test di Mader.**

	Lattato 5 min	Lattato 10 min	Delta latt.	t 100
<i>Kayaker A</i>				
Prima prova	2,8	2,6	- 0,2	29,1
Seconda prova	4,3	5,0	0,7	27,5
<i>Kayaker B</i>				
Prima prova	2,0	1,7	- 0,3	29,1
Seconda prova	2,7	3,1	0,4	27,5

**Tabella 12 – Esempio del test 5+5 eseguito da due kayaker.**

alcuni dati, notando che, a parità di MLSS (tabella 11), i *kayaker* migliori risultano essere quelli che hanno un MLSS ad una quantità di lattato molto bassa. Dai quarantadue casi dei quali possediamo contemporaneamente tutti i dati ricaviamo quelli mostrati nella tabella 11.

È interessante notare come, a parità di t100 MLSS, i soggetti che presentano un lattato più basso abbiano anche una % di FC durante la prova MLSS molto inferiore rispetto all'altro gruppo. Risulta anche molto evidente, ancorché non statisticamente significativo, che questi soggetti presentano, oltre ad una VAM migliore, anche una potenza molto elevata ottenuta in una prova massimale di 20 s a 85 hpg al pagaierometro (tabella 10), che indica una tipologia d'atleti evidentemente più potente muscolarmente e tecnicamente.

La tabella 11 ci indica anche come possiamo leggere la FC media della prova dei 25 min rispetto alla FC del test di Mader: essa sembra presentare un aumento graduale e correlato all'aumento del differenziale del lattato: in pratica, se nella prova dei 25 min notiamo aumenti della FC superiori a 10 b/min possiamo essere certi che nei 20 min sono stati accumulati oltre 2 mM di lattato. Da notare che, anche nel caso che venga smaltito il lattato, comunque sussiste un aumento della FC, ancorché limitato a circa 4 battiti.

Al fine di semplificare le procedure ed evitare un numero eccessivo di test nell'anno successivo, abbiamo sviluppato un test di Mader particolare: veniva ugualmente effettuato un prelievo al 5 min, ma al *kayaker* si

chiedeva di svolgere altri 5 min alla stessa velocità dei primi 5 min, dopo i quali veniva definitivamente fermato per un altro prelievo. La stessa procedura veniva ripetuta per almeno due velocità<sup>2</sup>.

Il risultato è stato, quindi, che il MLSS è stato identificato senza ricorrere a prove prolungate che, se eseguite al pagaierometro, risultano noiose e mal sopportate dagli atleti dopo la prima volta.

Utilizzando questo sistema, quindi, possiamo ottenere, con due o tre prove da 10 min, sia il rapporto classico lattato/potenza, sia anche il valore del MLSS che abbiamo identificato essere intorno a 0,25 mM di accumulo ogni 5 min.

In pratica, i nostri *kayaker* (tabella 12) svolgono prove da 10 min con un prelievo di lattato al 5° min e al 10° min (il prelievo porta via circa 15 s) e otteniamo un Delta lattato tra 5° e 10° minuti, che rapportiamo al tempo ottenuto.

Se osserviamo l'esempio della figura 10 in essa vediamo che, in pratica, possiamo tracciare il grafico (figura 10) dei valori del Delta Lattato e del t100 m, e in base ad esso riusciamo a calcolare le rette di regressione dei singoli *kayaker*.

La letteratura internazionale specializzata indica che può essere considerato MLSS la potenza (o il tempo) che in una prova di 25 min/30 min consente di accumulare 1 mM; naturalmente sappiamo che tutto ciò è una convenzione.

Noi comunque accettiamo la convenzione che, nei 20 min successivi al primo prelievo di lattato, si possa accumulare fino ad 1 mM di acido lattico, quindi forniamo

come valore di riferimento per la soglia il dato di 0,25 mM ogni 5 min.

Se lo inseriamo nell'equazione della figura 10 otteniamo 28,3 s per il soggetto A con un lattato a 3,5 mM, che è il tempo ogni 100 m con cui dovremmo realizzare la prova a soglia dei 25 min; per il soggetto B il MLSS si situa a 27 s 84 con un lattato di 2,5 mM.

In pratica, abbiamo determinato che il prelievo al 10° min in una prova di 25 min può anche essere omesso (in verità anche quello del 5° min) e lo stesso test dei 25 min può essere verificato anche in barca, sviluppando dapprima un test di Mader in barca e poi facendo realizzare una prova di 5000-6000 metri, valutando il lattato prelevato al termine della prova.

Per chiudere il cerchio, su venti soggetti abbiamo effettuato sia il test di Mader 5+5 e il giorno dopo la prova dei 25 min con prelievo di lattato: il risultato finale è la notevole attendibilità della prova che garantisce con modesto margine di errore la sovrapposibilità del MLSS ottenuto con i due diversi test (Colli, Introini, in stampa). Il dato più interessante comunque è che i soggetti migliori presentano una produzione di lattato al MLSS molto bassa (vicina alle 2 mM): ciò ci identifica una notevole distanza tra il valore del MLSS ed il valore della VAM, e solo quest'ultimo risulta ancora una volta il dato più correlato con la prestazione. In sostanza quello del MLSS ci consegna un dato in termini di tempo che è molto lontano dalla prestazione specifica di questa disciplina e ricercarlo con metodiche troppo sofisticate non risulta così importante ai fini dell'allenamento. Che invece va tarato sulla VAM. L'MLSS può essere un dato utilizzabile per l'allenamento, ma non per identificare i livelli prestativi.

Un altro dato interessante è che anche se ben trentasei *kayaker* avevano superato l'MLSS di quasi 2 mM, la loro prestazione nei 25 min non ne aveva risentito affatto: la presenza di 4-6 mM di lattato nel sangue non produce alcun calo prestativo.

Da questo punto di vista, quindi, il concetto secondo il quale non si deve superare la

"soglia anaerobica" va smitizzato perché, entro certi limiti ciò, può avvenire tranquillamente senza inficiare la prestazione.

La FC in queste prove mostra una deriva di alcuni battiti che ci fa anche capire come non ci si possa affidare ad un dato preciso di FC, ma, invece, deve essere indicata una zona entro la quale svolgere l'azione, con un'ampiezza del 3-5% che corrisponde a 6-10 b/min.

Nel nostro caso abbiamo notato che la FC non aumenta solo nei *kayaker* che smaltiscono il lattato, che cioè si trovano nettamente sotto il MLSS, mentre in chi procede a MLSS, la FC media è di 5-7 battiti/min superiore a quella calcolata attraverso il test di Mader (5 min) ed è di 10 battiti/min e oltre superiore per chi, invece, si trova fuori MLSS. Anche questa indicazione può essere molto utile per l'allenatore, ma solo se verificata insieme alla potenza espressa o, meglio ancora, insieme alla velocità di percorrenza in barca a velocità intorno alla MLSS.

Per realizzare un buon allenamento per l'MLSS, sarà quindi utile svolgere diverse ripetute (per un totale di almeno 50-60 min) alla velocità del MLSS e ciascuna ripetuta non dovrà durare meno di 10 min. Per mantenere costante la velocità o la potenza dobbiamo consentire che durante la ripetuta, la FC aumenti di almeno 5-6 battiti/min rispetto al valore ricavato dal test di Mader. Se invece insistiamo a mantenere fissa la FC ad un determinato valore, la potenza o velocità decadranno, inevitabilmente.

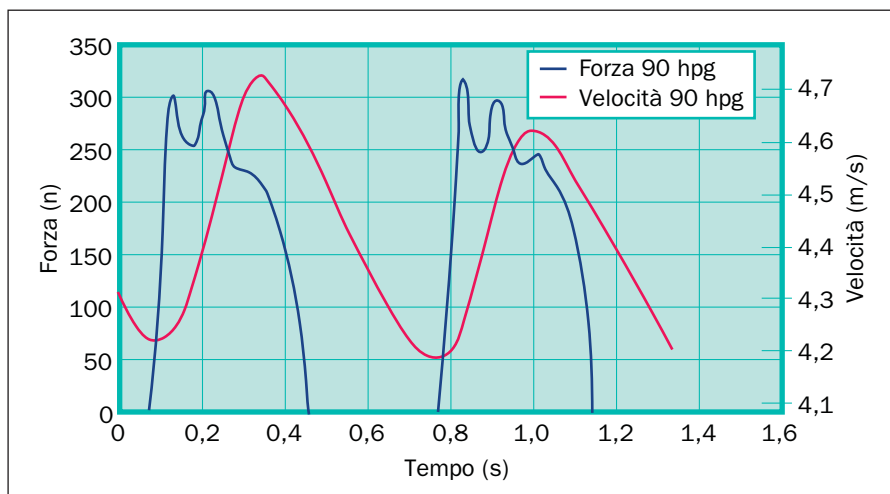
**7° obiettivo:** valutare se il fulcro del rendimento si trova nel rapporto tra forza applicata alla pagaia e accelerazione della barca.

Nel corso degli anni abbiamo ritenuto opportuno e tecnologicamente possibile costruire un'apparecchiatura denominata *ERGOKAYAK2* che ci desse sincronizzata la forza applicata alla pagaia e la conseguente accelerazione imposta alla barca.

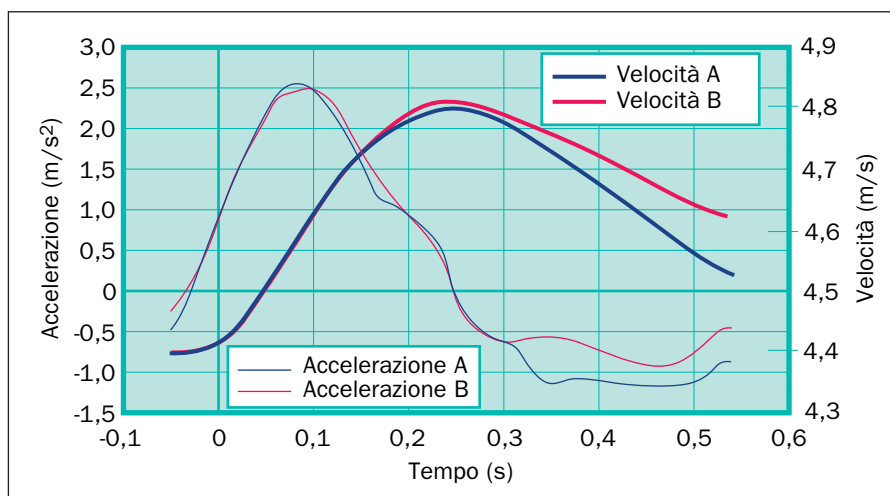
Nel kayak, così come nel canottaggio, la forza applicata non è continua e ci sono fasi diverse della pagaiata che presentano rendimenti diversi. Come notiamo nella figura 11, dove vengono rappresentate la pagaiata dx e sx di uno stesso *kayaker*, ad una forza applicata sulla pagaia leggermente più elevata a sx (Fdx 205 N, Fsx 217 N) non corrisponde una altrettanto uguale variazione della velocità della barca.

Si può facilmente vedere che mentre a dx il *kayaker* accelera vistosamente per raggiungere una velocità di 4,65 m/s, a sx tale accelerazione è più bassa e consente il raggiungimento di una velocità solo di 4,57 m/s.

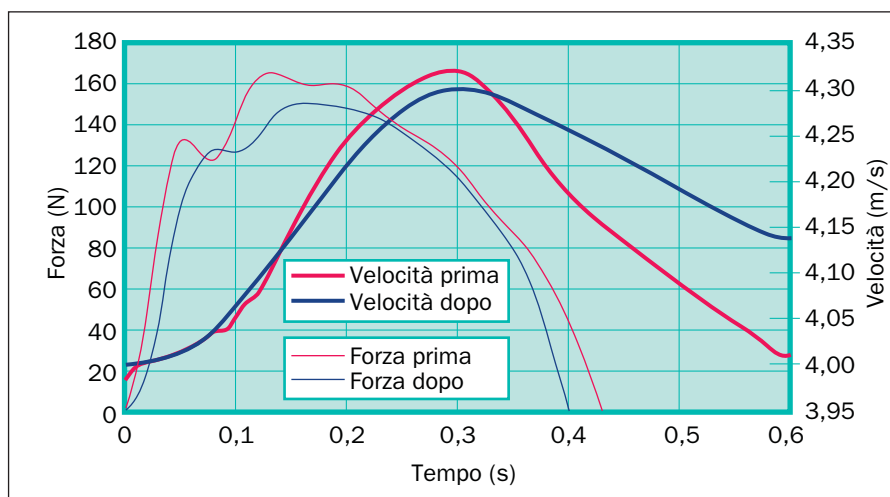
Quindi, nella fase propulsiva con la pala in acqua a destra il *kayaker* copre 1,69 m contro 1,59 a sx, anche se a sx sulla pagaia è applicata una forza maggiore.



**Figura 11** – Andamento sincronizzato della forza applicata alla pagaia e velocità della barca in un colpo dx e sx.



**Figura 12** – Andamento dell'accelerazione e della velocità di due *kayaker* che applicano la stessa accelerazione nella fase di spinta, ma differiscono nella tecnica della fase aerea.



**Figura 13** – Analisi della forza applicata e della velocità sincronizzata dello stesso *kayaker* prima e dopo due mesi di allenamento a velocità prossime alla gara: il netto miglioramento è visibile dal più corretto scivolamento del kayak e non dall'aumento della forza applicata.

Ciò è evidentemente dovuto ad una cattiva trasmissione della forza alla barca, imputabile a vari fattori tecnici come un ritardo nel movimento della spinta di gambe, una minore capacità torsiva del bacino, un minor bloccaggio della spalla.

Nel kayak, così come nel canottaggio, un altro punto decisivo per il rendimento della barca sta nella fase aerea, cioè quella senza propulsione, nella quale si possono ulteriormente verificare decelerazioni superiori al normale freno idrodinamico della barca.

Ciò avviene, ad esempio, ai due *kayaker* della figura 12 che riescono ad ottenere la stessa velocità nella fase propulsiva. Ma, nella fase aerea, il soggetto A, per preparare il colpo successivo, provoca turbolenze alla barca che ne pregiudicano lo scivolamento, e ciò causa la perdita di circa 3-4 cm ad ogni colpo e soprattutto abbassa la velocità iniziale del colpo successivo da 4,52 m/s a 4,42 m/s. In questo modo il *kayaker* sarà obbligato ad applicare una forza maggiore se vuole raggiungere nuovamente la velocità di picco dell'altro *kayaker*, producendo comunque un peggioramento della velocità media.

Il terzo aspetto da sottolineare, riguarda la variazione dovuta all'allenamento del *kayaker* che, come si vede nella figura 13, dopo due mesi di allenamento a velocità prossime a quelle di gara, ottiene una velocità media migliore, che non può essere attribuita ad un aumento della forza applicata, poiché essa addirittura si riduce, mentre cambia totalmente l'accelerazione della barca che si dimostra più fluida.

Ciò dimostra, in maniera inequivocabile, che non è l'aumento della forza applicata che migliora la velocità della barca, ma soprattutto il suo trasferimento, dovuto ad un miglioramento coordinativo e tecnico del *kayaker*. È evidente che tale miglioramento deve avvenire a velocità prossime a quelle di gara.

## Conclusioni

In termini molto sintetici possiamo concludere i risultati di quattro anni di lavoro con le seguenti osservazioni:

- il  $\dot{V}O_2\text{max}$  relativo può essere utilmente determinato intorno ai 15-16 anni, successivamente si deve controllare che aumenti solo il  $\dot{V}O_2$  assoluto per effetto dell'aumento di peso. Per le atlete tale rilevazione deve essere anticipata di almeno 1 anno.
- Il  $\dot{V}O_2\text{max}$  rilevato in barca è fortemente correlato con il  $\dot{V}O_2\text{max}$  rilevato al pagaierometro. Ciò consente di poterne realizzare la determinazione in maniera estensiva già nel secondo anno della Categoria Ragazzi.

- *Kayaker* uomini di livello debbono possedere un  $\dot{V}O_2\text{max}$  relativo comunque superiore ai 60 ml/min/kg, mentre le donne devono presentare un valore superiore ai 50 ml/min/kg.
- Il  $\dot{V}O_2\text{max}$  da solo non consente la selezione del talento tranne che, parzialmente, nelle donne. Tale selezione va collegata al Ck in kayak, che deve essere monitorato direttamente sulla barca.
- Il pagaierometro non ci fornisce valori di Ck sufficientemente correlati a quello in barca, mentre può permetterci di identificare la VAM del soggetto, che è molto simile a quella che può ottenere in barca.
- L'effettuazione del test per la determinazione del Ck in barca, soprattutto a velocità di gara, è decisivo per stimare le variazioni negli anni della qualità tecnica del *kayaker*.
- Deve essere verificato se il soggetto è in grado di produrre lo stesso  $\dot{V}O_2\text{max}$  in barca rispetto ad una condizione stabile come il pagaierometro; in caso contrario il problema è di natura tecnica o dipende dai pochi anni di attività in barca.
- Al pagaierometro si può sviluppare un test massimale sui 2000 m che è molto correlato al tempo che si può ottenere in barca.
- La VAM calcolata al pagaierometro tramite il  $\dot{V}O_2\text{max}$  ed il Ck risulta molto correlata alla VAM calcolata con lo stesso sistema in barca e ciò consente di utilizzare il dato del pagaierometro, anche per costruire tabelle di allenamento per la barca.
- La VAM è molto correlata al test di 2000 m max sia al pagaierometro sia in barca e al pagaierometro risulta essere di 0,5 s ogni 100 m superiore al tempo ottenuto sul 2000 max in barca.
- Il valore di soglia a 4 mM non rappresenta il valore del MLSS (nuovo concetto di soglia anaerobica) e può essere utilizzato solo per le ripetute di 4-8 min.
- L'MLSS non è assolutamente predittivo della prestazione. Più basso è il lattato al MLSS migliore è il livello prestativo del *kayaker* ed è utile per stabilire ritmi di allenamento delle ripetute di durata da 10 min e oltre.
- L'MLSS può essere determinato tramite un test di Mader 5+5 che consente di stabilire sia le zone di intensità di allenamento a 2-4 mM, sia l'MLSS.
- La FC nelle ripetute aerobiche, deve essere sempre valutata in aumento, a potenza o velocità cos-tante, e piuttosto che identificare un valore FC di MLSS è più corretto identificare una zona di variabilità di 6-10 b/min.

Continuare a parlare di miglioramenti fisiologici (ad esempio della potenza aerobica) è quindi fuorviante, in quanto al centro della scelta dei mezzi e metodi di allenamento sempre e comunque va posto il modello tecnico della prestazione, che comprende velocità, frequenza dei colpi, forza applicata e rendimento meccanico (come ad esempio lo scivolamento della barca nelle diverse fasi del colpo ed anche nella fase aerea). Questi dovrebbero essere l'oggetto principali dell'allenamento, l'aspetto fisiologico è secondario rispetto a queste scelte.

### Note

- (1) Condizione che nel lago di Sabaudia, dove sono stati eseguiti i test, è assicurata sotto-riva nei periodi primaverili ed estivi, data la particolare configurazione del lago.
- (2) Ad onore del vero il sistema proposto non è totalmente originale, perché già proposto circa tredici anni fa (Billat 1994), anche se il test proposto aveva tempi e modalità molto diverse ed a nostro avviso si dimostrava molto più macchinoso e mal si adattava ad un lavoro su un numero ampio di soggetti.

Si ringraziano: la FICK ed il suo Centro studi per aver supportato finanziariamente il lavoro di ricerca tramite l'erogazione di borse di studio atte allo scopo; il Corso di laurea in Scienze motorie della Facoltà di Medicina e chirurgia dell'Università di Tor Vergata per aver messo a disposizione lo *Human Performance and Training Lab C. Bosco* e le risorse umane e tecnico scientifiche per le rilevazioni.

Gli Autori:

Roberto Colli: docente di metodologia dell'allenamento presso il Corso di Laurea in Scienze motorie della Facoltà di Medicina dell'Università di Roma Tor Vergata. Per il 2005-2008 responsabile per il coordinamento della ricerca tra la Federazione italiana canoa/kayak e l'*Human Performance and Training Lab C. Bosco* del Corso di laurea in Scienze motorie di Tor Vergata.

Elisabetta Introini: allenatrice FICK dal 1986. Allenatrice IV livello Europeo dal 2004. Dal 2005-2008 coordinatrice del settore Ragazzi-Junior e Maratona per la FICK. Attualmente allenatrice presso il Circolo Canottieri Aniene Roma. Due volte Campionessa mondiale e una volta Campionessa europea di Maratona nel 2002 e 2004, ha vinto quaranta titoli italiani.

Antonio Buglione: Laurea in Scienze e tecniche dello Sport; 3° anno di dottorato presso la Facoltà di Medicina dell'Università di Tor Vergata, collaboratore dell'*Human Performance and Training Lab C. Bosco*.

Vito Azzone: Laurea in Scienze e tecniche dello Sport; 3° anno di dottorato presso la Facoltà di Medicina dell'Università di Tor Vergata, collaboratore dell'*Human Performance and Training Lab C. Bosco*.

Michele Paternoster: Laurea in Scienze e tecniche dello Sport, Corso di Laurea in Scienze motorie della Facoltà di Medicina dell'Università di Tor Vergata. Collaboratore volontario presso l'*Human Performance and Training Lab C. Bosco*.

La bibliografia del presente articolo può essere consultata nel sito [www.calzetti-mariucci.it](http://www.calzetti-mariucci.it)