

L'evoluzione del pagaiaergometro: da strumento a metodo di controllo dell'allenamento

Marco Vescovi*^o, D. Bronzini**^{oa}, F. Bruttini*, A. Mortara**^o, Monica Vescovi*

* Staff medico CUS Pavia sez. Canoa

** Staff Tecnico CUS Pavia sez. Canoa

^o Collaboratori del College Universitario Canoa Kayak Pavia

^a Docente a contratto di Tecnica della Canoa Facoltà di Scienze Motorie Università di Pavia

Abstract

Il Pagaiaergometro viene utilizzato ormai stabilmente nei programmi d'allenamento. L'utilizzo di un prototipo di nuova concezione ha permesso agli autori di testare atleti di diverse discipline (Kayak, Canadese, Fluviale e Rafting) su differenti prove, sia massimali che incrementali. L'analisi dei dati raccolti e la loro successiva elaborazione ha permesso di modificare gli allenamenti programmati cercando di stimolare le componenti rilevatesi più deficitarie giungendo a costruire un allenamento su misura per ogni atleta.

L'utilizzo dell'ergometro come valido sostituto dell'allenamento in acqua, anche in funzione degli studi che comprovavano la similitudine tra le risposte fisiologiche (VO₂ massimale, lattato ematico, frequenza cardiaca) ottenute sull'ergometro e in acqua (Van Someren e altri 2000, 2002), si è ampiamente diffuso negli ultimi anni.

Recentemente è stato presentato un prototipo di pagaiaergometro (Riverrunner) che abbina al sistema meccanico dell'ergometro una computerizzazione per il rilevamento dei seguenti parametri: potenza applicata durante la pagaiata diversificando l'applicazione della forza del colpo a destra e del colpo a sinistra, velocità di progressione espressa in metri al secondo, media del numero dei colpi effettuati ogni due secondi e frequenza cardiaca con un algoritmo di rivelamento ogni due secondi.

Le sedute di allenamento possono essere inoltre registrate su una chiavetta USB per poi essere analizzate in un secondo tempo intersecando le sensazioni dell'atleta raccolte durante l'allenamento.

Dall'utilizzo di prova di questo ergometro è nata l'idea di testare alcuni atleti di alta qualificazione, allievi del College istituito presso l'Università degli Studi di Pavia, che si allenano presso la nostra società, che, essendo sede del College della pagaia, raccoglie sia atleti della fluviale che della velocità. In un secondo tempo sono stati testati con la stessa metodologia anche degli atleti della canoa fluviale, della canoa canadese e alcuni praticanti il Rafting di alta qualificazione di livello nazionale/internazionale. Dapprima gli atleti hanno eseguito un test incrementale massimale con

rilevamento della velocità, espressa in metri al secondo, e della frequenza cardiaca; la Frequenza Cardiaca (FC) è stata monitorata da un cardiofrequenzimetro Polar inserito sull'ergometro con algoritmo di rilevamento fissato ogni due secondi. La velocità viene incrementata gradualmente ogni trenta secondi fino alla massima velocità possibile che l'atleta può mantenere per trenta secondi, mentre il tecnico indica il momento dell'incremento della velocità. Il test viene considerato concluso quando l'atleta non riesce più a mantenere la velocità indicata per il tempo programmato.

I dati della frequenza cardiaca rilevata al momento del passaggio alla velocità superiore sono poi inseriti nel programma VAMEVAL (versione 3 Charlet Sylvain) che permette di estrapolare, secondo un algoritmo eseguito dal programma stesso, la FC alla velocità aerobica massimale, alla soglia anaerobica e a quella relativa allo sviluppo della capacità aerobica .

Il programma definisce come Frequenza Cardiaca alla Massima Velocità Aerobica la frequenza più alta raggiunta durante la prova, come frequenza di soglia anaerobica quella frequenza cardiaca pari all'87% della Frequenza Cardiaca massimale, come frequenza di capacità aerobica quella pari al 78% della frequenza massimale.

Sarà comunque compito di un altro studio, in fase di progettazione e realizzazione, il controllo dell'effettiva realtà e riproducibilità delle indicazioni sopradescritte.

In una seconda seduta di test, effettuata dopo alcuni giorni per permettere il completo recupero, ma soprattutto per non interferire eccessivamente con i programmi di allenamento, sono stati eseguiti dei test massimali sulla durata di 2 e 4 minuti, con numero di colpi liberamente deciso dall'atleta.

La durata è stata scelta perché simile ai tempi impiegati nel Kayak velocità per percorrere le distanze gara dei 500 e dei 1000 metri, alla durata media di una manche di una gara "sprint" nella fluviale e soprattutto traendo spunto dagli studi di Colli e altri (1990) e Bishop e altri (2002).

Il programma computerizzato dell'ergometro è stato impostato per mostrare per ogni atleta durante l'esecuzione del test la durata, la velocità espressa in metri al secondo, la distanza percorsa, la curva della potenza espressa in watt, il numero dei colpi al minuto, la potenza per ogni singola pagaiata e la frequenza cardiaca sia durante ogni pagaiata che espressa in forma grafica di curva .

Abbiamo poi estrapolato alla fine del test i 5 secondi in cui la potenza espressa era massima, sommando la potenza di ogni singolo colpo e dividendo il totale ottenuto per il numero di colpi: il risultato corrisponde alla potenza massimale media per colpo. Lo stesso procedimento è stato eseguito per i 5 secondi in cui la potenza espressa era al minimo ottenendo la potenza minima media per colpo.

Sono stati quindi calcolati due indici:

la potenza massima per kg di peso dell'atleta e l'indice di fatica, rivelatosi al termine delle prove molto interessante per programmare l'allenamento.

L'indice di fatica è l'espressione numerica del rapporto che intercorre tra la differenza in Watt tra la media della potenza massima espressa per 5 secondi e la potenza minima media espressa per 5 secondi, diviso la potenza massima e moltiplicata per 100. L'indice può essere indicato graficamente in questo modo:

$$\text{Indice Fatica} = \frac{\text{Potenza massima} - \text{Potenza minima}}{\text{Potenza Massimale}} \times 100$$

Questo indice può essere di ausilio alla programmazione dell'allenamento se viene intersecato con gli altri dati raccolti durante la prova.. A parità di potenza massima espressa più basso è l'indice di fatica e maggior è la capacità di resistere all'applicazione della forza; al contrario più alto è l'indice di fatica, maggiore è la necessità di programmare lavori capaci di incidere sulla capacità di forza resistente (o di resistenza alla forza a seconda della scuola di pensiero seguita) per mantenere una produzione di lavoro espresso in watt costante nel tempo e con minor oscillazioni possibili. A parità di indice di fatica l'attenzione dell'esaminatore va invece posta sulla potenza massima espressa per almeno 5 secondi e sulla potenza media della prova, dando indicazioni sui lavori che consentano o l'aumento della potenza massima espressa in watt o l'aumento della potenza media. Nelle figure 1 e 2 vediamo la rappresentazione grafica del test sui 4 minuti di due atleti di 18 anni (il primo di 78 kg di peso, il secondo di kg 67) che praticano la canadese sia olimpica che fluviale.

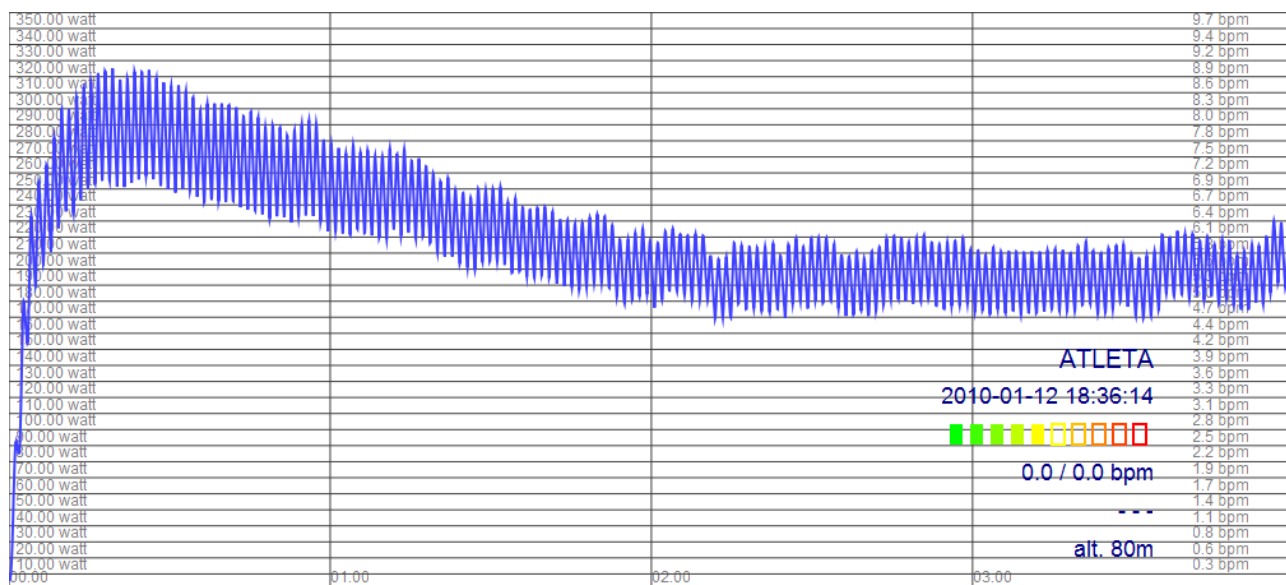


Figura 1

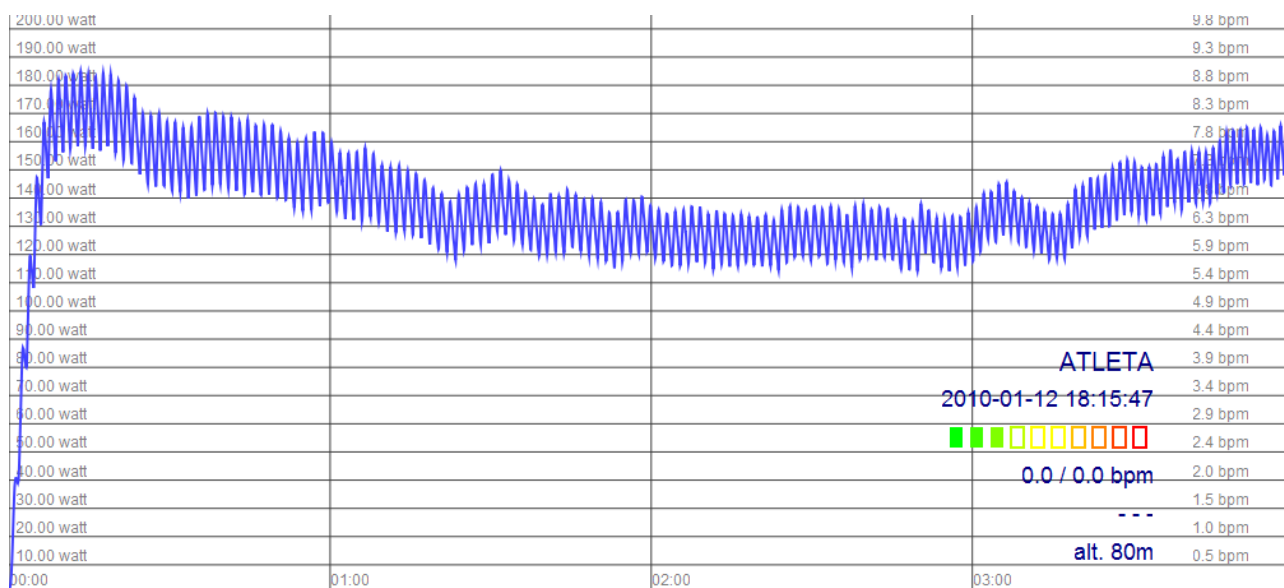


Figura 2

Come si può vedere il primo atleta raggiunge una maggiore potenza assoluta (320 Watt versus 185 watt), ma al termine della prova presenta un indice di fatica maggiore rispetto al suo coetaneo che mantiene una espressione di potenza più costante, pur con una potenza massima nettamente ridotta. (Indice di Fatica della figura 1 = 34,7, della figura 2 = 25,94). In questo caso per due atleti che hanno gareggiato spesso in coppia sulla stessa barca, anche ottenendo risultati di assoluto prestigio internazionale, abbiamo quindi ottenuto indicazioni differenti per personalizzare la programmazione dell'allenamento con una evidenziazione del lato più debole di ciascun atleta. Le due prove eseguite non riportano la rappresentazione grafica della curva della FC in quanto la posizione del pagaiatore della canoa canadese manteneva la fascia toracica di rilevamento della FC troppo lontano dal ricevitore del cardiofrequenzimetro.

I Test massimali

Dall'insieme dell'esecuzione di tutte queste prove abbiamo potuto trarre le indicazioni riguardanti:

- la distribuzione della potenza durante lo sforzo (o meglio la gestione dello sforzo da parte dell'atleta durante una prova di durata prefissata, soprattutto se abituale e conosciuta)
- l'andamento della curva della frequenza cardiaca in rapporto sia alla durata della prova sia alla potenza espressa come indicazione del saper gestire una durata di gara senza oltrepassare il limite oltre il quale la fatica è eccessiva e limita la prestazione,
- la comparazione della potenza espressa tra pagaiata destra e sinistra.

Alcuni atleti della canoa fluviale hanno però avuto problemi a mantenere la potenza nel test di durata maggiore essendo abituati a gestire tempi di gara differenti (circa 2 minuti per la gara sprint, circa 20 minuti per la discesa classica), mentre gli atleti praticanti le gare di velocità sulla distanza dei mille metri sono stati più facilitati, per l'esperienza accumulata, nella gestione della potenza espressa. La curva di distribuzione della potenza, soprattutto nel test della durata di quattro minuti,

ha permesso di individuare l'atleta più "maturo", quello che sa gestire al meglio la propria potenza nel percorso simile alla gara sui mille metri, indicando contemporaneamente però agli atleti più giovani sia la loro carenza nella gestione della forza durante il test sia la strategia migliore per riuscire a competere con l'atleta più esperto.

L'analisi comparata della potenza massima espressa tra atleti tra loro paragonabili per sesso, peso, altezza ed esperienza nel condurre il test ha permesso di evidenziare i soggetti che presentavano un deficit di potenza espressa sia come valori assoluti che come potenza/kg di peso e quindi di modificare la programmazione dell'allenamento invernale per ovviare al problema. Vengono qui riportate tre test di atleti differenti praticanti il Kayak velocità sulla distanza dei 4 minuti:

la figura 3 mostra la distribuzione di potenza di un atleta maturo di 24 anni e di 90 kg di peso, con un'ottima gestione della potenza espressa, le figure 4 e 5 mostrano le curve di potenza di due coetanei di 16 anni di kg 78 e di kg 70 che si stanno preparando ad affrontare la prossima stagione agonistica come equipaggio di barca multipla (la curva più sottile rappresenta la curva della Fc, l'altra quella della potenza in Watt). Si nota però tra i due sia una disparità di potenza espressa come valore assoluto, sia di gestione della stessa durante il tempo di gara. Questi dati servono per riconsiderare la programmazione dell'allenamento del terzo atleta mirando ad aumentare la potenza massima con lavori di costruzione della massa muscolare, prestando però attenzione anche all'allenamento sul pagaiaergometro, e, quando la stagione lo permetterà, in barca, per imparare a gestire al meglio la distribuzione dello sforzo sulla distanza di gara

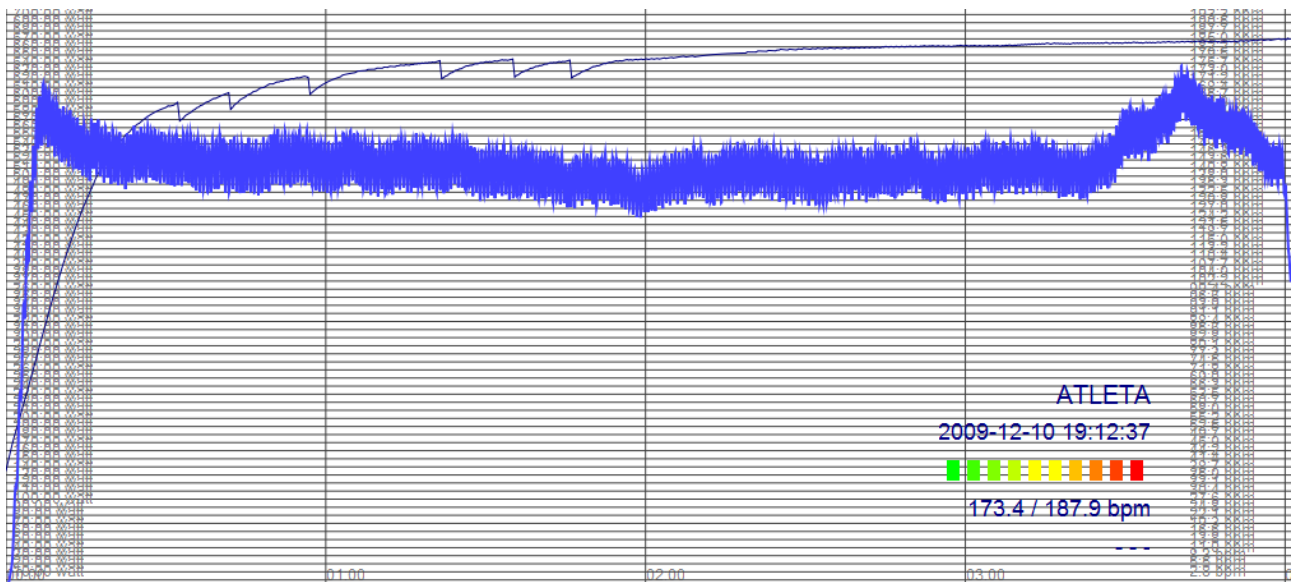


Figura 3

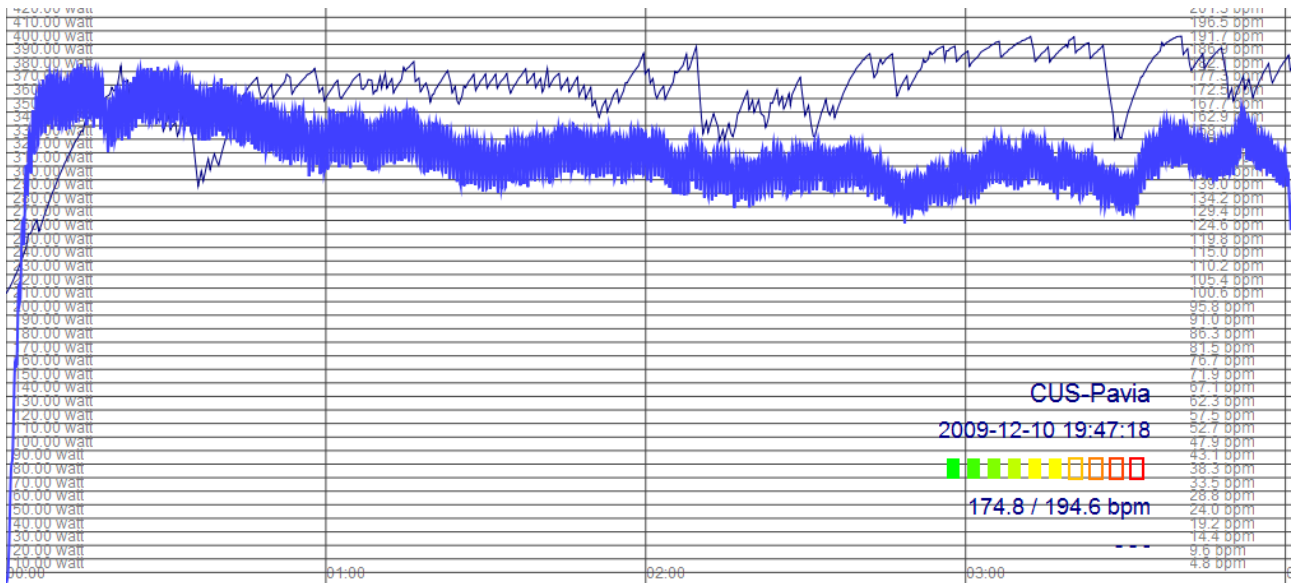


Figura 4

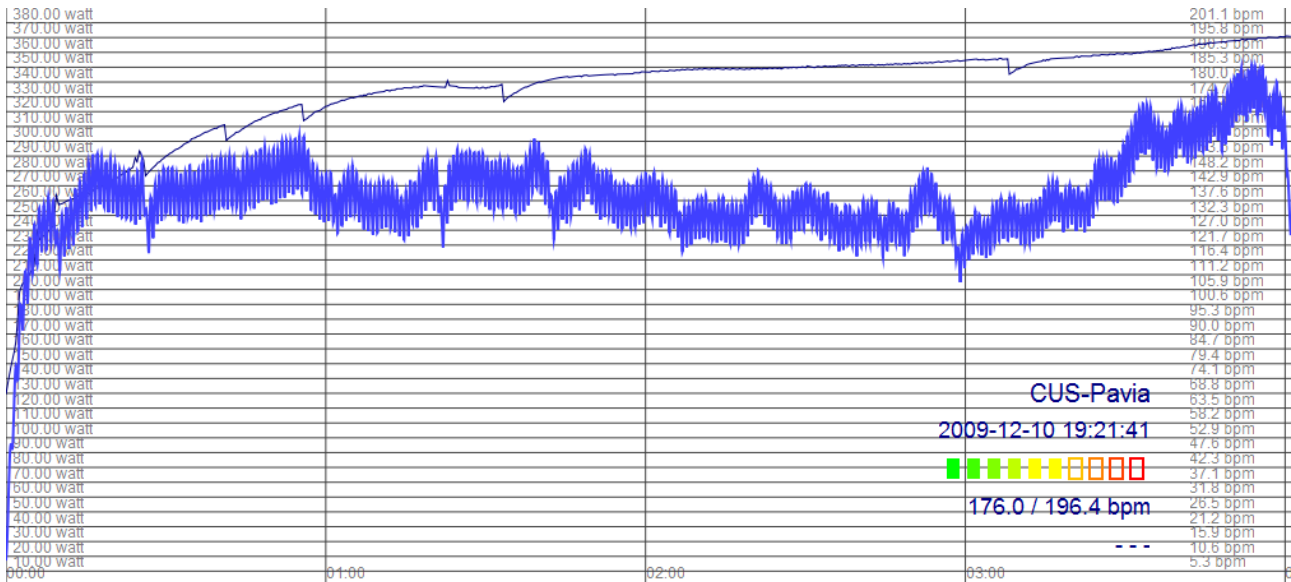


Figura 5

L'osservazione della curva della Frequenza cardiaca

La curva di andamento della frequenza cardiaca ha invece permesso di evidenziare in alcuni atleti una FC più elevata all'inizio del test, con limitazione quindi della escursione della FC da basale a massimale, segno spesso di una capacità aerobica carente. Come si può vedere dalle figure 6 e 7 riferite ad atleti del rafting, il primo di anni 27 e kg 81, ed il secondo di anni 28 e kg 80, ciò ha indicato la necessità per questi atleti di modificare la programmazione dell'allenamento a lungo termine, per poter colmare la lacuna, calibrando l'allenamento sulle necessità dei singoli atleti.

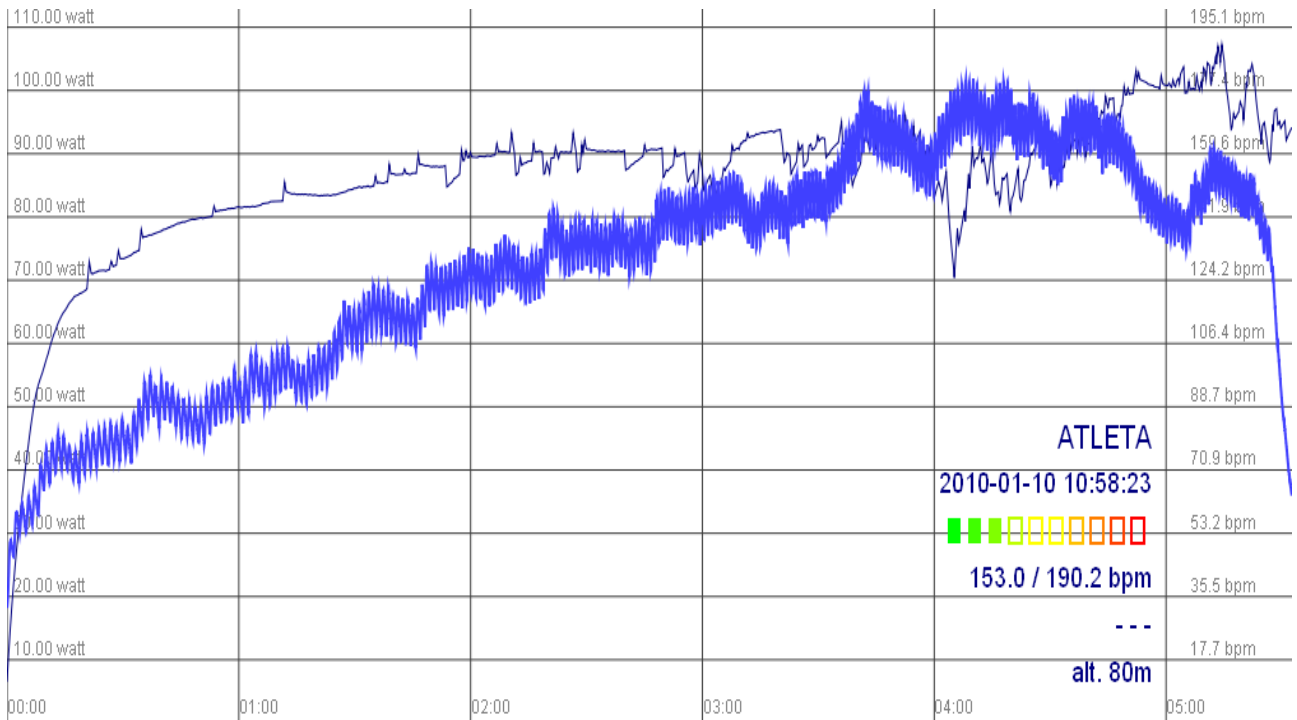


Figura 6

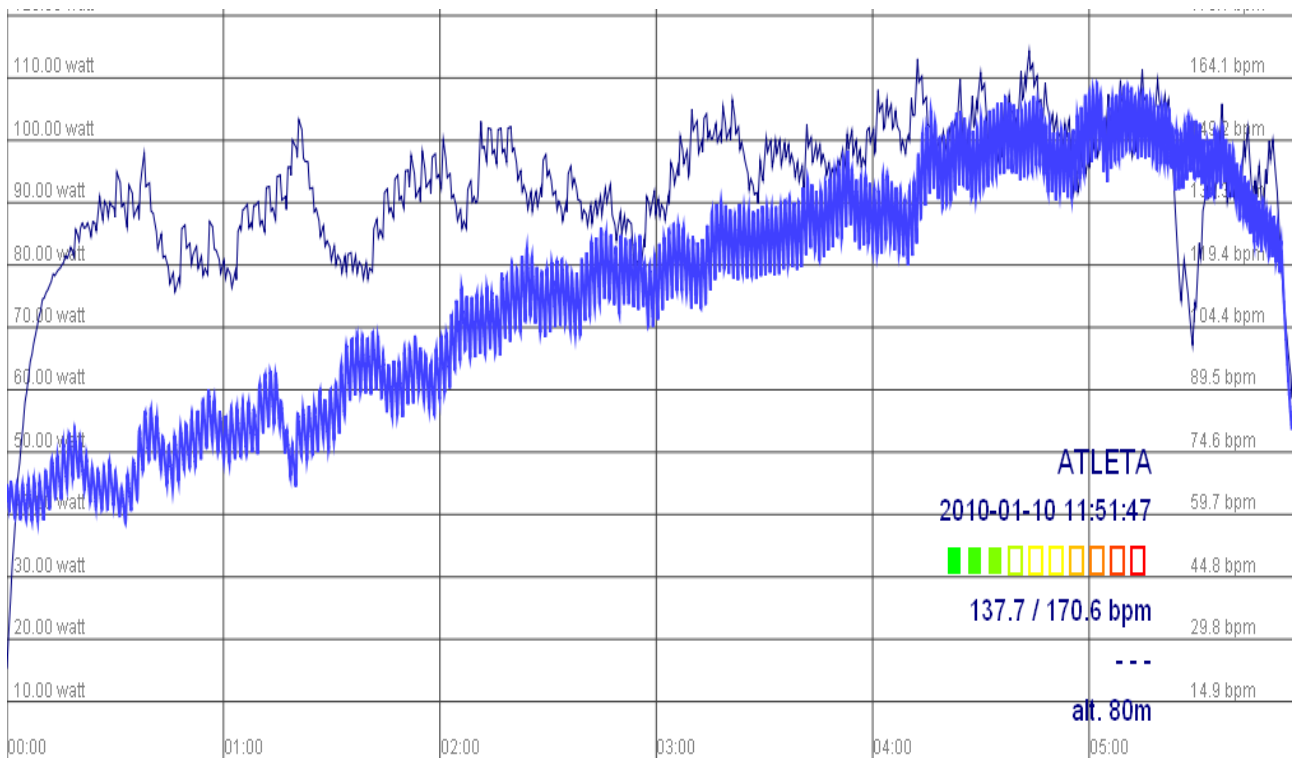


Figura 7

Confronto tra test massimale e test incrementale

Il confronto tra la FC raggiunta da ogni singolo atleta sia sul test di progressione che sul test massimale ha fornito poi indicazioni sulla capacità di adattamento, sulla potenziale capacità di

soportare carichi di lavoro crescenti o massimali, sulla tempistica di raggiungimento delle FC massimali nelle due modalità di test. Ad esempio nelle figure 8 e 9 si vedono i test di progressione e massimale di atleta praticante la fluviale di anni 21 e di kg 83 di peso. Se è giustificato in un test massimale raggiungere velocemente una FC elevata, così non deve succedere nel test di progressione. Come si vede invece al primo minuto il soggetto aveva già raggiunto una FC medio elevata, stabilizzandosi poi dal terzo minuto su valori elevati (circa 180 battiti per minuto). Questo comportamento della FC può essere limitativo della potenza massima espressa ed indice però di scarsa capacità aerobica. Questi dati hanno permesso di mirare ad una personalizzazione dei carichi di lavoro, spostando momentaneamente l'attenzione su un maggior quantitativo di lavori finalizzati alla capacità aerobica, programmando poi di ricontrollare l'atleta sugli stessi test a distanza di alcuni mesi, prima della ripresa della stagione agonistica.

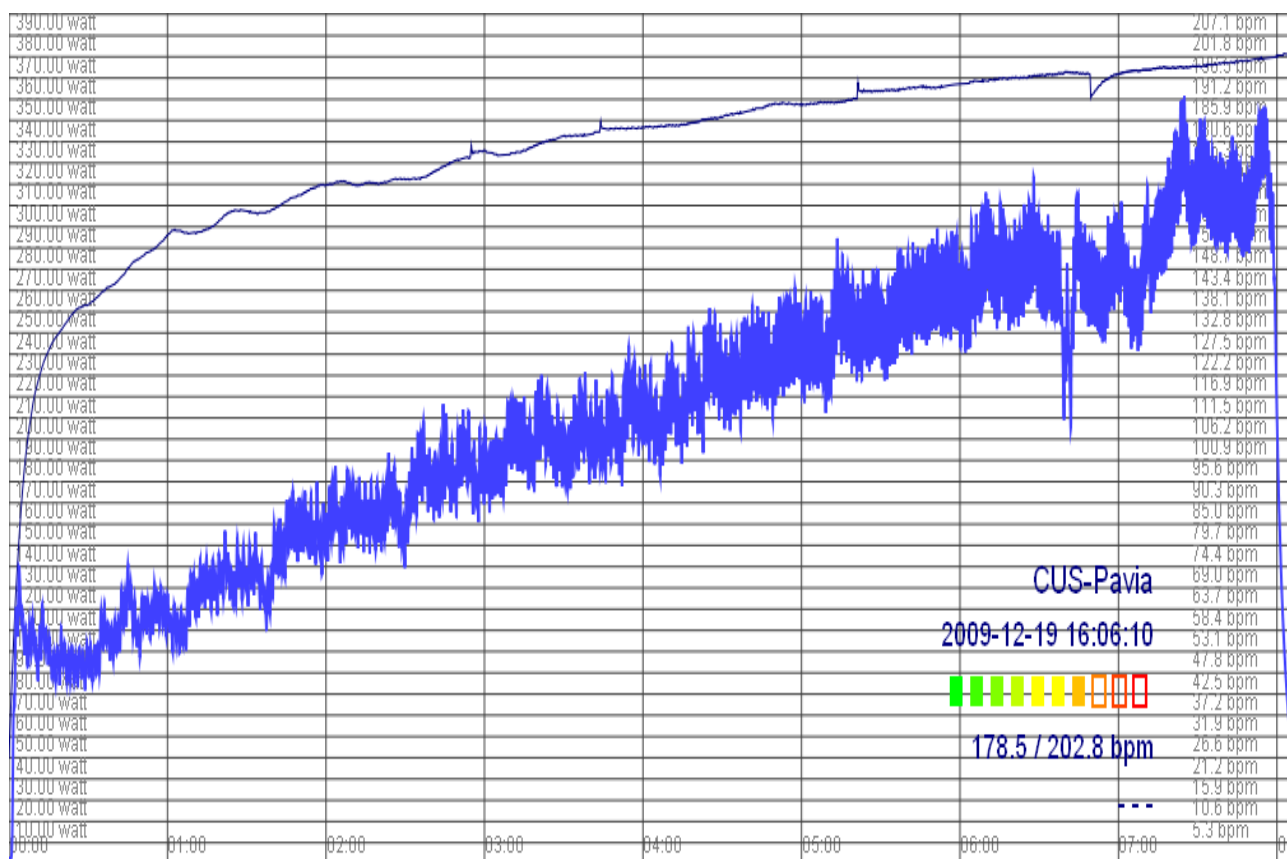


Figura 8

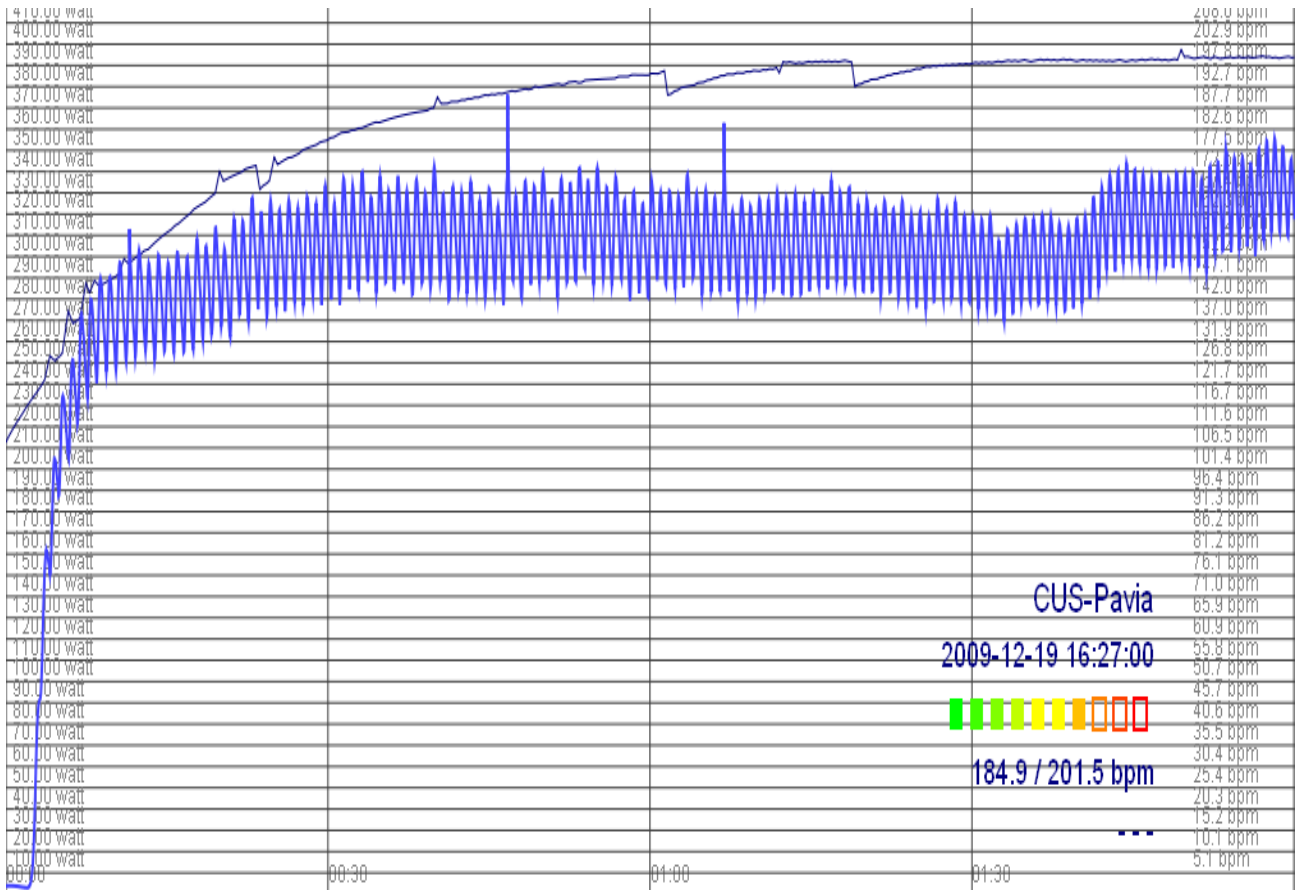


Figura 9

Il controllo della potenza espressa per ogni singola pagaiata ha permesso di evidenziare per alcuni atleti una differenza tra la potenza espressa a destra e la potenza espressa a sinistra. Come si può vedere nella figura 10, riferita ad un atleta della fluviale di anni 18 e kg 70, nell'analisi particolareggiata degli ultimi 15 secondi del test sui due minuti, l'atleta si è disunito, usando solo le braccia, senza utilizzare la spinta di gambe, e ciò ha prodotto una differenza profonda nella potenza espressa sia tra pagaiata destra e sinistra che nella potenza espressa all'inizio della prova massimale (fig 11).

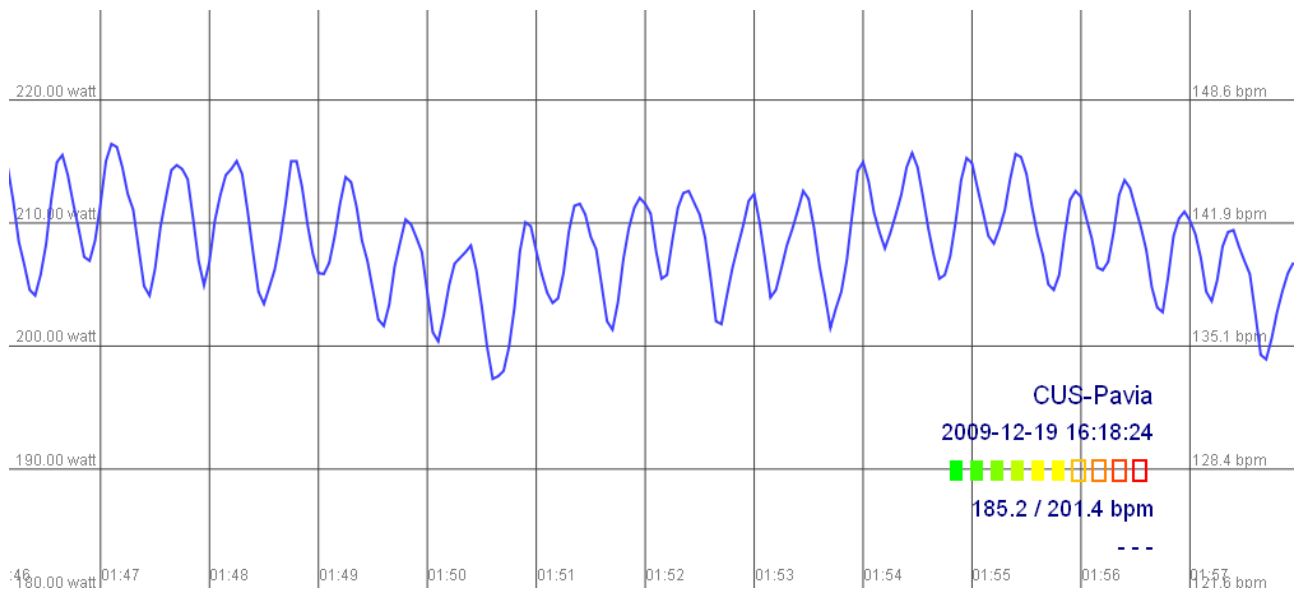


Figura 10

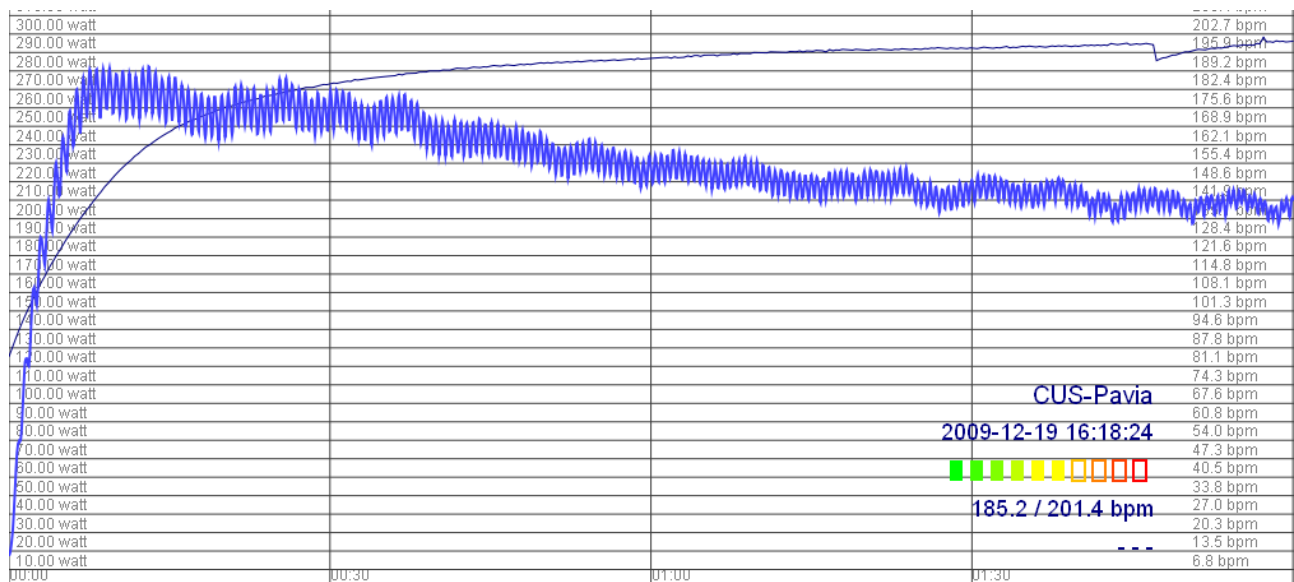


Figura 11

La visualizzazione istantanea a video della curva della potenza espressa è servita agli atleti per comprendere l'importanza della catena cinematica e abituarli ad un miglior utilizzo della spinta di gambe. Infatti la pagaiata, che spesso appare visivamente come una mera espressione di forza a livello degli arti superiori, inizia la propria catena cinetica con la spinta di gambe, seguita poi dalla abduzione in lieve rotazione del bacino per l'azione della muscolatura addominale e dorsale, seguita poi dall'azione del braccio che tira la pagaia utilizzando il tricipite brachiale, mentre il controlaterale si estende utilizzando il bicipite.

La dimostrazione visiva della disparità costante tra la potenza espressa da un arto e dal controlaterale ha permesso di effettuare un meccanismo di feedback tale per cui l'atleta, mentre segue il programma d'allenamento, riesce anche a correggere l'impostazione del gesto atletico. Partendo pertanto da uno strumento di allenamento ormai consolidato, ci siamo ritrovati, con il

prototipo utilizzato, ad avere uno strumento che ci può aiutare in modo importante nella gestione ottimale e nella pianificazione dell'allenamento degli atleti e che d'altra parte si può aprire, come suggerito da Bjerkefors e altri (2006), anche ad utilizzi che esulano dallo sport agonistico, sconfinando, ad esempio nella rieducazione dei soggetti con lesioni del midollo spinale.

Bibliografia

- Bishop D, Bonetti D, Dawson B. The influence of pacing strategy on VO₂ and supramaximal kayak performance *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Jun; 34(6): 1041-1047
- Bjerkefors A, Jansson A, Thorstensson A Shoulder muscle strength in paraplegics before and after kayak ergometer training *Eur J Appl Physiol* 2006 Jul; 97 (5) pp 613- 618
- Colli R, Faccinni P, Schermi C, Introvini E, Dal Monte A .Valutazione funzionale ed allenamento del canoista *Scuola dello Sport* 1990, n.18, anno IX, pp 28-37
- Van Someren KA, Philips GR, Palmer GS Comparison of physiological responses to open water kayaking and kayak ergometry *Int J Sports Med* 2000 Apr. 21(3) 200-204
- Van Someren KA, Oliver JE The efficacy of ergometry determined heart rates for flatwater kayak training *Int J Sports Med* 2002 Jan. 23(1): 28-32

AUTORI

Vescovi Marco

Laureato in Medicina e Chirurgia a Pavia nel 1977. Specialista in Pediatria nel 1980. Specialista in Medicina dello Sport nel 1983. Socio dal 1983 della Federazione Medico Sportiva Italiana. Socio dal 1995 dell'America College of Sports Medicine. Medico sociale dal 1985 della Canottieri Ticino sezione Canoa. Staff Medico Cus Pavia sezione Canoa dal 2007. Referente medico della Federazione Canoa Kayak Italiana per il College di Pavia.
Ex medico sociale di squadre ciclistiche professionistiche tra le quali Metauro Pinarello, Motta, Xerox.

Bronzini Daniele

Allenatore Fick dal 2003. Stella di Bronzo del Coni. Docente a contratto di Tecnica della Canoa della Facoltà di Scienze Motorie dell'Università di Pavia. Collaboratore Tecnico del College della Pagaia

Atleti da lui allenati hanno conquistato più di venti titoli italiani nelle varie specialità e nel 2009 il titolo di campioni del mondo C2 fluviale junior discesa sprint.

Bruttini Flavia

Laureata in Medicina e Chirurgia a Pavia nel 2006. Specializzanda in Medicina dello Sport. Staff Medico Cus Pavia sezione Canoa dal 2009.

Mortara Gianantonio

Allenatore Fick dal 1980. Collaboratore Federale. Responsabile tecnico del College della Pagaia dal 2007. Atleti da lui allenati hanno conquistato più di cento titoli italiani nelle varie specialità, hanno partecipato alle Olimpiadi e hanno conquistato il titolo assoluto di Campione del Mondo nel 1997 e

nel 2009 il titolo di campioni del mondo C2 fluviale junior discesa sprint

Vescovi Monica

Laureanda in Medicina e Chirurgia a Pavia. Staff Medico Cus Pavia sezione Canoa.