

LA CANOA



Dottor Piero Faccini

petrusface@iol.it



Il canoista è il classico esempio di una capacità fondamentale dell'essere vivente: l'adattabilità. L'uomo atleta infatti modifica le sue caratteristiche morfo-funzionali in relazione alle specifiche esigenze determinate dalla pratica sportiva. Il canoista, conseguentemente, sviluppa la parte superiore del tronco, in antitesi alla legge evolutiva che ha privilegiato nell'uomo la posizione eretta e quindi la differenziazione morfologica tra arti inferiori e superiori. Inoltre, i praticanti questa disciplina sportiva sono gli unici in campo fisiologico in cui la potenza aerobica e quella del sistema cardiocircolatorio, ottenute con l'impiego degli arti superiori, si avvicinano (e a volte superano) quelle ottenute con gli arti inferiori (**tabella 1**).

Tabella 1

	Ergometro Kajak (max quantità di lavoro)		Cicloergometro (max quantità di lavoro)
FC ($b \cdot \text{min}^{-1}$)	186.90 ± 12.90	N.S.	185.90 ± 11.03
VO ₂ /Kg ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{Kg}$)	42.11 ± 6.84	N.S.	45.40 ± 7.84
VO ₂ /FC ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot b^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	18.76 ± 3.71	p < 0.025	20.72 ± 3.87
VO ₂ ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$)	3369.45 ± 649.97	N.S.	3629.90 ± 733.53
Ve ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)	144.29 ± 30.58	N.S.	133.61 ± 28.69

CLASSIFICAZIONE

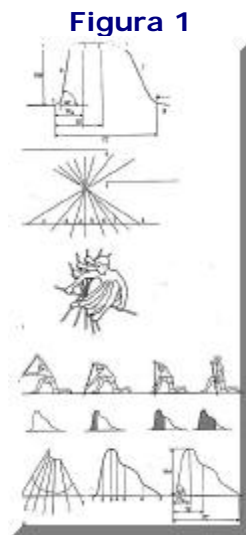
Dal punto di vista fisiologico, la Canoa viene classificata, per quel che riguarda le specialità olimpiche dei 500 e 1000 m e dello Slalom nella Fluviale, fra le "Attività Aerobiche-Anaerobiche massive". Per le discipline olimpiche dei 5000 m (donne) e dei 10000 m (uomini), per la Marathon e per la Discesa Libera nella Fluviale (5), è compresa, al contrario, fra le "Attività Aerobiche".

REGOLE GENERALI DI GARA

Le regole di gara della Canoa Olimpica prevedono, nelle specialità veloci, di coprire distanze di gara di 500 e 1000 m nel minor tempo possibile, su un campo di regata con acque ferme diviso in corsie. In questo caso l'atleta mantiene, per tutta la durata della prestazione, una frequenza di pagaiata ed un impulso di forza in acqua elevati. Nel fondo, 5000 e 10000 m, il campo di

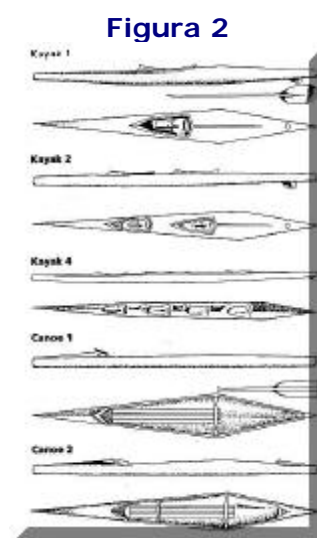
regata è compreso in un circuito fra boe, nel quale gli atleti, disponendosi in formazione "a punta di freccia", alternano fasi di scatti con fasi di attesa in scia.

Gli equipaggi sono singoli, a due o a quattro componenti, sia nella canoa tipo Kajak (a pagaia con 2 pale) che nella Canadese (a pagaia monopala). La **figura 1** riporta le differenze motorie del gesto meccanico della pagaiata nella canoa Kajak (a) e nella canoa Canadese (b).



Le differenze presenti nella Canoa Fluviale (su acque mosse o "rapide" di fiumi o torrenti in piena) riguardano il tipo di percorso ed il modo con cui questo percorso viene coperto dall'atleta. Infatti nella specialità dello Slalom, il concorrente gareggia a tempo, in un percorso delimitato da porte le quali devono essere superate, volta per volta o di prua o di poppa; nella specialità della Discesa, invece, il concorrente non ha porte da superare, ma può scegliere le traiettorie che preferisce.

In questa disciplina le imbarcazioni sono ad equipaggio singolo o doppio, tipo Kajak o Canadese (**figura 2**).



MODELLO FUNZIONALE DELLA PRESTAZIONE

1) RILIEVO DELLE CARATTERISTICHE DI GARA

La premessa di carattere regolamentare fa capire quanto possa essere complesso, specie in laboratorio, lo studio del modello di prestazione di questo sport.

Le **tabelle 2 e 3** riassumono i dati desunti da lavori di ricerca a livello internazionale rispettivamente sulla forza espressa dai canoisti comparandoli con quelli di atleti praticanti altre discipline sportive (1,12), e sulla percentuale del massimo consumo di ossigeno, usando l'ergometro a pagaia (3,8,10,11,13), rispetto al valore massimo raggiunto con l'uso di altri ergometri (treadmill e cicloergometro).

Tabella 2 - Curva Forza/Velocità in vari sport, usando un ergometro a manovella

Autore	Sport	Velocità Max (r.p.m.)	Forza Max (N)	Potenza Max (W)
Vandewalle et al. (1983)	Canoa/kayak maschi	243	165	948
	femmine	218	103	549
	Handball (maschi)	230	134	768
	Boxe (maschi)	240	124	768
	Tennis (maschi)	237	112	662
	Sedentari (maschi)	222	104	578
Armand (1983)	Senior Kayak (maschi)	226	122	1045
	Junior Kayak (maschi)	216	171	698
	Senior Canoa (maschi)	233	147	916
	Junior Canoa (femmine)	213	180	642
	Senior Canoa/Kayak (femmine)	211	187	583
	Junior Canoa/Kayak (femmine)	193	222	413

Tabella 3 - Percentuale del VO_{2max} , usando l'ergometro a pagaia, rispetto al valore massimo raggiunto con l'uso di altri ergometri (treadmill e cicloergometro)

Autore	% VO_{2max} Arti Inferiori
Vrijens et al. (1975) Canoisti Controlli	89
	81
Cermak et al. (1975) Canoisti maschi Canoisti femmine	95
	100
Dransart (1977)	77
Tesch & Lindberg (1984) Canoisti	87
	89

Le esperienze di ricerca del Dipartimento di Fisiologia e Biomeccanica dell'Istituto di Scienza dello Sport sono state articolate e complete (4) per gli argomenti concernenti la Canoa Olimpica nelle sue specialità veloci (500 e 1000 m). In questo articolo ne vengono riportati i punti salienti.

Un valido sistema utilizzato per studiare il modello di prestazione nella Canoa Olimpica è stato quello di riprodurre in laboratorio, utilizzando un ergometro a pagaia, una gara sulla distanza di 1000 e 500 m, registrando i valori di alcuni parametri metabolici degli atleti.

Nella **tabella 4** sono riportati, a titolo esemplificativo, i valori registrati in laboratorio su un atleta di alta qualificazione durante un test di simulazione al kajakerometro, di una gara sulla distanza di 1000 m.

Tabella 4 - Prova di 4 minuti al kajakerometro con analisi delle componenti metaboliche

Periodo di lavoro (4 min)	Costo energetico totale		Lavoro meccanico (kJ)	Potenza meccanica (Watt)	Rendimento (%)	Ossigeno consumato durante la prova (l)	Ossigeno consumato nel ristoro (l)	Produzione di energia per via aerobica calcolata (%)	Produzione di energia per via anaerobica calcolata (%)
	(O ₂ l)	(kJ)							
Totale prova	25.42	532.207	93.509	389	17.57	14.85	10.57	59	41
I min (0-1 min)	6.86 **	143.545 **	25.221	420	17.57 *	1.75	5.10 **	26	74
II min (1-2 min)	6.04 **	126.397 **	22.208	370	17.57	4.17	1.86 **	69	31
III min (2-3 min)	5.76 **	120.660 **	21.200	353	17.57 *	4.48	1.28 **	78	22
IV min (3-4 min)	6.76 **	141.605 **	24.880	415	17.57 *	4.45	2.33 **	66	34

Legenda: * valori non misurati, ma assunti uguali al rendimento totale della prova
 ** valori non misurati, ma calcolati sulla base del rendimento

Nella prima colonna è riportato l'ossigeno consumato globalmente dal soggetto nell'effettuazione della prova (somma dell'ossigeno consumato durante il test e di quello del recupero, cioè del debito di ossigeno, al netto dei valori basali). Tale dato è espresso sia in litri di O₂ che in kJoule (1 litro di VO₂ corrisponde a circa 20.93 kJoule).

Il rapporto tra il lavoro meccanico misurato al kajakerometro e quello organico (costo dell'esercizio) indica il rendimento di quel soggetto, per quel tipo di esercizio e in quel momento (nel caso in tabella il rendimento è del 17,57 %).

La valutazione percentuale si ottiene dal rapporto tra consumo di ossigeno durante la prova e consumo di ossigeno totale. In questo caso, il 59 % dell'ossigeno totale è stato consumato durante il test, mentre il 41 % rappresenta la quota del debito di ossigeno. Si può assumere quindi che l'intervento diretto del metabolismo aerobico nella produzione di energia sia del 59 % circa.

Conoscendo il lavoro meccanico di ogni minuto ed considerando il rendimento costante per tutto il test, si può verificare anche l'intervento dei sistemi metabolici nel tempo: come è logico aspettarsi il sistema aerobico partecipa, dal punto di vista energetico, con oltre il 70 % del totale nella parte centrale della gara, mentre nel primo minuto il debito di ossigeno è di 5,1 litri e rappresenta la quota maggiore di lavoro.

Assumendo un debito di ossigeno di origine lattacida pari a circa 2,5 litri, il debito di ossigeno lattacido nel primo minuto è di circa 2,6 litri, mentre nei successivi minuti si può presumere che il debito sia tutto di origine lattacida. Per cui, in conclusione, il debito totale lattacido risulterebbe essere, nel caso riportato, di circa 8 litri.

Per una migliore definizione della cinetica metabolica, si può sottoporre l' atleta ad una serie di prove, ciascuna di intensità uguale a quella sui 1000 m (durata circa 4 minuti), ma della durata di 1, 2, 3 e 4 minuti.

Per ciascun test si valutano, con la stessa metodica illustrata precedentemente, i parametri metabolici e meccanici del soggetto. Per ottenere i dati relativi ad ogni singolo minuto di prova (0 - 1° minuto; 1° - 2° minuto; 2° - 3° minuto; 3° - 4° minuto), si è proceduto sottraendo da ogni successiva prova, i valori della prova precedente di durata inferiore, una volta accertato che i parametri meccanici erano costanti (esempio: ossigeno consumato nel test dei 3 minuti - ossigeno consumato nel test dei 2 minuti = ossigeno consumato nella frazione 2° - 3° minuto).

Nella **tabella 5** sono riportati i dati relativi ad un protocollo di questo tipo, nel quale il canoista veniva interrotto ad intervalli prefissati, ignoti all'atleta, e sviluppava la potenza seguendo i parametri della prova completa, descritta nella tabella 3.

Tabella 5 - Prove frazionate dello stesso atleta della tabella 4. Il canoista veniva interrotto ad intervalli prefissati, ma ignoti all'atleta che sviluppava la potenza seguendo i parametri della prestazione della prova completa, descritta nella tabella 4

Periodo di lavoro (4 min)	Costo energetico totale		Lavoro meccanico (kJ)	Potenza meccanica (Watt)	Rendimento (%)	Ossigeno consumato durante la prova (l)	Ossigeno consumato nel ristoro (l)	Produzione di energia per via aerobica calcolata (%)	Produzione di energia per via anaerobica calcolata (%)	Lattato ematico	
	(O ₂ l)	(kJ)								mM *	mM **
Totale prova (0-4 min)	26.16	547.528	94.10	392	17.23	15.03	11.13	58	42		
I min (0-1 min)	7.63	159.695	26.26	437	16.43	1.82	5.81	24	76	6.70	6.70
II min (1-2 min)	6.00	125.580	21.80	363	17.34	4.36	1.64 °	73	27	8.00	1.30
III min (2-3 min)	5.79	121.185	21.96	366	18.12	4.40	1.39 °	76	24	8.12	0.12
IV min (3-4 min)	6.74	141.068	24.08	401	17.06	4.45	2.29 °	66	34	8.44	0.32

Legenda: ° Differenza tra il debito d'ossigeno totale e quello del minuto/i precedenti

* Picco lattacidemico al netto del basale ** incremento della concentrazione di lattato rispetto al minuto precedente

Come detto, i valori relativi al 2°, 3° e 4° minuto sono stati misurati per differenza.

Una prima osservazione significativa è che il rendimento non muta nel corso del tempo, se non in maniera marginale; in particolare esso è minore in

								calcolata (%)	calcolata (%)
Totale prova	16.82	352.042	51.7	431	14.68	6.48	10.34	38.5	61.5
I min	8.83 **	184.811 **	27.14	452	14.68 *	1.92	6.91 **	22	78
II min	7.99 **	167.231 **	24.56	409	14.68 *	4.56	3.43 **	57	43

Legenda: * valori non misurati, ma assunti uguali al rendimento totale della prova
 ** valori non misurati, ma calcolati sulla base del rendimento

(b)

Periodo di lavoro (2 min)	Costo energetico totale		Lavoro meccanico (kJ)	Potenza meccanica (Watt)	Rendimento (%)	Ossigeno consumato durante la prova (l)	Ossigeno consumato nel ristoro (l)	Produzione di energia per via aerobica calcolata (%)	Produzione di energia per via anaerobica calcolata (%)
	(O ₂ l)	(kJ)							
Totale prova	10.71	224.160	28.11	243	12.54	4.02	6.69	37.5	62.5
I min	5.66 **	118.463 **	14.86	248	12.54 *	1.05	4.61 **	18.5	81.5
II min	5.05 **	105.696 **	13.25	221	12.54 *	2.97	2.08 **	59.0	41.0

Legenda: * valori non misurati, ma assunti uguali al rendimento totale della prova
 ** valori non misurati, ma calcolati sulla base del rendimento

Questo dato è indice significativo della diversità profonda che esiste tra le due prove e quindi della necessità di differenziare anche la tipologia di preparazione delle stesse. L'apporto del metabolismo aerobico risulta importante soprattutto considerando la sua velocità di attivazione (onset dell'O₂) nonché la capacità di mantenere elevato il VO₂ per tutta la durata della prova, insieme ad un non calo relativamente modesto della potenza meccanica.

Si consideri inoltre che la quantità totale di lavoro nella gara sui 500 metri, è sviluppata ad una potenza superiore e che, anche ammesso che il tasso di lattato ematico sia proporzionale alla produzione muscolare del metabolita, l'atleta deve possedere una elevata capacità di sopportare variazioni molto più brusche dell'ambiente interno muscolare, rispetto alla prova sui 1000 m. Il criterio determinante di diversificazione delle due specialità è quindi la modalità con la quale si instaura il deficit di ossigeno e, conseguentemente, si contrae il debito di O₂.

Tale dato può essere, con buona approssimazione, riferito alla velocità con cui viene prodotto il lattato.

Si noti come, anche se non si considerano probanti i dati rilevati con il calcolo del debito di O₂, questi siano confermati dall'andamento del lavoro meccanico, quando si assuma un rendimento costante.

Se, quindi, nei 1000 m i fattori limitanti la prestazione sembrano risiedere nella potenza aerobica massima (tale da permettere l'ossidazione massiva del lattato prodotto) e in una buona capacità di "tamponare" il lattato e di mantenere nel tempo un elevato livello di potenza meccanica (che deve essere più vicina possibile alla massima), nei 500 m, più del VO₂ max risultano fondamentali la capacità lattacida (ed una conseguente capacità tampone ottimale), l'onset dell'ossigeno e i livelli massimi di potenza meccanica.

A completamento dell' analisi del modello di gara, appare essenziale riportare i valori che si riferiscono alla forza che viene sviluppata nella passata in acqua ed alla sua espressione a diverse frequenze di pagaiata. A tale scopo si utilizza un test in acqua su distanze predefinite (150, 500 e 1000 m), in cui si invita l'atleta ad esprimere frequenze di pagaiata crescenti, imprimendo però, sempre la forza massima; durante il test si valutano i tempi di percorrenza. Sembra utile in questo caso riportare un test di confronto fra un atleta evoluto ed un giovane promettente, dal quale si evince come, per distanze molto brevi i due riescono ad applicare la stessa forza, mentre nella prova dei 1000 m l'atleta evoluto dimostra di possedere una forza resistente del 76.3 % contro il 61.2 % del giovane atleta (**tabella 8**).

Tabella 8 - Confronto tra forza e forza resistente alla pagaiata. Come si nota, l'atleta giovane dispone di capacità di lavoro per pagaiata (in una prova di 30 sec) pari a quella dell'atleta di elevata qualificazione. La differenza sostanziale risiede nella resistenza alla forza per pagaiata. Infatti nella prova di gara di 1000 metri l'atleta Top Level è capace di utilizzare il 76.3% della massima capacità di lavoro per pagaiata rispetto al 61.2% dell'atleta giovane

Prova di 150 m (durata circa 30 s)					
Atleta Top Level			Atleta Inesperto		
Hpg	J/pag/Kg	Watt/Kg	Hpg	J/pag/Kg	Watt/Kg
71	3.33	3.94	70	3.65	4.27
79	3.42	4.52	79	3.42	4.51
88	3.55	5.24	89	3.64	5.42
91	3.46	5.28	99	3.54	5.90
100	3.29	5.53	112	3.59	6.55
107	3.47	6.23	117	3.35	6.74
110	3.41	6.30	139	3.67	8.59
Prova di 1000 m (240 s)					
Hpg	J/pag/Kg	Watt/Kg	Hpg	J/pag/Kg	Watt/Kg
89	2.71	4.04	103	2.17	3.74
	%	%		%	%
	76.3	77		61.2	63.3

Quindi, componente di successo in gara risulta essere anche la capacità di resistenza specifica alla forza.

Nella Canoa Fluviale, specialità Slalom, Sidney & Shepard (9), hanno ottenuto valori di massima potenza aerobica di 4.5 litri / minuto con ergometro per gli arti superiori, mentre nel Dipartimento di Fisiologia e Biomeccanica dell' Istituto di Scienza dello Sport (Faccini,1988 - osservazione personale), sono stati registrati, su 5 atleti della Nazionale Italiana dopo una gara, valori di lattato di 12.3 mM. Tali rilevazioni depongono per classificare questa specialità sportiva fra quelle Aerobico-Anaerobico Massive, come già detto in precedenza. Tutte le altre specialità di Canoa rientrano nelle discipline cosiddette Aerobiche.

RILIEVO DELLE CARATTERISTICHE FISILOGICHE DEGLI ATLETI

Il canoista presenta una non usuale composizione muscolare a livello di fibre: infatti esso possiede mediamente il 63 % di fibre lente (slow-twitch) nel deltoide, rispetto al 44 % di una popolazione studentesca (1,12). In questi atleti, le masse muscolari impegnate dinamicamente sono in prevalenza quelle superiori; quelle inferiori giocano un ruolo prevalentemente isometrico. I valori di questo tipo di forza sono elevati nell'handgrip, nei flessori del braccio e negli estensori della gamba sulla coscia. Il coefficiente di correlazione con i valori di forza isometrica degli altri distretti muscolari è, tuttavia, basso: 0.58 per gli estensori del ginocchio, 0.29 per l'handgrip, 0.11 per i flessori del braccio (9).

Nell' Istituto di Scienza dello Sport di Roma è stata studiata la curva Forza / Velocità degli arti superiori usando un ergometro isocinetico ed utilizzando una velocità angolare molto simile alla frequenza di pagaiata espressa usualmente in gara (4): in questo caso si è osservato che la massima potenza si esprime a valori di 70 Rotazioni Per Minuto (rpm) (**tabella 9**).

Tabella 9 - Test Isocinetico: i canoisti raggiungono la Potenza Max circa a 70 r.p.m.

	Velocità Max (r.p.m.)	Forza Max (N)	Potenza Max (W)	n° Atleti
Junior Kajak (maschi)	70	514	705	4
Senior Kajak (maschi)	70	674	928	7
Senior Kajak (femmine)	70	393	471	5

I valori di VO_2 max, proprio a causa di questa prevalenza di delle masse muscolari superiori, sono condizionati numericamente in basso, anche se esperienze di ricerca nel Dipartimento evidenziano come i canoisti siano dei soggetti capaci di far registrare valori di VO_2 , al pagaia-ergometro specifico, molto vicini a quelli che si hanno con l'uso del treadmill (6,8).

Per quanto riguarda la soglia anaerobica, alcuni autori hanno registrato valori molto alti di questo parametro, a causa, presumibilmente, della velocità dell'onset dell' O_2 , dell'alta densità capillare dei muscoli della parte superiore del corpo (10,11), di un'alta potenza di ossidazione o di una bassa capacità della lattico deidrogenasi (12). Uno studio molto attendibile situa, in questo sport, la percentuale di VO_2 alla soglia circa al 79 % della massima potenza aerobica (9).

Nel Dipartimento di Fisiologia e Biomeccanica dell' Istituto di Scienza dello Sport di Roma si è indagato questo parametro in varie specialità di canoa (7) e i valori registrati sono riassunti nella **tabella 10**, che riporta i dati relativi ai 5 migliori canoisti italiani, ricavati da un test lattato/potenza effettuato al kajakergometro.

Tabella 10 - Potenza alle 4 mM di lattato ematico, misurata sul kajakergometro nei 5 migliori canoisti italiani

	Potenza (W)	% VO_2 max	FC (bpm)	n° Atleti
--	-------------	--------------	----------	-----------

500 m Kajak (maschi)	268	79	178	1
1000 m Kajak (maschi)	356	86	179	1
500 m Kajak (femmine)	225	88	181	1
500 m Canoa (maschi)	260	77.5	180	1
1000 m Canoa (maschi)	299	87.3	177	1

Anche la frequenza cardiaca alla soglia risulta elevata; ricercatori ungheresi (6) la situano a circa 179 b/min^{-1} in relazione alla massima frequenza registrata con prova da sforzo con ergometro specifico (che era stata di 192 b/min^{-1}). I corrispondenti valori per le donne sono stati di 182 e 195 b/min^{-1} .

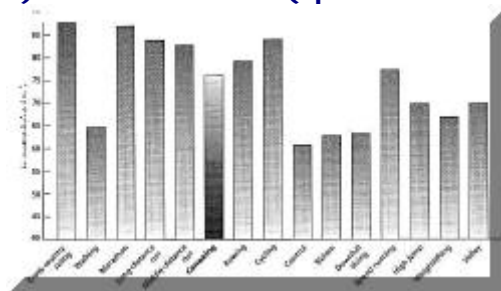
Riportiamo, infine, alcuni dati sugli adattamenti all'allenamento, sia centrali che periferici di questi atleti. Oltre alla notevole ipertrofia dei distretti muscolari del tronco, spalla ed arti superiori, ci sembra interessante riportare i parametri ecocardiografici (volume diastolico sinistro e massa ventricolare sinistra), che collocano i canoisti fra le discipline con adattamenti simili agli atleti praticanti il mezzofondo (**tabella 11** e **figura 3**): al contrario degli altri atleti praticanti discipline di fondo e mezzofondo, gli adattamenti cardiaci a riposo in questi atleti, sono meno marcati. Sidney & Shepard (9) hanno notato una frequenza cardiaca a riposo relativamente alta (71 b/min^{-1}) ed Armand (1) una pressione sistolica di 135 mmHg; tutto ciò è spiegabile con un aumento delle resistenze periferiche dovuto alla ipertrofia delle masse muscolari superiori.

Tabella 11 - Volume (al termine della diastole) Ventricolo Sin e Massa Ventricolo sin (media e D.S.) in sport aerobici

	Volume Ventricolo Sin (ml)	Massa Ventricolo sin (g)
Maschi		
Sci Fondo	167 ± 14	314 ± 46
Marcia	121	255
Maratona	162	332
Corsa (fondo)	151	258
Corsa (mezzofondo)	163	336
Canoa	162	388
Canottaggio	168	365
Ciclismo	164	355
Controlli	118	197
Femmine		
Sci Fondo	111	213
Maratona	122	228
Corsa (fondo)	104	183
Corsa (mezzofondo)	115	227
Ciclismo	121	251

Figura 3 - Rapporto Volume Ventricolo Sinistro (LV) / Superficie

Corporea (BSA) in atleti maschi (sport aerobici e anaerobici)



IL CONTROLLO DELL' ALLENAMENTO ED IL MODELLO FUNZIONALE DELL'ALLENAMENTO



Basandosi sulle esperienze acquisite durante la valutazione ed il controllo degli atleti "top level", l'allenamento deve simulare progressivamente e continuamente la situazione gara: è infatti impensabile ottenere effetti dinamici muscolari specifici con allenamenti tipo nuoto, pesi, corsa. Al contrario, gli esercizi aerobici ed anaerobici devono essere eseguiti direttamente in barca o in vasca ergometrica, o, se fuori dall' acqua, con movimenti simulanti la pagaiata (eseguiti su kajakergometri o attrezzi per pesistica specifici) atti a mettere in movimento gli stessi gruppi muscolari usati per la propulsione in canoa.

Le precedenti affermazioni si basano su un protocollo di valutazione longitudinale che il Dipartimento di Fisiologia e Biomeccanica ha attuato in 4 anni sulla Nazionale Italiana di Canoa (7). Nella **tabella 12**, a supporto di quanto affermato, sono riportati i miglioramenti dei parametri meccanici ottenuti durante una stagione di allenamento utilizzando test in acqua dopo periodi diversi, adattando le sedute al principio della simulazione di gara. Il test, a carichi crescenti all' esaurimento, con incrementi del carico (5 Watt/Kg) ogni 3 minuti, prevedeva un prelievo di sangue dal lobo dell' orecchio alla fine di ogni carico.

I valori di VO_2 e della frequenza cardiaca riportati in tabella si riferiscono al trend per ogni carico (**sezione a e b della tabella 12**).

Tabella 12 - Test a carichi crescenti all'esaurimento, con incrementi del carico (5 Watt/Kg) ogni 3 min.

Viene effettuato un prelievo di sangue dal lobo dell'orecchio alla fine di ogni carico. I valori di VO_2 e della FC riportati si riferiscono al trend per ogni carico (tabella a e b). Dopo l'utilizzo (circa tre mesi) delle sistematiche di allenamento con intervalli brevi e fartlek, l'atleta (pur trattandosi del campione italiano) mostra vistosi miglioramenti. Nelle tabelle c e d e nella figura 4 sono riportati i dati meccanici e fisiologici (FC)

rilevati nel test, ma messi in relazione a valori fissi di lattato ematico. In tal modo l'allenatore può determinare l'intensità del carico in funzione di un livello desiderato di concentrazione ematica di lattato.

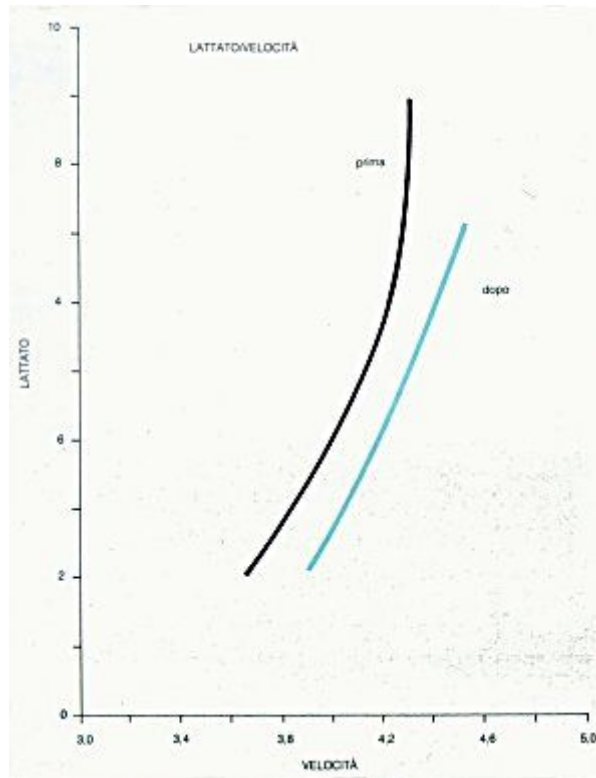
a				c				
Watt/Kg	VO ₂ /Kg (ml/min/Kg) (al netto del basale)	Lattacidemia (mM) (valore basale 0.9)	FC (b/min)	Lattato (mM)	Watt/Kg	Velocità (m/s)	Tempo sui 1000 m	FC (b/min)
1.2	15	0.69	122	2	2.26	3.61	4min37s	153
1.7	21	0.90	134	3	2.72	3.87	4min78s	167
2.2	30	1.85	151	4	3.10	4.06	4min6s	177
2.7	39	2.95	166	5	3.29	4.15	4min1s	181
3.2	46	4.25	180	6	3.42	4.20	3min58s	183
3.7	50	8.23	187	7	3.54	4.25	3min55s	185
				8	3.67	4.30	3min52s	187
				9	3.78	4.34	3min50s	189

b				d				
Watt/Kg	VO ₂ /Kg (ml/min/Kg) (al netto del basale)	Lattacidemia (mM) (valore basale 0.9)	FC (b/min)	Lattato (mM)	Watt/Kg	Velocità (m/s)	Tempo sui 1000 m	FC (b/min)
1.2	15	0.60	117	2	2.78	3.90	4min16s	156
1.7	23	0.55	130	3	3.12	4.06	4min6s	166
2.2	32	0.65	142	4	3.43	4.20	3min58s	174
2.7	41	1.75	154	5	3.72	4.32	3min51s	180
3.2	49	3.21	168	6	3.96	4.43	3min46s	184
3.7	54	4.91	180	7	4.20	4.53	3min40s	187
4.2	56	7.00	187	-	-	-	3min40s	187
				-	-	-	-	-

Dopo l'utilizzo (per circa 3 mesi) delle metodiche di allenamento con "intervalli brevi" e "fartlek", l'atleta esaminato (pur trattandosi del campione italiano) mostra significativi miglioramenti che si possono così riassumere:

1. a parità di carico, minore risulta essere l'accumulo di acido lattico per tutti gli step;
2. aumento della potenza di soglia anaerobica del 16% e contemporanei grandi miglioramenti anche della soglia aerobica a 2 mM (23,2%), ciò soprattutto per effetto dei recuperi attivi del fartlek che si svolgevano in quella zona metabolica, oltre ad un aumento del rendimento;
3. capacità di raggiungere una potenza aerobica più elevata nell' ultimo carico (+12%);
4. capacità di svolgere per 3 minuti un lavoro meccanico di 4,2 Watt/Kg che corrisponde ad una velocità di 4,53 m/s, vicinissima alla velocità media ottimale sui 1000 m (4,58 m/s).

Figura 4



In tal modo l'allenatore può determinare l'intensità del carico in funzione di un livello desiderato di concentrazione ematica di lattato.



BIBLIOGRAFIA

- 1) Armand J.C. Surveillance medicale de l' entrainement d' une equipe de canoe kajak de haut niveau de performance. Paris Ouest, M.D. Thesis, 1983.
- 2) Brooks G. Anaerobic threshold: review of the concept and direction for future research. Med. Sc. Sport Exercise, 17 1985.
- 3) Cermak J., Kuta I., Parizkova J. Some predisposition for top performance in speed canoeing and their changes during the whole year training programme. Journal of Sport Medicine and Physical Fitness 15: 243-251 1975.
- 4) Colli R., Faccini P., Schermi C., Introini E., Dal Monte A. La Valutazione Funzionale ed Allenamento del Canoista. SDS, Rivista di Cultura Sportiva 18: 26-37 1990.
- 5) Dal Monte A. La Valutazione Funzionale dell' Atleta. Ed. Sansoni Firenze, 1983.
- 6) Dal Monte A., Leonardi LM. Functional evaluation of kajak paddlers from biomechanical and physiological view points. In Komi P. (Ed) Biomechanics V.B, University Park Press, Baltimore: 258-267 1976.
- 7) Dal Monte A., Faccini P., Colli R. Canoeing. The Encyclopaedia of Sports Medicine, Vol. 2 (The Olympic Book of Sport Medicine, Edited by R.J. Shepard & P.O. Astrand, 1992).
- 8) Dransart G. Contribution a la connaissance du canoe kajak. National Institute of Sport and Physical Education Paris, Thesis.

- 9) Sidney KH., Shepard RJ. Physiological characteristics and performance of the white water paddler. *European Journal of Applied Physiology* 32: 55-70 1973.
- 10) Tesch P., Lindberg S. Blood lactate accumulation during arm exercise in world class kayak paddlers and strength-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology* 52: 441-445 1984.
- 11) Vaccaro P., Clarke DH., Morris AF., Gray PR. Physiological characteristics of the world champion whitewater slalom team. *EDS Current topics in Sport Medicine*. Urban & Schwarzenburg: 637-647 1984.
- 12) Vandevallée H., Peres G., Monod H. Relation force-vitesse lors d'exercices cycliques réalisés avec les membres supérieurs. *Motricité Humaine* 2: 22-25 1983, Dec.
- 13) Vrijens J., Hoestra P., Bouckaert J., Vjtvanck P. Van. Effects of training on maximal work capacity and haemodynamics response during arm and leg exercise in a group of paddlers. *European Journal of Applied Physiology* 36: 113-119 1975.