

Claudio Marini

Istituto di Medicina e Scienza dello Sport "Antonio Venerando", Dipartimento Scienza dello Sport

Mauro Terlizi

Italian Stand Up Paddle Association, Isupa; Organizzazione per l'educazione allo sport, Opes Italia;

Federazione Italiana Canoa Kayak, FICK

Un nuovo modo di praticare sport in acqua: Stand Up Paddle

Prima parte: un approccio fisiologico



Foto Archivio IMSS

Punto d'incontro di due sport, il surf e la canoa, lo Stand Up Paddle (Sup) è una disciplina sportiva che si pratica in acqua stando in piedi su una tavola e usando una pagaia per la propulsione. Agli inizi di questo terzo millennio, il Sup è entrato a far parte degli sport acquatici italiani. Nel calendario agonistico, nazionale ed internazionale, le gare a maggior diffusione sono le competizioni di Race di lunga distanza. Nella classificazione delle attività sportive basata sugli aspetti della meccanica muscolare e sul contributo energetico, questa tipologia di gara rientra nelle attività ad impegno prevalentemente aerobico. Nella valutazione dell'atleta la scelta dell'ergometro specifico è un fattore fondamentale affinché una misura, come quella della massima potenza aerobica, risulti attendibile. Per tale motivo è stato intrapreso uno studio pilota al fine di verificare la fattibilità della valutazione delle qualità fisiologiche, metaboliche e muscolari durante l'esecuzione di prove, effettuate direttamente sulla tavola da Sup, utilizzando come ergometro specifico la vasca ergometrica polifunzionale. I risultati dello studio hanno accertato la fattibilità di testare l'atleta in vasca ergometrica utilizzando la propria tavola e di misurare, in condizioni riproducibili, i fattori organico funzionali. In particolare è stata valutata la misura del dispendio energetico, del lavoro effettuato e la massima potenza aerobica, attraverso la misura del massimo consumo di ossigeno ($\dot{V}O_2\max$).



Foto MAURO TERLIZZI

Lo *Stand Up Paddle* (Sup) è una disciplina sportiva che si pratica in acqua stando in piedi su una tavola e usando una pagaia per la propulsione. Nato alle Hawaii e sviluppatosi principalmente nelle isole della Polinesia ed in California, questo sport, all'inizio del terzo millennio, si è diffuso in tutto il mondo. Il numero dei *paddler* (termine con cui vengono definiti i praticanti del Sup) è cresciuto in maniera esponenziale anche in Italia e gli specchi d'acqua dei mari e dei laghi sono stati invasi da un numero sempre crescente di appassionati. Le cause di questo fenomeno sono da imputare al fatto che il SUP si può praticare oltre che nelle acque del mare, anche in quelle di un lago o di un fiume, sia in presenza di vento e onde sia in acque senza moto ondoso. Giovani e meno giovani, uomini e donne, cavalcano le onde con tavola e pagaia non solo a livello agonistico ma anche per il puro piacere di fare sport all'aria aperta e migliorare la fitness fisica.

Per quanto concerne l'attività agonistica due sono le tipologie di gare più praticate: il *Sup Race* e il *Sup Wave*. Le competizioni *Wave*, definite *Sup Surfing*, si rifanno fondamentalmente al regolamento del Surf. Nel *Sup Race*, invece, le competizioni si svolgono su distanze sia brevi che lunghe. Nelle prime, definite *Sprint Race*, gli atleti gareggiano su percorsi compresi tra i 100 e i 1000 metri. Le gare lunghe, *Long Distance*, si svolgono su distanze che vanno dai 5 agli oltre 40 chilometri delle maratone.

In queste competizioni le tavole impiegate sono di due lunghezze: 12'6" piedi (circa 3,80 metri) e 14' piedi (circa 4,26 metri), con una larghezza che varia tra i 23 pollici (58,4 cm) ed i 26 pollici (66,04 cm).

Nel programma delle manifestazioni agonistiche, sia nazionali che internazionali, un ruolo preminente per la loro maggiore diffusione spetta alle competizioni di *Race* di lunga distanza.

Nella classificazione delle attività sportive (Dal Monte 1969; Lubich 1990), basata sugli aspetti della meccanica muscolare e sul contributo energetico, questa tipologia di gara rientra nelle attività ad impegno prevalentemente aerobico. Tuttavia, allo stato attuale, il ristretto numero di dati della letteratura scientifica non permette di avere un quadro omogeneo e completo delle qualità metaboliche e meccanico muscolari che caratterizzano gli atleti di alto livello. Così come sono scarse le informazioni sul ruolo svolto dalle suddette qualità durante le differenti tipologie di gara. Spesso ciò è da imputare all'impossibilità di disporre di un ergometro specifico su cui effettuare valutazioni riproducibili. L'alternativa, in tali circostanze, è andare direttamente sul campo di gara, ma non sempre le condizioni ambientali rendono possibile eseguire le valutazioni in condizioni di riproducibilità. Si aggiunga, inoltre, il rischio di utilizzare apparecchiature, dal costo elevato, il cui impiego in condizioni ambientali complesse come sugli specchi d'acqua del mare o di un lago, potrebbe essere eccessivamente oneroso.

Per tale motivo è stato intrapreso uno studio pilota al fine di verificare la fattibilità della valutazione delle qualità fisiologiche, metaboliche e muscolari durante l'esecuzione di prove, effettuate direttamente sulla tavola da Sup, utilizzando come ergometro specifico la vasca polifunzionale (Dal Monte 1969).



Foto Archivio IMSS



MATERIALI E METODI

È stato testato un atleta, i cui valori anagrafici e antropometrici sono riportati nella tabella 1, con esperienza agonistica pluriennale ed appartenente alla categoria *Master*.

L'atleta, oltre alla rilevazione dei dati antropometrici (peso, statura, bmi, % di massa corporea), è stato sottoposto ad una batteria di test funzionali per la mobilità generale largamente utilizzati in letteratura (*Functional Movement Screen*, *Y-Balance Test* "Low Quarter" e *Bunkie Test*) che non hanno evidenziato carenze e asimmetrie significative.

È stata programmata e realizzata una sessione di test, distribuiti in più giorni, presso il Laboratorio del Dipartimento di Scienza dello Sport del Coni.

Il primo giorno è stato effettuato un test per valutare la massima potenza aerobica, attraverso la misura del massimo consumo di ossigeno ($\dot{V}O_2\max$), al remoergometro (concept II). L'atleta utilizza regolarmente tale ergometro per svolgere i suoi allenamenti in palestra. È stato scelto un protocollo incrementale a carichi crescenti con inizio da 50 watt ed incremento di 25 watt ogni minuto fino al raggiungimento dell'esaurimento.

Per la misura del consumo di ossigeno è stato impiegato il metabolimetro indossabile K5 con metodica respiro per respiro (*Cosmed*, Roma), mentre la frequenza cardiaca è stata rilevata attraverso l'uso di un cardiofrequenzimetro (*Polar*, Finlandia). Inoltre, prima della prova e alla fine nella fase di recupero sono stati effettuati prelievi di sangue capillare dal lobo dell'orecchio per la determinazione del picco della

concentrazione ematica del lattato (*BIOSEN C line*, *EKF Diagnostic*).

A distanza di alcuni giorni l'atleta è tornato presso il nostro laboratorio per effettuare delle prove con la sua tavola nella Vasca ergometrica (Dal Monte 1987). Questa apparecchiatura è rappresentata da una sezione a condotta d'acqua a cielo aperto lunga 6,70 m e larga 3 m. La velocità del flusso d'acqua è costante in tutti i punti mentre il *range* di velocità può essere variato, agendo sia sul numero dei giri del motore sia sulla sezione del flusso d'acqua. Per l'occasione l'atleta ha utilizzato una pagaia appositamente strumentata sia con un estensimetro, applicato a circa un metro dalla punta della pala, poco più in basso rispetto all'impugnatura, sia con un sensore per la rilevazione della velocità angolare. I dati acquisiti venivano amplificati, digitalizzati e trasmessi in telemetria ad un computer per l'elaborazione finale. Poiché nella vasca ergometrica non è stato possibile riprodurre la velocità raggiunta dall'atleta sulla tavola in acqua libera, pagaiasse mantenendo le abituali frequenze e le velocità angolari nelle pagaiate è stata ridotta opportunamente la superficie della pala.

In tal modo è stato possibile realizzare la similitudine fisica per i seguenti parametri: la frequenza di pagaiata, la velocità angolare e il settore angolare di trazione.

Successivamente sono state effettuate delle prove a differenti velocità dell'acqua, da sottomassimali a massimali, per stabilire l'entità del peso da impiegare come freno della tavola per ottenere i carichi di potenza desiderati.

Nel corso delle prove, l'atleta ha familiarizzato con l'ambiente, il personale ed ha utilizzato il metabolimetro per abituarsi a respirare con la maschera e per verificare che l'apparecchiatura, applicata sulla schiena, non compromettesse l'esecuzione del gesto tecnico.

Passati quattro giorni l'atleta è tornato in laboratorio per effettuare nella vasca ergometrica, sulla sua tavola, un test per la misura del dispendio energetico e la determinazione del massimo consumo di ossigeno.

Dopo un adeguato riscaldamento l'atleta ha effettuato tre prove sottomassimali, a isopotenza crescente, ognuna della durata di 6 minuti. L'inizio di ogni carico avveniva quando la strumentazione misurava il valore di potenza stabilito. Ogni prova è stata intervallata da una pausa di un minuto necessaria per effettuare il prelievo ematico, dal lobo dell'orecchio, per la determinazione del lattato ematico. Per sottoporsi al prelievo l'atleta si avvicinava al bordo della vasca senza scendere dalla tavola. Dopo adeguato recupero è stato effettuato un test rettangolare a potenza costante da mantenere fino all'esaurimento. Nel corso delle prove l'atleta è stato equipaggiato con metabolimetro K5 (*Cosmed*, Roma), cardiofrequenzimetro e pagaia strumentata per la misura della potenza meccanica. Alla fine di ogni carico sottomassimale e nella fase di recupero della prova massimale, sono stati effettuati

prelievi ematici per la determinazione della concentrazione ematica del lattato. Nel corso delle prove il gesto dell'atleta è stato filmato utilizzando una video camera *GO PRO HERO 4 black*, con risoluzione a 1080 p a 120 fps. Per la video analisi è stato utilizzato il software *Dartfish*.

RISULTATI

La risposta dei parametri ventilatori, cardiovascolari e metabolici, uniti al costo energetico, relativi alla determinazione della massima potenza aerobica, effettuati al remo ergometro e in vasca ergometrica sono riportati rispettivamente nella tabel-

la 2 e nella tabella 3. Mentre in tabella 4, sono riportati i valori relativi alle tre prove sottomassimali effettuate nella vasca ergometrica.

DISCUSSIONE

Nel miglioramento della prestazione sportiva un ruolo fondamentale è svolto dalla potenza che un atleta è in grado di sviluppare e dal dispendio energetico necessario per sostenerla. Negli sport ad impegno prevalentemente aerobico un requisito indispensabile per il raggiungimento di un alto livello prestativo è fornito dalla massima potenza aerobica. Questa qualità rap-

presenta la risposta integrata dell'apparato respiratorio, cardiovascolare e muscolare dell'organismo allo sforzo fisico. Nella valutazione dell'atleta la scelta dell'ergometro, che permetta l'esecuzione del gesto che più si avvicina a quello tipico dello sport praticato, è un fattore fondamentale affinché una misura risulti attendibile. In tal senso l'ergometria specifica rappresenta una scienza multidisciplinare in cui la valutazione dell'atleta si basa su condizioni che simulino il più possibile le situazioni di gara o di quelle forme di allenamento che più si avvicinano alle competizioni. Il protocollo dello studio effettuato ha avuto la finalità di utilizzare la vasca ergometrica come strumento specifico di valutazione delle qualità organico funzionali di un atleta di Sup. In particolare è stata valutata la fattibilità e l'attendibilità di una metodica in grado di determinare il dispendio energetico ed il valore della massima potenza aerobica. Come ulteriore parametro di riferimento è stata misurata la potenza aerobica massima dell'atleta in un test svolto al remoergometro, con protocollo incrementale massimale.

ETÀ (anni)	STATURA (cm)	PESO (kg)	BMI (kg/m ²)	MASSA GRASSA (%)
46	174	73	24,3	11,8

TABELLA 1 Valori anagrafici e antropometrici dell'atleta.

POTENZA MECCANICA (W)	POTENZA MECCANICA (W/kg)	VE (l/min)	$\dot{V}O_2$ (l/min)	$\dot{V}O_2/kg$ (ml/kg/min)	R	FC (bpm)	Lattato (mM)
250	3,7	118,5	3,718	50,9	1,12	189	12,9

TABELLA 2 Test al remoergometro: valori massimali della Potenza meccanica, della Ventilazione polmonare, del Consumo di ossigeno, della Frequenza cardiaca e della lattatemia.

POTENZA MECCANICA (W)	POTENZA MECCANICA (W/kg)	VE (l/min)	$\dot{V}O_2$ (l/min)	$\dot{V}O_2/kg$ (ml/kg/min)	R	FC (bpm)	Lattato (mM)
175	2,4	116,3	3,675	50,3	1,13	190	8,3

TABELLA 3 Test in vasca ergometrica: valori massimali della Potenza meccanica, della Ventilazione polmonare, del Consumo di ossigeno, della Frequenza cardiaca e della lattatemia

POTENZA MECCANICA (W)	VE (l/min)	$\dot{V}O_2$ (l/min)	$\dot{V}O_2/kg$ (ml/kg/min)	FC (bpm)	Lattato (mM)	Efficienza (%)
65	55	1,750	23,97	155	1,9	10,6
105	69	2,523	34,56	163	2,8	10,7
140	92	2,933	40,18	172	5,6	11,1

TABELLA 4 Prove sottomassimali della durata di 6 minuti. Andamento dei valori di Potenza meccanica, della Ventilazione polmonare, del Consumo di ossigeno, della Frequenza cardiaca, della lattatemia e dell'efficienza (Potenza Meccanica/Potenza Metabolica).

Nella prova effettuata in vasca ergometrica l'atleta ha raggiunto un valore di $\dot{V}O_2\max$ di 3,675 l/min di O_2 e 50,3 ml O_2 /kg / min, mentre al remoergometro il $\dot{V}O_2\max$, è stato di 3,718 l/min di O_2 e 50,9 ml O_2 /kg/min. Inoltre, estendendo il confronto delle due prove anche agli altri parametri misurati, che in letteratura sono considerati indici del raggiungimento del valore massimale del $\dot{V}O_2$ si evidenzia che:

- i valori della frequenza cardiaca massima raggiunta sono ben al di sopra dei valori massimi teorici;
- il rapporto dello scambio respiratorio, tra produzione di CO_2 e consumo di O_2 (R), supera il valore di 1,10;
- il valore del picco di lattato ematico è superiore alle 8 mM.

Nelle due prove l'atleta ha raggiunto differenti livelli di potenza massima, al remoergometro 250 watt e in vasca 175 watt.

Tale differenza può essere spiegata considerando diversi fattori. Come prima cosa, abbiamo utilizzato due differenti procedure di valutazione, infatti al remoergometro la potenza massima è stata raggiunta e mantenuta negli ultimi sessanta secondi di un protocollo incrementale. Nel test in vasca, al contrario, l'atleta ha sostenuto una prova rettangolare, a potenza massima fissa, mantenuta per sei minuti.

Un secondo fattore da considerare è il movimento del corpo che caratterizza il gesto atletico. Al remoergometro, i movimenti del corpo avvengono esclusivamente nella direzione orizzontale della trazione sul freno aerodinamico e la potenza meccanica è interamente misurata dall'indicatore di potenza del remoergometro. Pagaiando in piedi sulla tavola nella vasca ergometrica, invece, i movimenti da prendere in considerazione sono due:

- 1) uno *orizzontale*, impiegato nella propulsione, che determina il valore della potenza meccanica massima rilevato con la pagaia strumentata.
- 2) uno *verticale*, di nessuna efficacia per la propulsione, ma indispensabile comunque per l'esecuzione del gesto tecnico, che comporta solo una dispersione della potenza, ed in quanto tale non rilevabile dal misuratore di potenza posto sulla pagaia. Ad esempio la video analisi del gesto specifico, evidenzia ad ogni colpo, di 1,15 secondi di durata, uno spostamento verticale, verso l'alto, di 15 centimetri del tronco e delle braccia (massa attiva stimata in 40 kg in movimento). Applicando la formula (potenza = $m \cdot g \cdot h/T$, da cui $40 \cdot 9,81 \cdot 0,15/1,15 = 51$ W) si arriva a misurare una dispersione di potenza uguale a circa 50 watt.

Un terzo fattore da considerare è l'importanza, sul piano energetico, della produzione del lattato per intensità metaboliche prossime al $\dot{V}O_2\max$. L'energia resa disponibile dall'aumento di ogni molecola di lattato nel sangue equivale a circa 3 mmol O_2 /kg di peso corporeo (Di Prampero 1981). La differenza del lattato massimale prodotto alla fine delle due prove equivale a di 4,6 mM, che corrispondono a circa 1 litro di ossigeno in più. In questo modo la potenza meccanica fornita dalle fonti energetiche anaerobiche può essere stimata in circa 30 watt.

Per quanto riguarda la misura della massima potenza aerobica, il valore del massimo consumo di ossigeno del nostro atleta è in linea con il valore medio misurato su 6 atleti australiani di alto livello, che nella passata stagione agonistica sono risultati tra i primi dieci paddler del *ranking* mondiale. In particolare, il lavoro di Ben Schram et al., comparso sulla rivista *Journal of Sport Physiology and Performance* nel 2016, riporta un valore medio di $\dot{V}O_2\max$ di $47,5 \pm 3,37$ ml O_2 /kg/min misurato in laboratorio su ergometro (*Kayak Pro SUPergo*, Miami, FL, USA), mentre il valore medio del $\dot{V}O_2\max$, misurato in acqua, è stato di $49,68 \pm 4,41$ ml O_2 /kg/min. In tutte e due le circostanze le misure sono state effettuate impiegando un metabolometro portatile con metodica *breath by breath* (*Parvomedics TrueOne 2400 metabolic system*, East Sandy, UT, USA). Inoltre sono state effettuate prove per valutare la cinetica del lattato, con relativa misura della frequenza cardiaca e del dispendio energetico. In questo modo è stato anche possibile determinare l'efficienza meccanica dell'attività fisica svolta nel Sup.

Per concludere è degno di nota evidenziare che il valore del $\dot{V}O_2\max$ del nostro atleta, confrontato con i dati di riferimento degli uomini della stessa fascia di età, risulta eccellente, secondo la classificazione pubblicata dal *The Physical Fitness Specialist Certification Manual, The Cooper Institute For Aerobics Research*. Tale livello di fitness cardiovascolare può essere imputata alla pratica regolare del Sup. Questa attività sportiva è in grado di coinvolgere l'organismo nella sua totalità. Infatti, i sistemi cardio-respiratorio e quello circolatorio sono impegnati a supportare il continuo lavoro muscolare non solo degli arti superiori ma anche di quelli della colonna, del complesso coxo-lombo-pelvico (*core*) e degli arti inferiori. Le ripetute sollecitazioni sulla tavola, imposte dal moto ondoso e dal gesto tecnico, comportano un intenso lavoro muscolare propriocettivo e di stabilizzazione. Il tutto regolato dal sistema nervoso centrale che, aggiustando continuamente il comando motorio centrale, in risposta ai continui feedback periferici, mantiene una corretta ed efficiente esecuzione del gesto tecnico.

CONCLUSIONI

In questo primo approccio sperimentale è stata valutata la possibilità di utilizzare la vasca ergometrica come strumento di valutazione delle capacità prestantive di un atleta di Sup in condizioni di riproducibilità.

I risultati dello studio hanno messo in evidenza la fattibilità di testare l'atleta in vasca ergometrica utilizzando la propria tavola e di misurarne, in condizioni riproducibili, i fattori organico funzionali: meccanico muscolari e metabolici. In particolare è stata valutata la misura del dispendio energetico, del lavoro effettuato e la massima potenza aerobica, attraverso la misura del massimo consumo di ossigeno ($\dot{V}O_2\max$). A conoscenza degli autori l'approccio sperimentale del presente studio non ha riscontri nella letteratura scientifica internazionale. Il passo successivo sarà estendere tali valutazioni ad un gruppo omogeneo di atleti di alto livello e confrontare l'andamento dei parametri misurati in laboratorio con le qualità fisiologiche rilevate anche sul campo di gara, impiegando parte delle apparecchiature sperimentate in laboratorio.

(1. continua).

Bibliografia

- Lubich T., Cesaretti D. Revisione, proposte di inquadramento e classificazione delle attività sportive, *Med. Sport.*, 1990, 43, 223-229.
- Dal Monte A., Proposta di una classificazione a orientamento biomeccanico delle attività sportive, *Med. Sport.*, 1969, 52, 501-509.
- Dal Monte A., An ergometric pool sports activities with high-speed use opportunities, *Atti del Fifth International Symposium of Biomechanics in Sports*, Atene, Luglio 1987.
- di Prampero (di) P. E., *Energetics of muscular exercise*, *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.*, 1981, 89, 143-222.
- Schram B., Hing W., Climstein M., *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2016, 11, 28-32.

Ringraziamenti degli Autori: si ringrazia il dott. Andrea Pace e il sig. Luciano Pierallini per aver allestito il sistema di stabilizzazione del Sup in vasca ergometrica. Tale sistema ha permesso di svolgere i test in modo che l'atleta potesse esprimere tutta la sua potenza nelle condizioni di similitudine fisica rispetto alla propulsione in acqua libera.

Gli Autori:

Claudio Marini, medico specialista in Medicina dello Sport, si occupa di valutazione funzionale delle qualità organico-funzionali dell'atleta, Istituto di Medicina e Scienza dello Sport "Antonio Venerando", Dipartimento di Fisiologia e Biomeccanica.
E-mail: clmarini@libero.it

Mauro Terlizzi, presidente di Isupa, responsabile Nazionale Sup in Opes Italia, referente tecnico organizzativo Commissione Sup Italia (Lazio) dello Sport per tutti della FICK.

E-mail: mauro.terlizzi@gmail.com