

. SCOPO DELLA RICERCA

Lo scopo della seguente ricerca è stato quello di definire il costo energetico durante una lezione con i treadmill acquatici, ad un'altezza costante dell'acqua di 1,40 m.,

Il nostro obiettivo è stato quello di stabilire se questa fosse un'attività in accordo con le linee guida dell' ACSM (American College of Sports Medicine, organismo americano e massima autorità mondiale in fatto di fisiologia e clinica dell'esercizio fisico), attraverso la valutazione dei parametri cardiaci, respiratori e metabolici (FC, VO₂, lattato ecc.).

3.1- ASSUNTI

La ricerca si è basata sui seguenti assunti:

- I soggetti erano normali in accordo con i parametri della loro età
- I soggetti hanno svolto i test al meglio delle loro capacità
- L'apparecchiatura utilizzabile è affidabile

3.2- LIMITAZIONI

La ricerca è stata limitata da:

- La mancanza di studi riguardanti l'attività oggetto di ricerca
- Il ridotto numero dei soggetti
- Le diverse esperienze motorie dei soggetti

- Il diverso stile di vita dei soggetti
- Le diverse discipline di provenienza (nuoto, spinning, fitness, ecc.)

METODI

- SOGGETTI

Sono stati reclutati sei soggetti, cinque donne e un uomo, di età compresa tra i 20 e i 34 anni, in buone condizioni fisiche e tutti praticanti attività fisica regolarmente, chi a livello amatoriale, chi a livello agonistico.

Più precisamente la maggior parte di loro, quattro, è diplomato ISEF o laureato IUSM ed è insegnante di fitness.

Prima di iniziare il test, ai soggetti è stato chiesto di firmare un consenso informativo.

	età	Peso (kg)	Statura (cm)
Media	28	63,6	168,3
Ds	5,2	7,4	6,4

Caratteristiche antropometriche dei soggetti

4.2- TEST MASSIMALE

In questo test, svolto coi treadmill meccanici in acqua, abbiamo misurato il massimo consumo di ossigeno, $VO_2\max$, aumentando gradualmente l'intensità di lavoro fino all'esaurimento volontario da parte del soggetto.

Il $VO_2\max$, chiamato anche massima potenza aerobica o resistenza cardiorespiratoria, è il tasso di consumo di ossigeno più elevato che si può raggiungere durante un esercizio massimale o in grado di portare all'esaurimento.

È correlato alla capacità dell'organismo di fornire sufficiente ossigeno necessario a soddisfare il fabbisogno dei tessuti attivi. Rappresenta un importante parametro, essendo una "misura globale ed integrata di tutti quei meccanismi che presiedono al trasporto di ossigeno dal centro (polmoni e cuore) fino alla sua utilizzazione all'interno degli organi (i mitocondri) a ciò deputati a livello muscolare."

Il fabbisogno energetico individuale varia con le dimensioni del corpo, perciò il $VO_2\max$ è generalmente espresso in relazione al peso corporeo, in millilitri di ossigeno consumato per chilogrammo di peso corporeo per minuto ($ml\ kg^{-1}\ min^{-1}$).

Capacità aerobiche comprese tra 80 e 84 $ml\ kg^{-1}\ min^{-1}$ sono state rilevate negli atleti maschi di alto livello praticanti le corse e lo sci di fondo. Gli adulti sedentari possono presentare valori inferiori a 20 $ml\ kg^{-1}\ min^{-1}$. Il $VO_2\max$ nei soggetti sedentari diminuiscono di circa

l'1% all'anno, probabilmente a causa dell'effetto combinato di invecchiamento biologico e stile di vita sedentario.

Per quanto riguarda il nostro caso il massimo consumo di ossigeno è stato misurato sottoponendo i soggetti a carichi crescenti della durata totale di circa 15 min.

I soggetti indossavano un k4b², sistema ideato dalla COSMED-Italia per misurare lo scambio dei gas polmonari con metodica respiro per respiro durante qualsiasi tipo di attività.

Dopo aver fatto riscaldare 10 min di riscaldamento in acqua, i soggetti hanno iniziato il test camminando sul treadmill con i primi 2 min di riscaldamento a 55 VPM (velocità passo al minuto), incrementando il carico di 5 VPM ogni 2 min per arrivare a 80 VPM mantenuti fino all'esaurimento.

Alla fine del test abbiamo registrato il valore della massima frequenza cardiaca, registrata dal cardiofrequenzimetro.

Gli step sono stati 5, corrispondenti a 5 brani musicali diversi a VPM crescenti.

Dopo 5 min di recupero è stato prelevato un campione di lattato dal lobo dell'orecchio, così come è stato fatto prima dell'inizio del test, in condizioni di riposo.

BRANO	VPM	TEMPO(min)	CARATTERISTICHE
1	55	2	riscaldamento
2	65	2	camminata
3	70	2	corsa
4	75	2	corsa
5	80	fino all'esaurimento	corsa

protocollo TEST MASSIMALE

- LEZIONE

La nostra lezione ha avuto 9 step (e quindi 9 brani musicali diversi), caratterizzati da diversi carichi mantenuto ciascuno per 5 min, per una durata totale di 45 min. I soggetti si sono scaldati ad una intensità di 45 VPM, fino ad arrivare a 70 VPM. L'intera prova è stata un'alternarsi di carichi bassi, alti e moderati, alla fine di ciascuno dei quali abbiamo registrato la frequenza cardiaca raggiunta.

Ai soggetti è stato chiesto di indossare una fascia di rilevazione della frequenza cardiaca (Polar Sport System) e il K4b² (COSMED) per misurare il consumo di ossigeno.

Il campione di lattato da lobo dell'orecchio è stato prelevato all'inizio, alla fine dei brani 2, 5, 7, 8, 9 e successivamente analizzato presso l'Istituto di Scienza dello Sport .

Durante la prova abbiamo mostrato ai soggetti, alla fine di ogni brano musicale, la scala di Borg (vedi paragrafo 5.4).

Infatti anche la scala RPE (Rating of perceived exertion) è stata proposta come parametro per la valutazione dell'intensità dell'esercizio.

Questo metodo prevede che siano gli stessi interessati a dare una valutazione soggettiva del carico di lavoro.

È una scala numerica che fornisce l'intensità corrispondente all'intensità relativa percepita.

Si basa una serie di numeri, da 6 a 20, collegati all'intensità di esercizio, da "molto molto leggero" a "molto molto intenso"(vedi tabella 5.4.a)

BRANO	VPM	TEMPO(min)	CARATTERISTICHE
1	45	5	camminata
2	55	5	camminata

3	65	5	camminata
4	65	5	camminata
5	70	5	corsa
6	55	5	recupero
7	70	5	corsa
8	65	5	pattinata
9	70	5	coordinazione

protocollo LEZIONE

ANALISI STATISTICA

I dati sono presentati come media e \pm deviazione standard e come % rispettivamente del VO_2 max e della FCmax teorica.

5. MATERIALI

5.1.1- HYDRORIDER ACQUA TREADMILL



“Hydrorider AquaTreadmill, è costruito interamente in ACCIAIO INOX AISI316 ANTICORROSIONE, è trattato superficialmente per resistere all’usura ed alla corrosione. Il Treadmill acquatico Hydrorider ha l’inclinazione regolabile su tre livelli, e la pedana è formata da due corsie di rulli rivestiti in gomma; i rulli sono liberi, non esistono né freni né motori, solo la resistenza dell’acqua.

Esercitando una forza/spostamento/movimento verso dietro e verso il basso sulla corsia della pedana, il piede scorre sui rulli contrastando la resistenza dell’acqua.

Correre e camminare hanno pochissime controindicazioni, ciò che ci condiziona maggiormente è il peso del nostro corpo, che può diventare un fardello troppo oneroso, ad ogni passo si esercitano delle forti sollecitazioni sulle articolazioni degli arti inferiori e sulla colonna vertebrale. Ora entriamo in acqua! Andremo a ridurre l’influenza del peso e le conseguenti sollecitazioni articolari, miglioreremo la percezione corporea e muscolare ed aumenteremo il drenaggio linfatico. Hydrorider, ha reso possibile questa attività creando un Treadmill Acquatico che consente agli sportivi di correre e camminare restando sul posto, proprio come su di un Treadmill terrestre. Questo attrezzo è stato sperimentato e collaudato per due anni prima di essere introdotto sul mercato, con l’obiettivo di aprire nuovi orizzonti

per il fitness la riabilitazione e l'allenamento.

Il Treadmill acquatico Hydrorider, utilizzabile singolarmente ed in gruppo, può essere abbinato alle Aquabike Hydrorider o ad altre attività di Acquafitness in circuiti. In questo modo il loro utilizzo diventa divertente creativo ed intenso consentendovi di godere di tutti i benefici che offre l'ambiente acquatico.”(www.hydrorider.com)

I VANTAGGI DI HYDRORIDER ACQUA TREADMILL

- Utilizzabile a gruppi alterni : con 10 treadmill possono lavorare 30 o più utilizzatori.
- Possibilità di acquisire nuove fasce di clientela di tutte le età.
- Idoneo per i circuiti come Aquathriatlon e Run AND Box.
- Offre la possibilità di spaziare senza limiti nell'offerta alla clientela: monostazione cardio, personal training, riabilitazione, acquafitness.
- Struttura semplificata per rendere quasi nulla la manutenzione.
- Anelli per cinture sicurezza disabili.
- Inclinazione regolabile.

5.1.3- CARATTERISTICHE TECNICHE



PEDANE GEMELLE A RULLI INDIPENDENTI

Consentono il movimento naturale ed autonomo delle gambe permettendo all'utente di muoversi nel rispetto degli equilibri del proprio corpo.



MOVIMENTO DEGLI ARTI INFERIORI ATTIVO

L'utilizzatore deve muovere le gambe facendo scivolare i piedi sui rulli contrastando la resistenza opposta dall'acqua, non è costretto a seguire una pedana attivata meccanicamente.



RULLI IN ACCIAIO RIVESTITI IN GOMMA

56 rulli garantiscono un'ottima scorrevolezza ed effettuano un efficace massaggio alla pianta dei piedi, attivano la circolazione periferica e stimolano i terminali nervosi.



BASI

Le basi sono protette da un doppio rivestimento in gomma che garantisce la stabilità e la sicurezza, non danneggia il fondo della piscina con ogni tipo di rivestimento, ceramiche, mosaico e pvc.

Dimensioni

Lunghezza	cm 130
larghezza pedana	cm 56
larghezza basi	cm 78,5
Altezza	cm 140
Peso	kg 43,5

5.1.4 INFORMAZIONI GENERALI

Profondità Piscina: la profondità consigliata è tra 120cm e 140cm.

Galleggiamento: consente agli utilizzatori di camminare e correre evitando i traumi dovuti all'impatto con le pedane tradizionali.

Manutenzione: non necessita di particolare manutenzione, si consiglia di controllare periodicamente Il buono stato dei piedi di gomma e dei rulli.

K4b²



“Il K4 è uno strumento che permette di misurare in condizioni reali la ventilazione, il consumo di ossigeno, la produzione di anidride carbonica e la frequenza cardiaca.

Il K4 si compone principalmente di una:

- UNITA' PORTATILE, che viene indossata dal soggetto esaminato.
- UNITA' RICEVENTE, composta dal dispositivo di ricezione, elaborazione stampa e archivio dati.
- UNITA' PER LA CARICA DELLE BATTERIE." (www.cosmed.it)

“Durante il test, l'individuo è connesso all'unità portatile per mezzo di una maschera facciale. I gas espirati vengono campionati e miscelati in una micro-camera dinamica che può, a differenza di quelle utilizzate da altri metodi convenzionali, che sono a volume fisso, variare le proprie caratteristiche tecniche al variare della ventilazione. Per misurare il flusso viene utilizzato un flussometro, caratterizzato da una turbina digitale bidirezionale.”

(Alloatti, et al.,2002)

5.3 CARDIOFREQUENZIMETRO



“Il cardiofrequenzimetro è composto da un orologio da polso, che quasi sempre incorpora altre funzioni tipiche di un orologio per lo sport, ed una fascia senza fili da indossare a contatto con la pelle intorno al torace.

I display dei cardiofrequenzimetri sono di solito abbastanza grandi per dare una indicazione immediata della frequenza cardiaca istantanea nelle condizioni di utilizzo in cui si trova normalmente uno sportivo (si pensi ad un podista che deve leggere l'orologio mentre corre o ad un ciclista)”. (*www.sportmedicina.com*)

Nelle vaste discipline del fitness aerobico si sta affermando il buon costume di utilizzare il cardiofrequenzimetro. In discipline come lo spinning, il rowing, jogging su treadmill è indispensabile che gli allievi utilizzino un cardiofrequenzimetro che li guidi verso un allenamento ottimale. Le linee guida per un allenamento ottimale basato sul monitoraggio della Frequenza Cardiaca sono fornite dall'ACSM (vedi cap 2.1 *Linee guida ACSM*).

5.4- SCALA DI BORG

La scala di Borg è una scala numerica di percezione dello sforzo fisico. Il suo nome deriva dal dottor Gunnar Borg che intorno agli anni 50 fu il primo a introdurre il concetto di percezione dello sforzo. (*www.personal-training.it*).

Borg mise a punto due diverse scale, l'RPE (Ratings of Perceived Exertion) e la CR10 (Category-Ratio anchored at the number 10). (*Borg G.; Borg's perceived exertion and pain scales; Human kinetics, 1998*).

Nel nostro test prenderemo in considerazione la RPE che è la più utilizzata e più semplice da usare

L' RPE viene usata per valutare la percezione soggettiva dello sforzo in relazione all'entità dello sforzo stesso.

Borg scelse una serie di 15 numeri crescenti (dal 6 al 20) e li mise in relazione con i valori della frequenza cardiaca durante uno sforzo fisico. In particolare il valore più basso della scala (il 6) corrisponde idealmente a 60 battiti al minuto, mentre il valore più alto (20) corrisponde ad una frequenza cardiaca di 200 bpm.

Ad ogni valore numerico corrisponde un'intensità, da molto molto leggero a molto molto intenso.

SCALA DI BORG		originale
Valore numerico	Intensità	
6		
7	molto molto leggero	
8		
9	molto leggero	
10		
11		
12		
13	piuttosto duro	
14		
15	intenso	
16		
17	molto intenso	
18		

19	molto molto intenso
20	

Scala della percezione della fatica (RPE)

. RISULTATI

TEST MASSIMALE

Dal test massimale svolto col treadmill in acqua abbiamo ricavato i valori di massimo consumo di ossigeno e di frequenza cardiaca massima raggiunta.

La seguente tabella ne riporta i valori medi con la corrispondente deviazione standard.

	VO₂max	FCmax	FCmax teorica
MEDIA	42	184	192
DS	8	10	5

Risultati test massimali

LEZIONE

I dati riportati in tabella 6.2.a e il corrispondente grafico 6.2.b esprimono la media e la deviazione standard tra i soggetti testati relative a:

- Percentuale del massimo consumo di ossigeno
- Percentuale della massima frequenza cardiaca teorica.

BRANI	1	2	3	4	5	6	7	8	9
%VO₂max	47	54	60	60	62	45	62	57	40
%FC max	54	57	56	52	57	43	54	52	39

DS della %VO₂max	17	13	14	15	12	16	14	23	13
DS della %Fcmx	10	8	29	27	29	25	27	29	23

Tabella 6.2.a

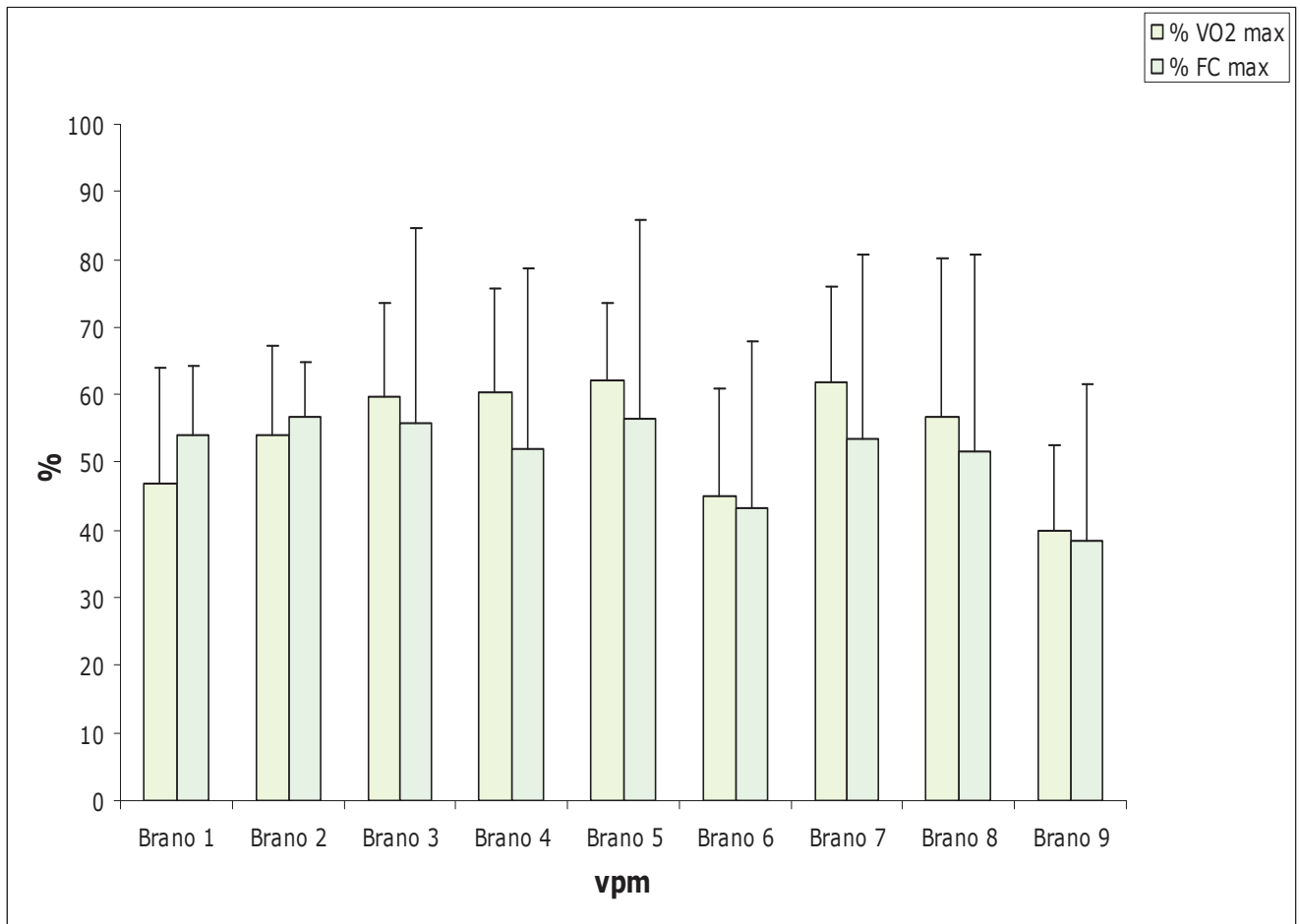


Grafico 6.2.b

La seguente tabella, 6.1.c, riporta invece la media e la deviazione standard del costo energetico dell'attività da noi testata, ovvero dell'energia necessaria per compiere un lavoro, espresso in kcal al minuto.

COSTO ENERGETICO (kcal/min)	
MEDIA	6,9

DS**2,4**

Tabella 6.2.c

Considerando la durata totale della lezione e quindi 45min abbiamo misurato una spesa totale di 310,50 kcal.

Per quanto riguarda la produzione di lattato è stato misurato all'inizio della lezione e alla fine dei brani 2, 5, 7, 8, 9, cioè dopo 10, 25, 35 e 45 min.

La tabella numero 6.2.d e il corrispondente grafico 6.2.e riportano i valori medi di picco di lattato (espresso in $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) misurati durante la lezione e la deviazione standard di tali valori. Come si può notare, il lattato non supera il valore di 2,6 mmol/l raggiunto verso la fine della lezione.

Nella tabella sono riportati i valori di lattato corrispondenti ai vari brani; nel grafico al posto dei brani, sull'asse delle ascisse sono riportati i VPM dei relativi brani musicali.

	BRANO 1 (base)	BRANO 2	BRANO 5	BRANO 7	BRANO 8	BRANO 9
MINUTI	0	10	25	35	40	45
MEDIA	0,8	1,37	1,91	1,73	2,62	1,63
DS	0,17	0,46	0,72	0,87	0,53	0,23

Tabella 6.2.d

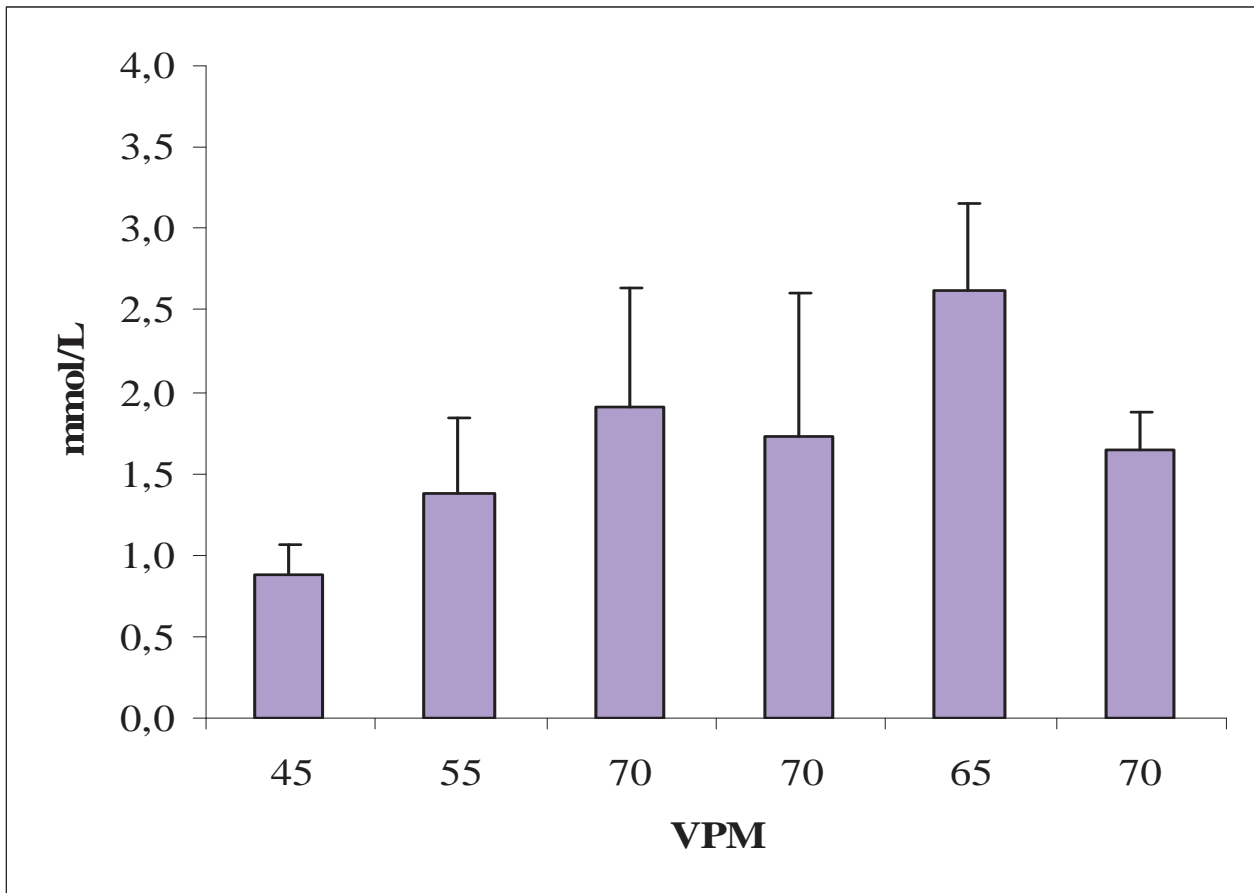


Grafico 6.2.e

7. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo scopo della presente ricerca è stato quello di stabilire se la lezione coi treadmill acquatici fosse un'attività fisica moderata, in accordo con le linee guida dell'ACSM.

Dai risultati si nota come non si sia mai superato il 57% della FCmax, e quindi per le linee guida dell'ACSM ci troviamo nella target zone più bassa, compresa tra il 50-60% della

FCmax. Questo rappresenta un allenamento di tipo aerobico, dove, per via di un'intensità di esercizio così bassa, il principale meccanismo energetico è quello con utilizzo prevalente di acidi grassi.

Tale intensità non stimola importanti adattamenti cardiocircolatori, ma garantisce comunque uno stato di benessere generale.

Anche il costo energetico è piuttosto modesto rispetto ad altre attività di fitness (spinning □□ 800 kcal/h).

Rispetto all'hydrobike e al treadmill meccanico a terra, i risultati da noi ottenuti sono molto inferiori. Dallo studio sull'hydrobike si è riscontrato che a 45 RPM si lavora ad una intensità del 52% FCmax, a 60 RPM al 62%, a 75 RPM a 75% e a 90 RPM al 87% (*Piacentini et al., 2007*).

Questo vuol dire che con l' hydrobike si possono eseguire diverse tipologie di allenamento diversificandole a seconda dell'allenamento stesso.

Così pure dai risultati di uno studio sui treadmill meccanici a terra si nota come il lavoro venga svolto ad una media del 70% della FCmax, con un valore minimo di 60% ad una velocità di 2,5 km/h e uno massimo di 85% a 4,5 km/h (*M. F. Piacentini, M. Marini, tesi di laurea, IUSM 2006*).

Quindi col treadmill non abbiamo la possibilità di diversificare l'allenamento così come si potrebbe fare con l'hydrobike e questo perché è difficile aumentare la VPM, ovvero la velocità del passo al minuto, e mantenere il passo.

Perciò il lavoro in acqua col treadmill meccanico risulta un'attività a bassa intensità, indicata per chi inizia attività fisica o per chi ha particolari problematiche. La bassa intensità dell'attività è supportata anche dai bassi valori di lattato misurati durante la lezione stessa (2,6 mmol/l il valore più elevato).

È importante però notare che tali osservazioni non possono essere generalizzate in quanto il numero dei partecipanti ai test per tali giudizi risulta sempre abbastanza ridotto. Inoltre da soggetto a soggetto sono presenti delle differenze fisiche e sportive che comportano una diversa risposta ad uno stimolo proposto.

8. LISTA DELLE FONTI CONSULTATE

BIBLIOGRAFIA

- Alloatti G. et al, *Fisiologia dell'uomo*, edi Ermes, 2002.

- Lars Peterson Per Renstrom, *Traumatologia dello sport prevenzione e terapia*, UTET, Torino, 2002.
- F. Fagioli, L.Bartoli, *Allenarsi con il cardiofrequenzimetro*, Erika srl Editrice 1998
- J.H.Willmore, D.L.Costill, *Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport*, Calzetti Mariucci editori 2005
- P.Zeppilli, V.Palmieri, *Manuale di medicina dello sport*, Casa Editrice Scientifica Internazionale 2006
- Lee DT, Toner MM, McArdle WD, Vrabas IS and Pandolf KB. *Thermal and metabolic responses to cold-water immersion at knee, hip, and shoulder levels*. J Appl Physiol, 1997.
- Risch WD, Kuobenec HJ, Beckmann U, Lange S, et al., *Effect of head out immersion on heart volume, central venous pressure, pulmonary blood distribution, heart rate in man*. Pflugers Arch, 1978.
- Gary J. Balady, Kathy A. Berra, Lawrence A. Golding, Neila F. Gordon et al, "ACSM's GUIDELINES FOR EXERCISE TESTING AND PRESCRIPTION", USA 2000.
- Borg G, *Borg's perceived exertion and pain scales*, Human kinetics 1998

ARTICOLI

- Articolo pubblicato su *Happy Aquatics*, Settembre 2003.
- Benelli P., Ditroilo M., De Vito G. *Physiological responses to fitness activities: a comparison between land-based and water aerobics exercise*, Journal of strength and conditioning research 2004, 18 (4), 719-722

- M.F. Piacentini, M. Marini, R. Carminucci, *Costo energetico su treadmill meccanici differenti*, tesi di laurea, IUSM 2006
- M.F. Piacentini, A. Gianfelici, S. Demarie, R. Carminucci, M.L. Quinci, M. Faina, L. Capranica, *Comparison of metabolic parameters on 3 different hydrobikes and exercise intensities*, Proceedings of the 12th annual Congress ECSS 2007

WORLD WIDE WEB

- www.hydrorider.com
- www.sportmedicina.com
- www.educazionefisicabergamo.it
- www.acquafitness.it
- www.cosmed.it
- www.biosportned.it
- www.scienzaesport.it
- www.personal-training.it