

## *Il Cross Training in acqua*

**Ancona, 12 novembre 2010**

**C.O.N.I.**

**S.R.d.S.**

Francesco Giacomini PhD

I.R.A.M.

Facoltà di Scienze Motorie  
Università degli studi di Urbino

L'allenamento in acqua può essere utilizzato  
come mezzo di **“cross-training” (CT)**  
finalizzato al mantenimento o al  
miglioramento della prestazione sportiva?

- In particolare la corsa in acqua, più o meno profonda, risulta ampiamente citata in letteratura, per le sue peculiari caratteristiche che **consentono il mantenimento di una elevata capacità di prestazione aerobica eliminando quasi completamente la componente gravitaria** (Burns et al., 2001).
- Effettivamente, quando l'esercizio a secco è impossibile per gli esiti di un infortunio il lavoro in acqua può offrire possibilità alternative per l'allenamento dell'apparato cardio-circolatorio.

3

- L'allenamento acquatico è stato utilizzato **in particolare per le specialità di corsa poiché la stessa in acqua è relativamente semplice e la sua resa allenante è elevata** (Reilly et al., 2003)

Table 1. Maximal responses during running in water and on a treadmill.

Study	Participants (n)	Mode	$\dot{V}O_{2peak}$ (ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	$\dot{V}O_{2peak}$ (l · min <sup>-1</sup> )	$\dot{V}E_{peak}$ (l · min <sup>-1</sup> )	HR <sub>max</sub> (beats · min <sup>-1</sup> )	RER <sub>max</sub>	RPE <sub>max</sub>	BLA (mmol l <sup>-1</sup> )
Glass (1987)	20	Treadmill	53.1			189	0.94		11.2
		Deep-water	47.1			174	0.98		14.9
Frangolias and Rhodes (1995)	13	Treadmill	59.7	3.92	109	190	1.20	20	10.4
		Deep-water	54.6	3.60	106	175	1.10	20	9.8
Frangolias et al. (1996a)		Treadmill							
		Deep-water							
Michaud et al. (1995a)	10	Treadmill		2.49		189	1.28	9.1 <sup>d</sup>	
		Deep-water		2.15		175	1.24	9.9 <sup>d</sup>	
Michaud et al. (1995b)	8	Treadmill		4.30		184	1.05	9 <sup>d</sup>	
		Deep-water		3.80		169	1.00	9 <sup>d</sup>	
Svedenhag and Seger (1992)	9	Treadmill		4.60	133 <sup>b</sup>	188	1.20 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	12.4
		Deep-water		4.03	122 <sup>b</sup>	172	1.10 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	10.0
Butts et al. (1991b)	12	Treadmill	54.7	3.00	93.6	198	1.05	19	
		Deep-water	46.8	2.60	91.8	180	1.01	19	
Town and Bradley (1991)	9	Treadmill	67.0 <sup>b</sup>			183 <sup>b</sup>	1.14 <sup>b</sup>		7.9 <sup>b</sup>
		Deep-water	49.0 <sup>b</sup>			157 <sup>b</sup>	1.05 <sup>b</sup>		6.4 <sup>b</sup>
Butts et al. (1991a)	(12 M, 12 F)	Treadmill	64.5	4.55	150	193	1.15		
		Deep-water	58.4	4.09	141	183	1.11		
		Treadmill	55.7	3.32	112	189	1.13		
		Deep-water	46.8	2.79	97.7	180	1.09		

Abbreviations:  $\dot{V}O_{2peak}$  = peak oxygen uptake,  $\dot{V}E_{peak}$  = peak minute ventilation, HR<sub>max</sub> = maximal heart rate, RER<sub>max</sub> = respiratory exchange ratio at maximal exercise, RPE<sub>max</sub> = rating of perceived exertion at maximal effort, BLA = blood lactate concentration.

<sup>a</sup>Borg 1–10 Scale. <sup>b</sup>Approximate values extrapolated from the graph.

Table 2. Summary of responses to a period of deep-water running training

Study	Training status	Weeks training	Frequency, duration and intensity	Main findings
Wilber <i>et al.</i> (1996)	✓	6	5 days per week, alternating 30 min at 90–100% $\dot{V}O_{2max}$ and 60 min at 70–75% $\dot{V}O_{2max}$	No change in treadmill $\dot{V}O_{2max}$ or ventilatory threshold
McKenzie and McLuckie (1991)	✓	3	5 days per week, 30 min	No change in treadmill $\dot{V}O_{2max}$ or muscular strength and endurance
Bushman <i>et al.</i> (1997)	✓	4	5–6 days per week, interval training lasting 22.5–45 min at RPEs ranging from moderate to high intensity	No change in 5-km run performance, sub-maximal $\dot{V}O_2$ consumption, lactate threshold running velocity, $\dot{V}O_{2max}$
Quinn <i>et al.</i> (1994)	✓	4	4 days per week, 30 min at 80% of heart rate reserve minus 10 beats $\cdot$ min <sup>-1</sup>	Reduction of 3.0 ml $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> in $\dot{V}O_{2max}$
Eyestone <i>et al.</i> (1993)	✓	6	3–5 days for 20–30 min at 70–80% HR <sub>max</sub>	Reduction of 2.77 ml $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> and 2.42 ml $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> in treadmill $\dot{V}O_{2max}$ for the water and land groups, respectively. No change in 2-km run performance for either group
Hertler <i>et al.</i> (1992)	✓	4	3 days per week at similar RPE as for previous training on land	No change in treadmill $\dot{V}O_{2max}$ or leg strength
Hamer and Morton (1990)	✗	8	Interval training lasting 20–45 min, 3 days per week at 60–80% $\dot{V}O_{2max}$	Improvement in treadmill $\dot{V}O_{2max}$ of 4.66 ml $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> ; reduction of 8 beats $\cdot$ min <sup>-1</sup> in HR <sub>max</sub>
Michaud <i>et al.</i> (1995b)	✗	8	Interval training lasting 25–45 min, 3 days per week at 63–82% of HR <sub>max</sub>	Improvements in treadmill and water $\dot{V}O_{2peak}$ of 10.6% and 20.1%, respectively
Morrow <i>et al.</i> (1996)	✗	10	3 days per week, 30 min at 80% of mode-specific peak heart rate	Improvement in treadmill $\dot{V}O_{2peak}$ performance

Abbreviations:  $\dot{V}O_{2max}$  = maximal oxygen uptake, HR<sub>max</sub> = maximal heart rate,  $\dot{V}O_{2peak}$  = peak heart rate, RPE = rating of perceived exertion, ✓ = conditioned, ✗ = unconditioned.

- Non risultano evidenze scientifiche che confermino i benefici dovuti all'allenamento in acqua dichiarati da numerosi atleti di discipline diverse come il pugilato, il tennis, il baseball, il pattinaggio.
- A partire dagli anni '90 numerosi autori hanno studiato la corsa in acqua come metodo di CT, e la maggioranza di essi indica che tale pratica può migliorare lo stato di forma e la prestazione (Brown *et al.*, 1996, Burns *et al.*, 2001, Bushman *et al.*, 1997, Michaud *et al.*, 1995, Wilber *et al.*, 1996).

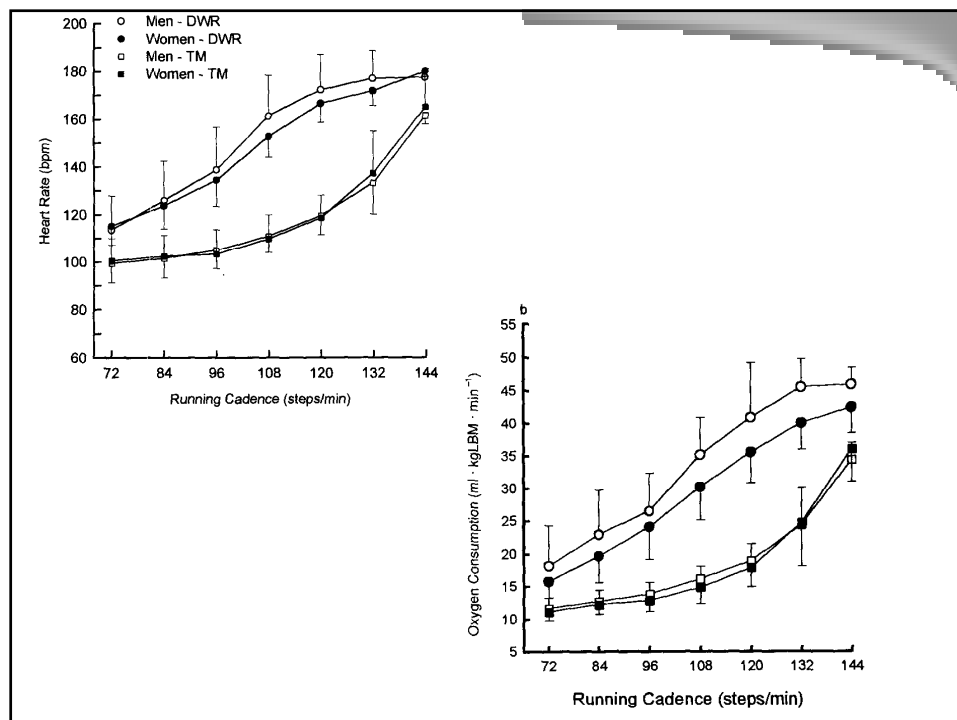
**Table 1**  
**Maximal Physiologic Variables During**  
**DWR and Treadmill Exercise**

Variable	Water		Treadmill <sup>a</sup>	
	<i>M</i>	$\pm$ <i>SD</i>	<i>M</i>	$\pm$ <i>SD</i>
<i>Men</i>				
HR (bpm)	183.8 <sup>b</sup>	7.7	195.7	5.2
$\dot{V}O_2 L \cdot \min^{-1}$	2.922 <sup>b</sup>	0.679	3.381 <sup>b</sup>	0.405
$ml \cdot kg^{-1} \cdot \min^{-1}$	39.1 <sup>b</sup>	8.3	45.2 <sup>b</sup>	4.4
$ml \cdot kgLBM \cdot \min^{-1}$	44.7	7.7	51.4	3.1
<i>Women</i>				
HR (bpm)	173.9	7.3	194.6	5.0
$\dot{V}O_2 L \cdot \min^{-1}$	1.804	0.340	2.338	0.282
$ml \cdot kg^{-1} \cdot \min^{-1}$	30.1	4.5	40.1	3.1
$ml \cdot kgLBM \cdot \min^{-1}$	39.1	5.1	50.6	3.1

Brown  
et al.1996

Treadmill responses signif. ( $p < 0.001$ ) greater: <sup>a</sup>than all corresponding values; <sup>b</sup> than corresponding female values.

7



- Altre ricerche sottolineano come la tecnica specifica sia un fattore importante che condiziona l'effettiva utilità dell'esercizio in acqua come modalità di CT (Frangolias et al., 1995, Martel et al., 2005, Tartaruga et al., 2004).
- I reali benefici dell'allenamento in acqua potrebbero risultare limitati da una scarsa esperienza in relazione al diverso ambiente.
- Gli atleti che volessero utilizzare tale metodica dovrebbero prima essere adeguatamente familiarizzati ad una tecnica esecutiva corretta adeguata alla situazione di immersione.

9

- Risulta anche evidente che **l'intensità di lavoro dovrebbe essere analoga a quella normalmente raggiunta nell'esercizio a secco**, cosa non semplice visti i numerosi fattori che influenzano il movimento in acqua.

10

## *Il movimento in immersione*

- Dal punto di vista biomeccanico l'immersione permette di sfruttare la riduzione apparente del peso del corpo, con conseguente diminuzione del carico sulle articolazioni, in relazione alla profondità di immersione e l'aumento della resistenza al movimento, proporzionale alle dimensioni ed alla velocità, dovuta alle forze di drag.

11

- Tali peculiarità sono state studiate anche in relazione alle pratiche riabilitative (idroterapia) ai fini di determinare le modalità di risposta del sistema neuromuscolare alle diverse sollecitazioni prodotte nell'ambiente acquatico rispetto a quello **a secco** (Golland, 1981; Poyhonen, 2002; Barela et al., 2006).

12

- Nell'immersione fino al collo (WI o NI – water immersion to the neck) il corpo umano subisce una riduzione apparente di circa il 90% del suo peso a secco (Harrison et al., 1992; Onodera et al., 2003).

Table1. Changes in the absolute and relative value of body height and weight on the each water level.

Mesurement position	height (cm)	% height (%)	weight (kg)	% weight (%)
	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD
land	168.6 $\pm$ 6.5	0 $\pm$ 0	61.4 $\pm$ 8.4	100 $\pm$ 0
lateral malleolus	4.3 $\pm$ 0.8 *	2.5 $\pm$ 0.4 *	59.1 $\pm$ 8.1 *	96.2 $\pm$ 0.7 *
center of leg	23.9 $\pm$ 1.8 *	14.1 $\pm$ 0.8 *	56.5 $\pm$ 7.9 *	91.9 $\pm$ 1.1 *
lateral condyle	43.4 $\pm$ 2.9 *	25.7 $\pm$ 1.0 *	52.6 $\pm$ 7.5 *	85.5 $\pm$ 1.1 *
center of thigh	61.8 $\pm$ 2.7 *	36.7 $\pm$ 1.0 *	46.9 $\pm$ 7.2 *	76.2 $\pm$ 2.1 *
greater trochanter	80.6 $\pm$ 3.4 *	47.8 $\pm$ 1.7 *	36.7 $\pm$ 6.8 *	59.4 $\pm$ 4.1 *
xiphoid process	116.3 $\pm$ 6.4 *	57.3 $\pm$ 1.0 *	16.9 $\pm$ 2.4 *	45.5 $\pm$ 5.0 *
axilla	125.3 $\pm$ 4.9 *	69.0 $\pm$ 1.9 *	10.5 $\pm$ 2.5 *	27.5 $\pm$ 1.7 *
mental protuberance	141.0 $\pm$ 5.6 *	74.4 $\pm$ 1.4 *	4.1 $\pm$ 1.3 *	16.9 $\pm$ 2.1 *

(\* :P<0.05)

13

- Approssimativamente le articolazioni di caviglia e piede di un soggetto di 70 kg in WI supporteranno un carico di circa 7 kg. Individui con problemi articolari o muscolari possono beneficiare di tale situazione riuscendo a sostenere carichi improponibili a secco.

14

Table 1

Mean values ( $\pm 1$  SD) of temporal and spatial gait parameters during the stride cycle on land and in shallow water ( $N = 10$ )

	Land (mean $\pm$ SD)	Water (mean $\pm$ SD)
Duration (s)*	$0.95 \pm 0.01$	$2.41 \pm 0.25$
Length (m)	$1.32 \pm 0.13$	$1.19 \pm 0.15$
Speed (m/s)*	$1.39 \pm 0.14$	$0.50 \pm 0.07$
Support phase duration (%)	$61.9 \pm 1.9$	$60.4 \pm 2.2$

\*  $p < 0.001$ .

Barela et al.1996

15

Table 3

Mean values ( $\pm 1$  SD) of the first and second peaks, and valley, in units of body weight (apparent body weight for the water condition), BW, impact force and impulse during the stride cycle on land and in shallow water ( $N = 10$ )

	Land (mean $\pm$ SD)	Water (mean $\pm$ SD)
1st peak (BW)*	$1.27 \pm 0.13$	$1.03 \pm 0.08$
2nd peak (BW)**	$1.20 \pm 0.14$	$1.01 \pm 0.10$
Valley (BW)**	$0.63 \pm 0.11$	$0.82 \pm 0.08$
Impact (BW/s)*	$10.3 \pm 1.9$	$5.41 \pm 1.70$
Impulse (BW.s)*	$0.00 \pm 0.01$	$0.20 \pm 0.06$

\*  $p < 0.001$ .

\*\*  $p < 0.005$ .

Barela et al.1996

16



## *Effetti fisiologici dell'immersione*

- L'immersione a testa fuori (HOI - Head out immersion; Dressendorfer et al., 1976; Takeshima et al., 1997),
  - in acqua alta (DW - deep water), con o senza appoggio sul fondo
  - o in acqua bassa (SW - shallow water), con appoggio (Town & Bradley, 1991; Dowzer et al. 1999; Benelli et al., 2004),
- in posizione ortostatica, o con inclinazioni diverse, senza immersione del capo, con acqua ad altezze variabili, generalmente:
- ➔ al collo (NI - Water immersion to neck; Begin et al. 1976),
  - ➔ allo xifoide (WIX - Water immersion to the xiphoid; Ertl et al., 1991),
  - ➔ ai fianchi (HI - Water immersion to the hip).

17

- consente di sfruttare le caratteristiche del mezzo liquido ai fini del movimento e dell'esercizio di vario tipo senza la necessità degli specifici adattamenti sul piano motorio e fisiologico presenti nel nuoto (apprendimento dei gesti specifici della locomozione acquatica, respirazione sincronizzata e vincolata) e di evitare le problematiche psicologiche legate, ad esempio all'immersione completa del viso.

18

- In HOI si verifica l'aumento del volume ematico intratoracico (blood-shift, Arborelius et al., 1972) e della gittata cardiaca (GC) (Lin, 1984), della diuresi, della natriuresi e della kaliuresi oltre ad inibizione dell'ormone antidiuretico (ADH) e del sistema renina-aldosterone (Epstein, 1992).
- A diverse temperature dell'acqua la HOI provoca, effetti diversi (Craig & Dvorak, 1966; McArdle et al., 1976; Nadel, 1984; Weston et al., 1987)
- La densità, la differenza di pressione e la alta termoconduttività del mezzo, sono i fattori determinanti, da soli o con azione combinata, di tali modificazioni.

19

- Quando un soggetto si immerge rapidamente fino al collo, in acqua a temperatura termo neutrale di 33°-35°C la pressione idrostatica agisce principalmente in due modi:
- **a) si verifica un aumento della pressione meccanica sui tessuti connettivi proporzionale alla profondità di immersione;**
- **b) la compressione addominale spinge il diaframma verso l'alto e comprime le strutture respiratorie all'interno del torace.**

20

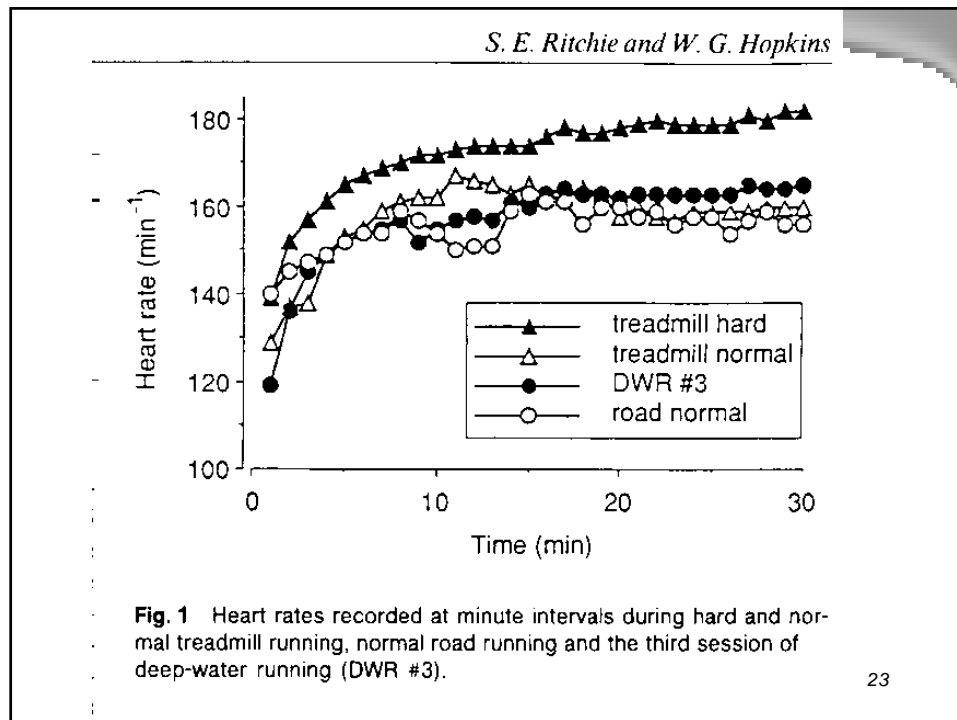
- Quando il corpo è in HOI in posizione ortostatica le cavità toraciche ed addominali risentono di una pressione idrostatica di  $\pm 15$  mmHg esercitata da una “colonna d’acqua” di circa 20 cm, dato che 1 m d’acqua esercita una pressione di 76 mmHg  
(Arborelius et al., 1972; Greenleaf, 1984).
- Sulle parti non immerse, viene invece esercitata la pressione atmosferica dell’ambiente aereo (1 atm) che, attraverso le vie respiratorie, si trasmette fino agli alveoli polmonari.
- Si verifica così uno squilibrio tra la pressione esercitata sulla cavità toracica e sul diaframma e quella, più bassa, degli spazi alveolari.

21

### *Esercizio in acqua e capacità aerobica*

- La corsa in acqua può raggiungere intensità sufficienti per migliorare la capacità aerobica (Kravitz e Mayo, 1997; Ritchie e Hopkins, 1991), con valori di frequenza cardiaca (FC), consumo di ossigeno (VO<sub>2</sub>) e percezione soggettiva dello sforzo (RPE) simili a quelli a secco (Gehring et al., 1997). Ciò risulta peraltro evidente sia per atleti allenati che per soggetti sedentari o poco allenati.

22



*Int. J. Sports Med. 12 (1991)*

*The Intensity of Exercise in Deep-Water Running*

**Table 2** Mean physiological and psychological responses to deep-water running (DWR), treadmill running and road running

	DWR session <sup>a</sup>			Treadmill		Road	SD <sup>b</sup>
	#1	#2	#3	Hard	Normal	Normal	
$\dot{V}O_2$ ( $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	48	46	49	53	42*	—	5
Relative $\dot{V}O_2$ (%max)	72**	69**	73	78	62*	—	8
RQ	1.05	1.04	1.06	1.02	0.95*	—	0.05
HR ( $\text{min}^{-1}$ )	162	157	159	176*	160	158	10
Relative HR (%max)	86	83	84	93*	85	83	5
Perceived effort (%max)	82	71**	73	79	57*	56*	9
Perceived pain (%max)	64	60	65	61	38*	41*	13

<sup>a</sup>Data for the two subjects experienced in DWR are included in session #3

<sup>b</sup>Within-group standard deviation

\*Significantly different from all sessions not marked with an asterisk ( $p < 0.05$ )

\*\*Significantly different from treadmill hard session ( $p < 0.05$ ).

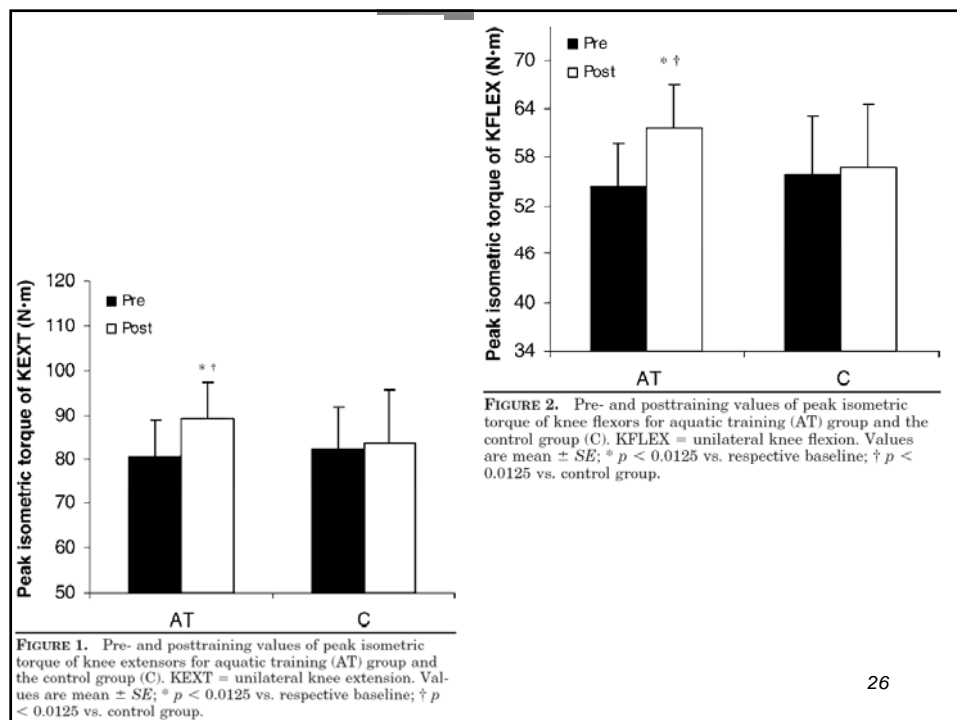
24

## *Esercizio in acqua e forza muscolare*

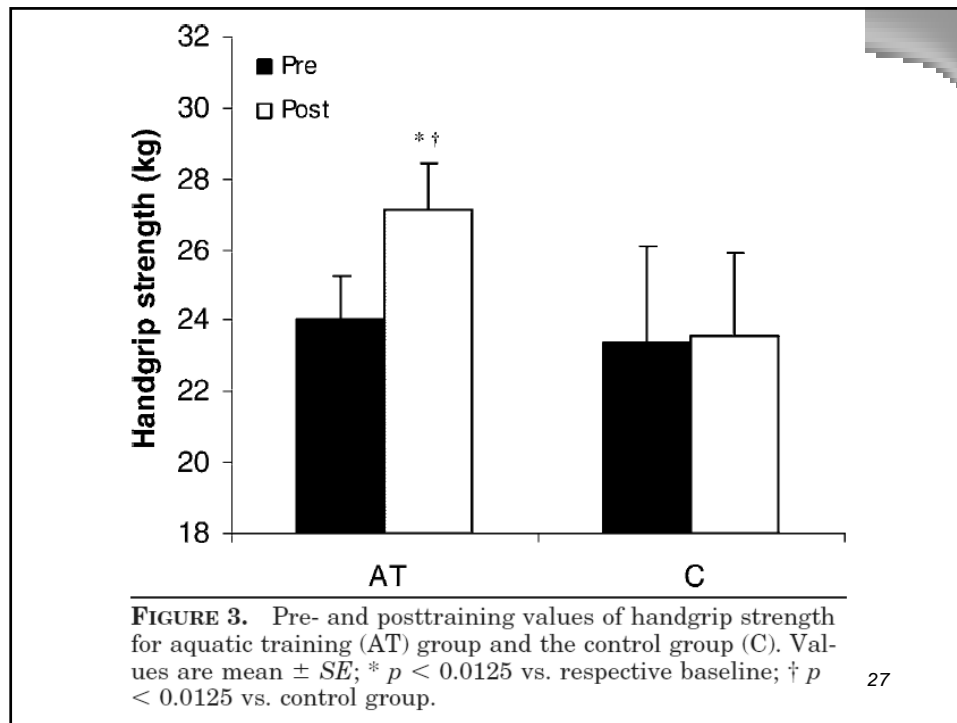
- Pur essendo le informazioni e le evidenze scientifiche a questo proposito piuttosto scarse, soprattutto per ciò che riguarda atleti allenati sembra che l'esercizio in immersione possa essere utilizzato per produrre sovraccarichi sufficienti a raggiungere livelli di fatica elevata e ad ottenere miglioramenti della forza in soggetti sedentari ed allenati

(Tsourlou et al., 2006).

25



26



27

**TABLE 4.** Pre- and posttraining 3 repetition maximum values.\*

	Pre	Post	% Change
Knee extension (kg)			
AT	41.70 $\pm$ 2.5	53.97 $\pm$ 2.7†‡	29.4
C	40.50 $\pm$ 2.6	41.37 $\pm$ 2.7	2.1
Leg press (kg)			
AT	62.05 $\pm$ 3.6	80.35 $\pm$ 3.7†‡	29.5
C	57.18 $\pm$ 4.0	58.44 $\pm$ 4.6	2.2
Chest press (kg)			
AT	25.45 $\pm$ 1.7	32.00 $\pm$ 1.7†‡	25.7
C	24.81 $\pm$ 1.8	25.56 $\pm$ 1.8	3.0

\* Data are depicted as mean  $\pm$  SE. AT = aquatic training group ( $n = 12$ ); C = control group ( $n = 10$ ).

†  $p < 0.0125$  vs. respective pretraining.

‡  $p < 0.0125$  vs. control group.

28

**TABLE 5.** Pre- and posttraining values of functional performance parameters.\*

	Pre	Post	% Change
Squat jump (cm)			
AT	9.26 $\pm$ 1.1	11.54 $\pm$ 1.1 <sup>†‡</sup>	24.6
C	9.65 $\pm$ 0.9	8.72 $\pm$ 0.9	-9.6
Sit-and-reach (cm)			
AT	21.15 $\pm$ 1.9	23.60 $\pm$ 1.8 <sup>†</sup>	11.6
C	22.56 $\pm$ 2.4	22.87 $\pm$ 2.4	-2.7

\* Data are depicted as mean  $\pm$  SE. AT = aquatic training group ( $n = 12$ ); C = control group ( $n = 10$ ).

<sup>†</sup>  $p < 0.0125$  vs. respective pretraining.

<sup>‡</sup>  $p < 0.125$  vs. control group.

29

## su soggetti allenati

- è possibile migliorare la capacità di salto verticale (Martel et al., 2005) utilizzando esercizi specifici di pliometria in acqua
- la forza (contrazione isocinetica degli arti inferiori) mediante un adeguato allenamento in acqua non subisce riduzioni (Hertler et al., 1992).

30

In soggetti sedentari sono stati riscontrati significativi incrementi:

→ della forza di contrazione degli estensori e dei flessori del ginocchio e della massa muscolare (Poyhonen et al., 2002)

→ della forza delle gambe e delle braccia (Takeshima et al., 2002).

TABLE 3. Effects of water-based exercise on muscular strength in older women: knee.<sup>a</sup>

	Resistance Dial	Before		After		Change (%)	ANOVA (Group × Time)
		Mean	SD	Mean	SD		
Extension, Nm							
Exercise group	2	5.6	1.1	7.1	2.1	26.8	$F(1,28) = 3.704$
Control group	2	6.1	1.3	6.7	1.6	9.8	$P = 0.09$
Exercise group	5	14.6	3.8	17.0	3.6	16.4	$F(1,28) = 7.023$
Control group	5	15.3	3.7	15.1	3.0	-1.3	$P < 0.05$
Exercise group	8	34.4	8.0	37.3	7.4	8.4	$F(1,28) = 7.564$
Control group	8	34.4	5.3	33.7	5.3	-2.0	$P < 0.05$
Flexion, Nm							
Exercise group	2	6.0	2.7	8.4	3.1	40.0	$F(1,28) = 12.225$
Control group	2	6.8	1.6	6.5	1.8	-4.4	$P < 0.05$
Exercise group	5	14.4	5.1	17.5	5.9	21.5	$F(1,28) = 11.592$
Control group	5	15.5	3.7	14.4	3.7	-7.1	$P < 0.05$
Exercise group	8	26.0	7.8	29.3	8.1	12.7	$F(1,28) = 12.780$
Control group	8	28.6	4.6	26.7	4.6	-6.6	$P < 0.05$

<sup>a</sup> Knee value is mean average between right and left knee extension and flexion.

TABLE 4. Effects of water-based exercise on muscular strength in older women: chest.

	Resistance Dial	Before		After		Change (%)	ANOVA (Group × Time)
		Mean	SD	Mean	SD		
Press, Nm							
Exercise group	2	47.3	10.7	52.3	11.5	10.6	$F(1,28) = 5.560$
Control group	2	55.5	9.0	51.5	13.9	-7.2	$P < 0.05$
Exercise group	5	124.8	47.9	133.4	46.8	6.9	$F(1,28) = 2.365$
Control group	5	133.7	45.0	111.3	23.3	-16.8	$P > 0.10$
Exercise group	8	216.6	41.4	231.1	40.7	6.7	$F(1,28) = 4.077$
Control group	8	221.4	46.1	213.9	49.1	-3.4	$P < 0.05$
Pull, Nm							
Exercise group	2	73.7	35.2	73.5	17.2	-0.3	$F(1,28) = 0.140$
Control group	2	70.9	12.1	66.5	28.0	-6.2	$P > 0.10$
Exercise group	5	142.6	31.1	153.1	36.5	7.4	$F(1,28) = 5.226$
Control group	5	151.0	31.5	141.0	33.4	-6.6	$P < 0.05$
Exercise group	8	224.1	45.2	248.2	53.2	10.8	$F(1,28) = 4.651$
Control group	8	234.2	45.1	229.3	46.1	-2.1	$P < 0.05$



l'intensità di lavoro in acqua può essere variata modificando

- la superficie in movimento (indossando pinne, guanti, palette, ...)
- la spinta di galleggiamento (utilizzando vari tipi di attrezzi galleggianti o meno)
- la velocità del movimento stesso;

intervenendo quindi sui parametri esecutivi delle esercitazioni.

33

### *Tipologie di esercizio per il CT in acqua*

- La corsa in acqua è sicuramente la modalità di allenamento alternativo in acqua più utilizzata, con tutte le possibili varianti e le combinazioni di movimenti degli arti inferiori e superiori.
- La programmazione degli esercizi dovrà tenere ben presenti le variazioni biomeccaniche dovute all'immersione

34

L'ambiente acquatico offre

- notevole scarico gravitazionale
- possibilità di assumere posizioni inusuali
- resistenza al movimento in tutte le direzioni

e quindi consente l'esecuzione facilitata di esercitazioni per l'allenamento

**dell'equilibrio  
della mobilità articolare**

Ovviamente in relazione al grado di familiarizzazione del soggetto e della temperatura dell'ambiente.

35

- È stato riscontrato che esercitazioni di pliometria svolte in acqua consentono analoghi miglioramenti nella prestazione muscolare, rispetto all'esecuzione a secco, provocando però minor dolore post esercizio (Robinson et al., 2004).

**Table 2.** Effects of plyometric training (mean  $\pm$  SD) on peak vertical jump.

	Peak vertical jump (cm)	
	Land plyometrics	Aquatic plyometrics
Pretraining	32.6 $\pm$ 1.7	31.9 $\pm$ 1.6
Midtraining	35.6 $\pm$ 1.6*	36.7 $\pm$ 1.8*
Posttraining	43.2 $\pm$ 1.7	42.6 $\pm$ 1.9

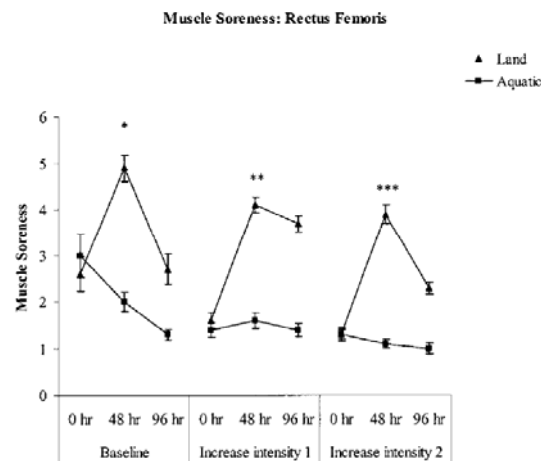
\* Pretraining < midtraining,  $p \leq 0.001$ . Midtraining < post-training,  $p \leq 0.001$ .

**Table 5.** Effects of plyometric training (mean  $\pm$  SD) on 40-m sprint velocity.

	40-m sprint velocity (m·s <sup>-1</sup> )	
	Land plyometrics	Aquatic plyometrics
Pretraining	5.97 $\pm$ 285.71	6.15 $\pm$ 333.33
Midtraining	6.15 $\pm$ 307.69*	6.35 $\pm$ 400.00*
Posttraining	6.35 $\pm$ 307.69	6.56 $\pm$ 400.00

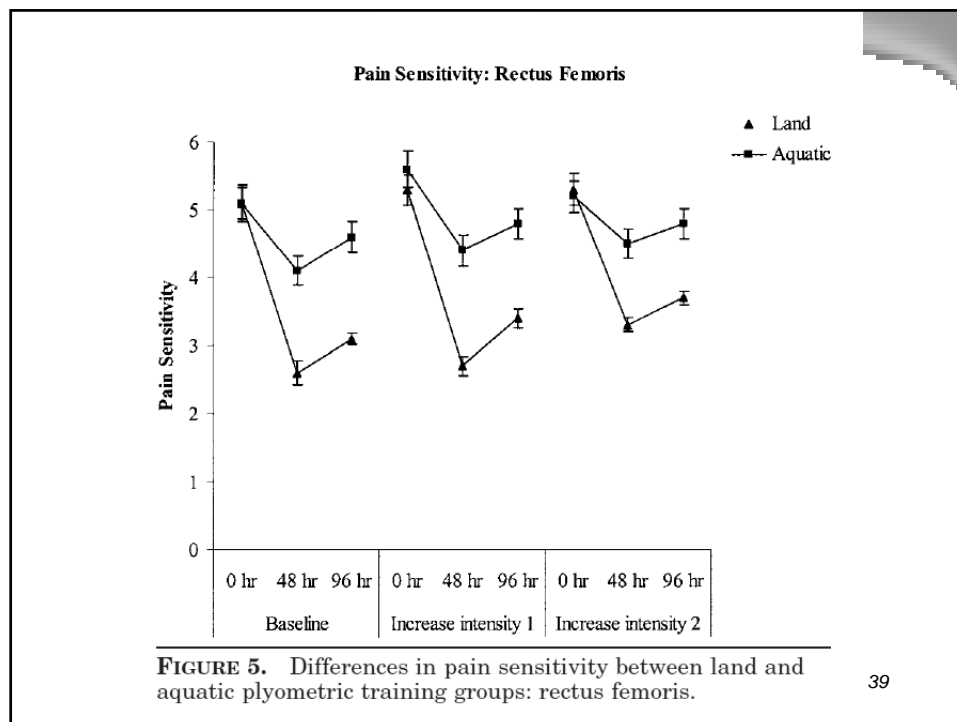
\* Pretraining < midtraining,  $p \leq 0.001$ . Midtraining < post-training,  $p \leq 0.001$ .

37



**FIGURE 2.** Differences in muscle soreness between land and aquatic plyometric training groups: rectus femoris. \* Baseline: 48 hours, land plyometrics > aquatic plyometrics,  $p \leq 0.001$ . Baseline: 96 hours, land plyometrics > aquatic plyometrics,  $p \leq 0.001$ . \*\* Increase in training intensity 1: 48 hours, land plyometrics > aquatic plyometrics,  $p \leq 0.001$ . Increase in training intensity 1: 96 hours, land plyometrics > aquatic plyometrics,  $p \leq 0.001$ . \*\*\* Increase in training intensity 2: 48 hours, land plyometrics > aquatic plyometrics,  $p \leq 0.001$ . Increase in training intensity 2: 96 hours, land plyometrics > aquatic plyometrics,  $p \leq 0.001$ .

38



39

In ogni caso è fondamentale che:

- il tipo di lavoro da svolgere in acqua venga relazionato con gli aspetti tecnici, biomeccanici, energetici della disciplina praticata e con le necessità del soggetto
- venga pianificato in maniera da rispondere adeguatamente alle esigenze, tenendo presenti le differenze che caratterizzano l'ambiente acquatico rispetto a quello terrestre.

40

## *Parametri e controllo dell'allenamento*

- È possibile ottenere effetti positivi integrando il piano di allenamento con 2 o 3 sedute settimanali di CT in acqua, anche se risulta che atleti evoluti, in casi particolari, abbiano utilizzato l'allenamento in immersione come unico tipo di attività.

41

- L'intensità dovrebbe essere il più simile possibile a quella raggiungibile a secco, date le oggettive difficoltà a misurare l'effettivo carico di lavoro somministrabile in acqua, oltre al controllo della frequenza cardiaca e, più raramente, del consumo di ossigeno (mediante metabolimetri portatili), vengono correntemente utilizzate scale di percezione soggettiva dello sforzo (RPE) che comunque devono essere adattate alla situazione (Glass, 1995).

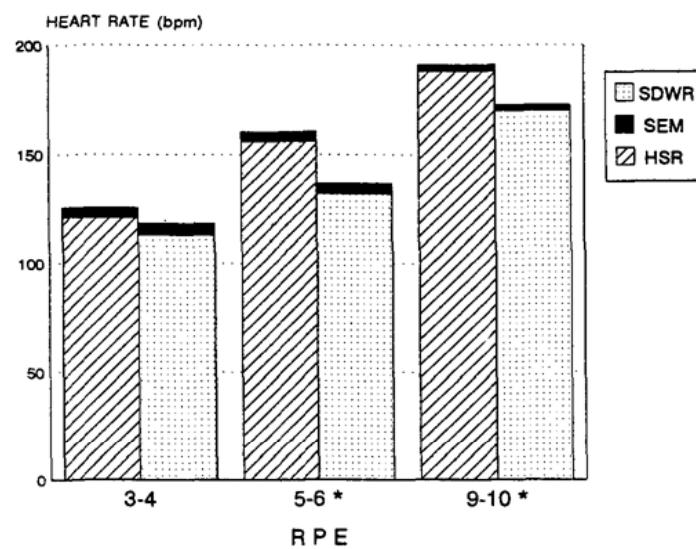
42

**Table 1**  
**Mean Values of Maximum Performance Parameters**  
**for HSR and SDWR**

Parameters	HSR running mode			SDWR running mode		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total
$\dot{V}O_2$ (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	56.8 ±6.5	49.3 ±7.0	53.1* ±7.6	51.2 ±7.3	43.1 ±7.1	47.1* ±8.1
HR (bpm)	191 ±13.4	186 ±11.3	189* ±12.3	173 ±13.4	174 ±9.5	174* ±11.3
[LA] (mmol·L <sup>-1</sup> )	11.8 ±4.7	10.6 ±3.6	11.2* ±4.1	15.2 ±4.4	14.9 ±3.3	14.9* ±3.8
RER	0.93 ±0.08	0.94 ±0.06	0.94 ±0.07	0.98 ±0.10	0.98 ±0.11	0.98 ±0.10

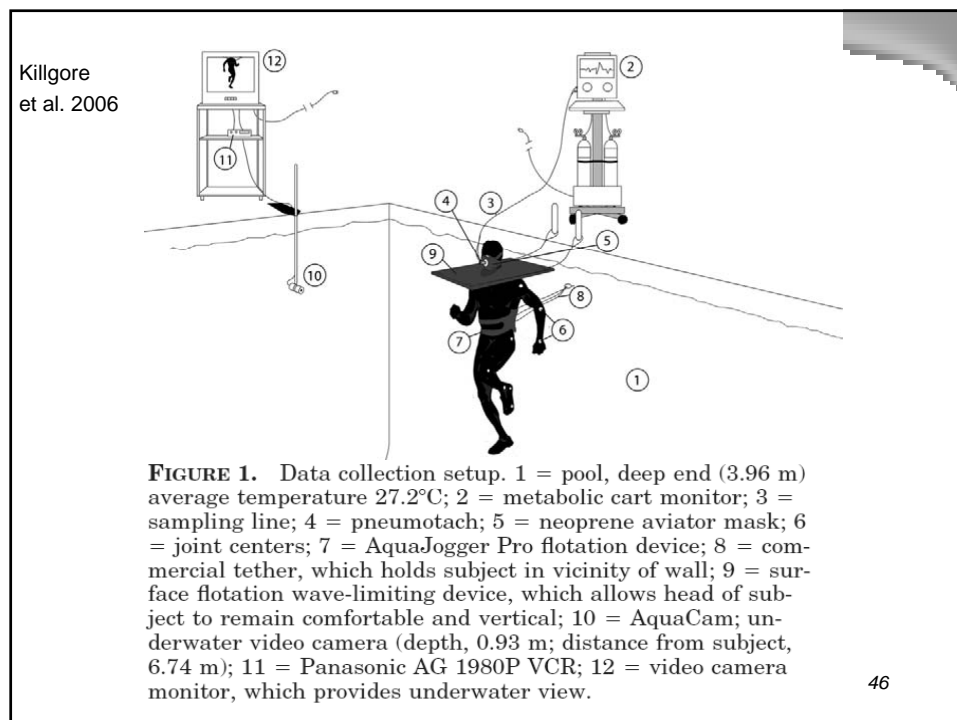
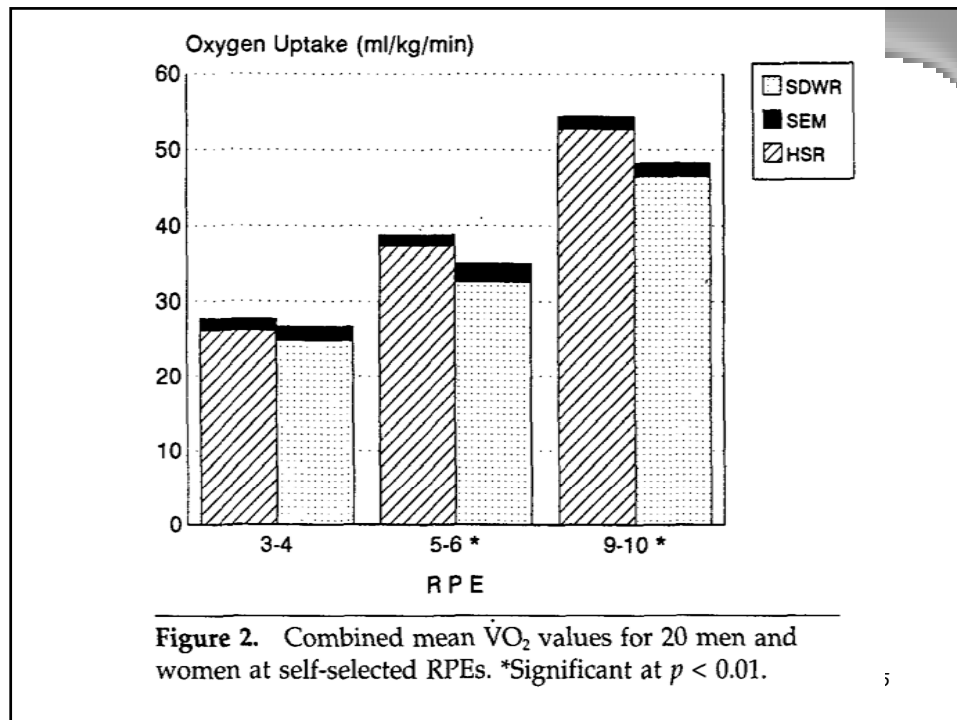
\* $p < 0.05$ , comparing total scores for HSR and SDWR.

43



**Figure 1.** Combined mean heart rate values for 20 men and women at self-selected RPEs. \*Significant at  $p < 0.01$ .

44



**TABLE 3.** Physiological/perceptual data summary.\*

	TR	CC	HK
$\dot{V}O_2$			
Combined	31.1 $\pm$ 3.4	31.1 $\pm$ 3.5	30.2 $\pm$ 3.4
Women	29.4 $\pm$ 2.4	28.8 $\pm$ 2.2	28.3 $\pm$ 2.0
Men	33.7 $\pm$ 2.4	34.1 $\pm$ 2.2	33.0 $\pm$ 1.7
$\dot{V}O_2\%$			
Combined	59.5 $\pm$ 1.8	59.5 $\pm$ 3.6	57.9 $\pm$ 2.2
Women	59.5 $\pm$ 2.0	58.8 $\pm$ 3.7	57.7 $\pm$ 2.5
Men	59.6 $\pm$ 1.6	60.4 $\pm$ 3.2	58.3 $\pm$ 1.8
HR			
Combined	137.9 $\pm$ 9.4	135.1 $\pm$ 11.2	132.6 $\pm$ 9.6
Women	138.8 $\pm$ 10.0	135.4 $\pm$ 10.0	132.0 $\pm$ 9.1
Men	134.8 $\pm$ 7.0	133.6 $\pm$ 9.7	133.1 $\pm$ 8.3
RPE			
Combined	11.8 $\pm$ 1.2	13.5 $\pm$ 1.2	13.4 $\pm$ 0.8
Women	11.7 $\pm$ 0.7	13.2 $\pm$ 0.9	13.1 $\pm$ 0.8
Men	11.3 $\pm$ 1.6	13.3 $\pm$ 1.2	13.3 $\pm$ 0.7

\* Values are mean  $\pm$  SD; TR = treadmill; CC = cross-country; HK = high knee; HR = heart rate; RPE = rating of perceived exertion.

- Solitamente la durata delle sedute va dai 30 ai 90 minuti, a seconda del tipo di obiettivo perseguito.
- In un ambiente profondamente diverso rispetto a quello usuale, risulta ancora più importante adattare in maniera specifica l'esercizio alle caratteristiche individuali dell'atleta, della disciplina praticata e degli obiettivi del periodo e della seduta.



Per ciò che riguarda il monitoraggio e la gestione dell'allenamento

- in acqua, ci si può attendere una diminuzione della FC a riposo nell'ordine del 10-15% rispetto a quella a secco, con anche notevoli variazioni interindividuali è, perciò, necessario adattare, per ogni soggetto, le formule i target di allenamento (es. metodo di Karvonen) (Chu e Rodhes, 2001, Lindle, 2001).
- Inoltre è importante ricordare che l'immersione influenza anche altri parametri fisiologici come il consumo di ossigeno e la concentrazione del lattato (Benelli et al., 2004, Svedenhag e Seger, 1992).

49

## *Specificità dell'ambiente*

Le caratteristiche ambientali devono essere considerate in relazione alle attività ed alle caratteristiche dei soggetti.

- Altezza dell'acqua,
- Temperatura,
- Possibilità di produrre flussi artificiali
- Grado di salinità/Clorazione
- Qualità dell'aria esterna,

sono elementi da considerare nella strutturazione di un piano di allenamento.

50

- Per esercitazioni sulle capacità di salto o per la forza degli arti inferiori, ad esempio, è utilizzabile l'immersione in acqua bassa con appoggio sul fondo;
- Alte profondità consentono esercitazioni prolungate in galleggiamento (anche con attrezzi di supporto),

51

- L'immersione al torace è funzionale ad esercitazioni su attrezzature quali treadmill o bici stazionarie.
- Esercizi per la riabilitazione, il recupero l'equilibrio, la mobilità articolare andrebbero praticati in acqua a temperatura relativamente più elevata, rispetto a quelli di allenamento delle capacità di resistenza e forza muscolare (Lindle, 2001, Wilcock et al., 2006).

52

## *Benefici del CT in acqua per gli atleti*

L'immersione in acqua provoca modificazioni, a carico degli apparati cardio-vascolare, polmonare, renale, linfatico e muscolo-scheletrico, che influenzano la circolazione, la rimozione dei cataboliti, la mobilità articolare, la capacità di forza.

53

- La possibilità di variare il carico articolare in relazione alla profondità è ideale per le esigenze di:
- riabilitazione
- recupero funzionale
- prevenzione degli infortuni

a ciò si aggiunge una ridotta comparsa del dolore muscolare (Martel et al., 2005, Robinson et al., 2004) ed un più rapido recupero post-allenamento e post-gara (Gill et al., 2006, Wilcock et al., 2006).

54

Table 3. The uses and benefits of deep-water running (from Cable, 2000)

Population	Purpose	Benefit
Injured	Rehabilitation	Prevents detraining Accelerates rehabilitation
Games players	Recovery from delayed-onset muscle soreness	Accelerates recovery from matches Promotes pain-free exercise Maintains flexibility
Athletes	Complementary training	Avoids overtraining effects Maintains 'central' training stimulus
Untrained	Aerobic training Strength training	Avoids injury resulting from the initiation of land-based training Increases shoulder strength
Physically debilitated	Allows movement	Freedom from risk of falling Subjective sense of comfort and security
Overweight	Aerobic training	Aids weight reduction by increasing energy expenditure Reduces load bearing on the joints Allows exercise to be performed without embarrassment

55

## *CT acquatico nel programma di allenamento*

Il CT in acqua potrebbe effettivamente essere una metodica di integrazione dell'allenamento di alcuni atleti, probabilmente non di tutti.

56

La scelta di utilizzare l'allenamento in acqua deve prendere in considerazione alcuni fattori

- Disponibilità individuale verso l'esercizio in acqua
- Adeguata familiarizzazione con l'ambiente
- Sensazioni positive agio durante il lavoro
- Capacità e abilità che consentano la corretta esecuzione tecnica dei movimenti.

57

È necessario valutare bene l'obiettivo da perseguire, ad esempio lo sviluppo della forza o della massa di specifici gruppi muscolari, normalmente ottenibile con il sollevamento di pesi, potrebbe essere difficilmente raggiungibile con il lavoro in acqua.

58

Infine deve essere considerata la specifica fase della periodizzazione, il CT acquatico può risultare utile nel periodo di transizione o in quello del raggiungimento della fitness generale come anche essere un valido metodo di recupero dopo allenamenti molto intensi, ma potrebbe, specialmente per alcune discipline, essere controproducente in prossimità delle competizioni.

59

In definitiva il CT acquatico potrebbe svolgere una utile funzione in molti protocolli di allenamento, ma deve essere adattato in maniera precisa al singolo atleta, alla disciplina ed al periodo di riferimento.

60