

短 報

## 新型水中エルゴメーターを用いた運動負荷時の 心拍数と酸素摂取量の変化

小野寺昇<sup>1)</sup> 山元健太<sup>2)</sup> 西村正広<sup>2)</sup> 宮地元彦<sup>1)</sup>

川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科<sup>1)</sup>

同大学院 医療技術学研究科 健康体育学専攻<sup>2)</sup>

(平成9年5月21日受理)

## Changes of Heart Rate and Oxygen Uptake During Use of a New Type Ergometer in Water

Sho ONODERA<sup>1)</sup>, Kenta YAMAMOTO<sup>2)</sup>  
Masahiro NISHIMURA<sup>2)</sup> and Motohiko MIYACHI<sup>1)</sup>

*1) Department of Health and Sports Sciences*

*Faculty of Medical Professions*

*Kawasaki University of Medical Welfare*

*2) Graduate School of Kawasaki*

*University of Medical Welfare*

*Kurashiki, 701-01, Japan*

*(Accepted May 21, 1997)*

**Key words :** the new type ergometer in water, heart rate, oxygen uptake,  
blood pressure

### はじめに

水中において生体は、水の持つ物理的特性の影響を受け、陸上とは異なる生理的反応を示す。物理的特性である浮力や圧力<sup>1)2)</sup>は、重力方向への力を軽減し、関節にかかる負担を減少させ、同時に静脈還流を促進させることなど、循環器系へも影響を及ぼす。このような利点を運動処方に活用するために、水温<sup>1)3)4)</sup>、運動の速度<sup>1)5)</sup>、水深<sup>1)</sup>、粘性<sup>6)</sup>等の負荷強度を決定する要因に関する報告が多くみられる。

自由度の高い水中での負荷を一定に保つのは

困難なので、負荷強度を決定する道具や方法が古くから考えられてきた。Gleim ら<sup>1)</sup>は、水中トレッドミルを使用し、Ritchie ら<sup>7)</sup>、Bishop ら<sup>8)</sup>は、プールを走歩行させた。Graig ら<sup>3)</sup>は、改良した自転車エルゴメーターを水中で用い、負荷を一定にした。

水中エルゴメーターは、Graig らが用いた様な陸上で用いるエルゴメーターと同様に重力と摩擦力を用いて負荷をかけるものと、水の抵抗そのものを負荷に用いる様式のものに分かれる。今回用いた水中エルゴメーターは、水の抵抗そのものを負荷に用いたものであり、この水中エ

ルゴメーターを用いて運動強度を設定することが、可能であるのかどうかは、明らかではない。

そこで、本研究では、新型水中エルゴメーターの回転数を段階的に変化させた時の心拍数、酸素摂取量、血圧を測定し、回転数の変化（負荷の変化）に対するそれらの指標の応答を検討した。

## 方 法

被験者は、健康成人男子6名とした。被験者の年齢は、 $21 \pm 0.4$ 歳(平均値 $\pm$ 標準偏差)、身長は $173.7 \pm 3.2$ cm、体重は $67.3 \pm 6.1$ kg、体脂肪率は $11.2 \pm 5.2$ %であった。プールに設置した新型の水中エルゴメーター(Femo-Washington) (図1)を用い、座位にて、負荷1(40回転/min)、負荷2(50回転/min)、負荷3(60回転/min)を各5分間づつ連続して(計15分間)作業を行った。水位は、胸部の高さとし、室温 $28^{\circ}\text{C}$ 、水温 $30^{\circ}\text{C}$ とした。

運動開始後、酸素摂取量は、ダグラスバッグを用いて4～5分、9～10分、14～15分の各1分間に採気された呼気ガスから測定した。採

気したガスは、質量分析装置(model WSMR-1400 ウェストロン)で酸素濃度と二酸化炭素濃度を測定し、湿式ガスメーター(model W-NK-10A, 品川制作所)を用いてガス量を定量した。水中安静時ならびに運動中の心拍数を胸部双極誘導にて連続的に測定した(AU-1010, FUKUDA 電子)。血圧は、水中安静時、運動開始5分、10分、15分後に、上腕部でリバロッジ式水銀血圧計を用いて聴診法で行った。

統計処理は、くり返し測定値の一元配置分散分析を用いて行い、危険率5%未満を有意な差とした。

## 結果と考察

図2に水中安静時および水中エルゴメーター運動における心拍数の変化を示した。運動開始5分で79拍/min、10分で93拍/min、15分で114拍/minと上昇した。分散分析の結果、各負荷間の心拍数変化は、 $F = 9.46$ ,  $P < 0.01$ と有意であった。このことは、この水中エルゴメーターによる負荷変化が、心拍数に有意な影響を及ぼす要因であることを示唆する。

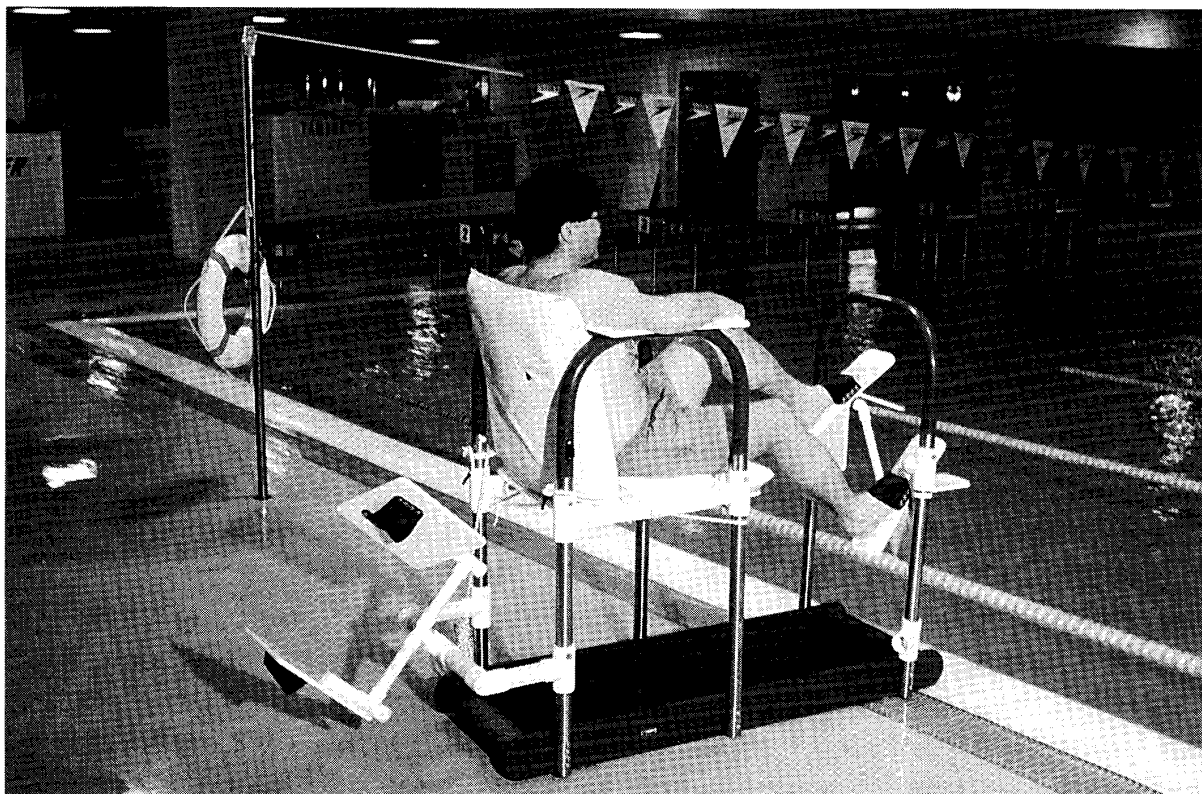


図1 新型水中エルゴメーター：実験は水中で行った

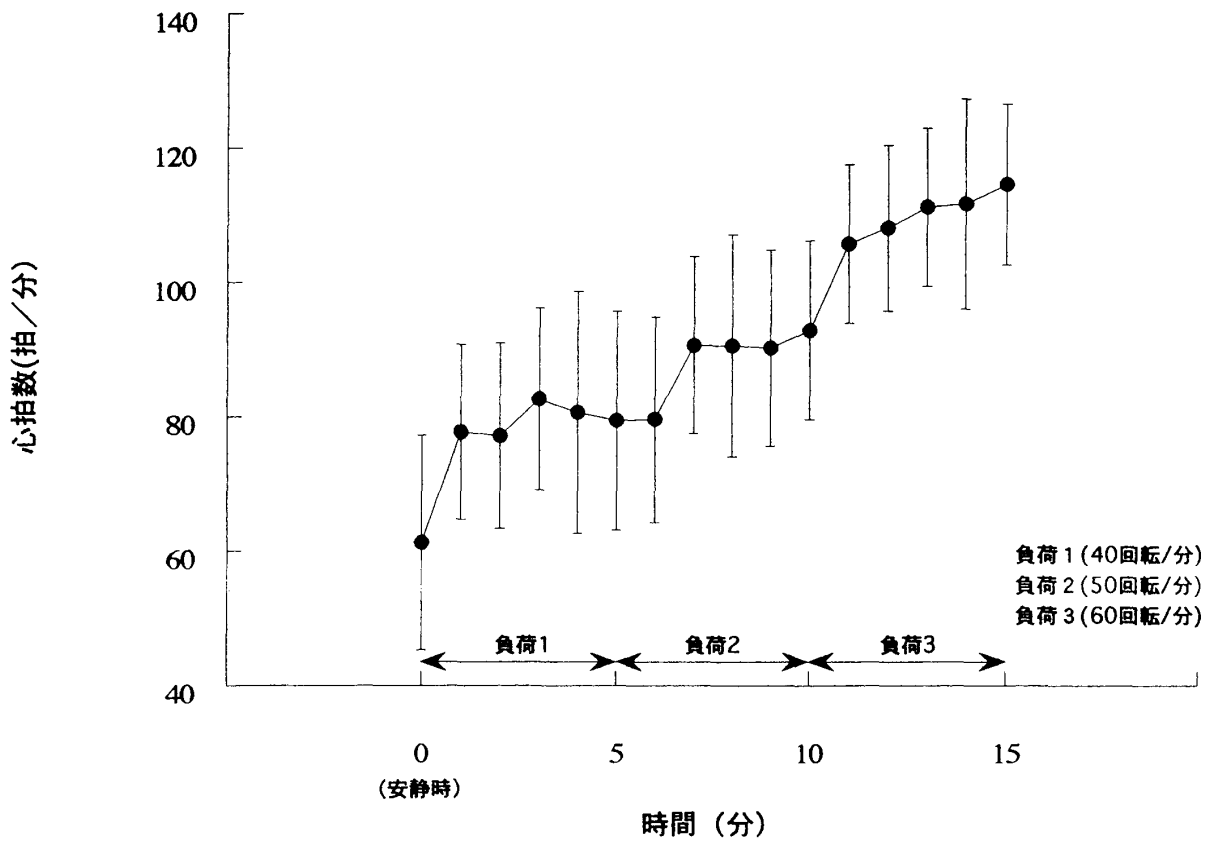


図2 心拍数の変化

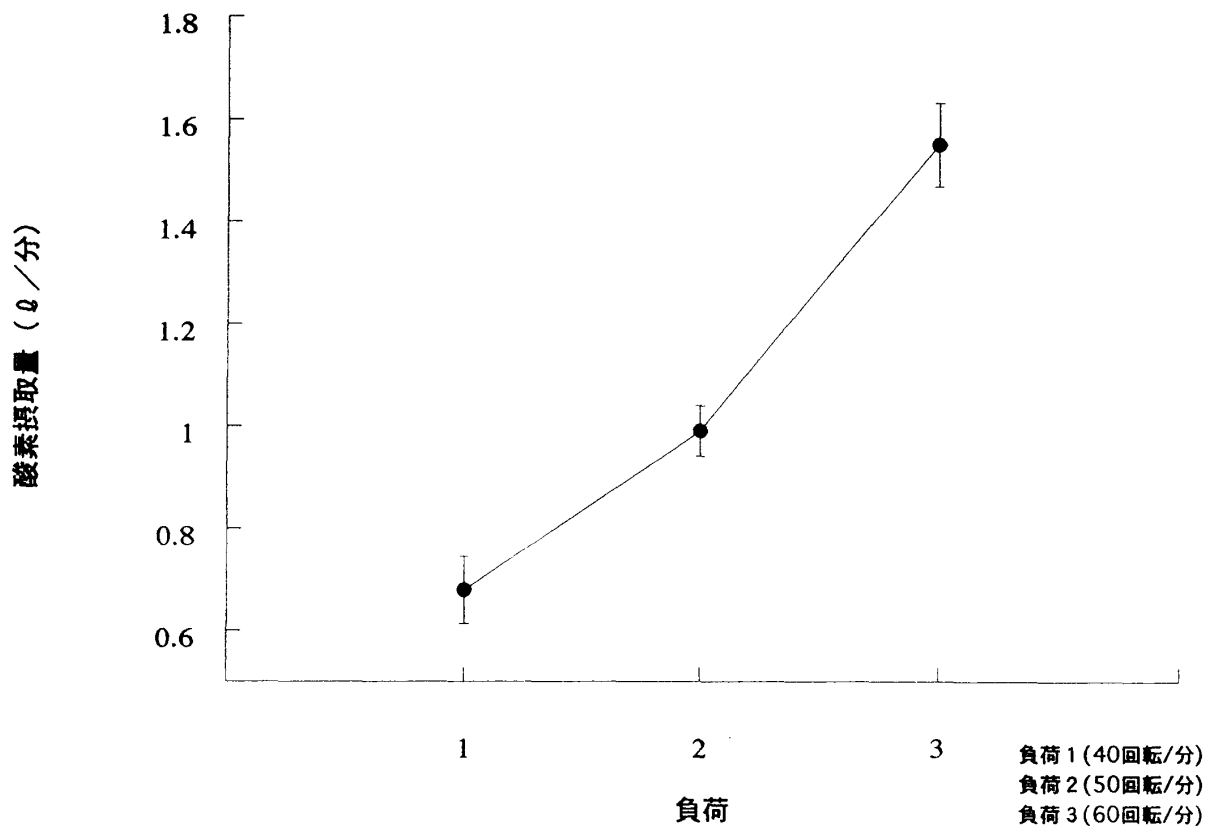


図3 酸素摂取量の変化

表1 血圧の変化

被 験 者	安 静 時	運 動 中		
		負 荷 1	負 荷 2	負 荷 3
A	94 / 56	98 / 55	96 / 56	108 / 54
B	98 / 56	98 / 58	96 / 54	118 / 60
C	120 / 78	118 / 74	108 / 62	102 / 50
D	120 / 68	124 / 68	126 / 60	134 / 60
E	122 / 58	120 / 60	120 / 58	134 / 56
F	106 / 74	100 / 72	100 / 68	100 / 66
Mean	110 / 65	109 / 64	89 / 59	116 / 57
S.D	±12.3 / ±9.6	±12.2 / ±7.8	±37.0 / ±4.9	±15.2 / ±5.5
負荷1 (40回転/分)		(mmHg)		
負荷2 (50回転/分)				
負荷3 (60回転/分)				

図3に、水中エルゴメーター運動の各負荷での酸素摂取量の変化を絶対値( $\ell/\text{min}$ )で示した。酸素摂取量は、負荷1で $0.68 \ell/\text{min}$ 、負荷2で $0.99 \ell/\text{min}$ 、負荷3で $1.55 \ell/\text{min}$ と増加した。分散分析の結果、各負荷間の酸素摂取量の変化は、 $F = 257.99$ ,  $P < 0.001$ と有意であった。このことは、この水中エルゴメーターによる負荷変化が、酸素摂取量に対し有意な影響を及ぼす要因であることを示唆する。

心拍数及び酸素摂取量の変化は、ともに回転数の増加に対して指数関数的な増加を示した。心拍数及び酸素摂取量の分散分析で有意な差が認められたことは、新型水中エルゴメーターの回転数の増加に対して、指数関数的に生理的負担が高まることを示している。

血圧は、水中安静時から運動終了時まで有意

な増加を示さなかった(表1)。

新型水中エルゴメーターの改良点として、体が浮かないようにするためにウエストを固定するベルトを付けること、トゥクリップをさらに柔らかくすること、高さの調節機能を付帯することにより良い運動器材になりえると考えた。

## ま と め

健康成人男子6名を対象に、新型水中エルゴメーター運動を3段階の負荷で15分間行わせ、その間の心拍数、酸素摂取量、血圧を比較した。

- 1) 新型の水中エルゴメーター運動中の心拍数と酸素摂取量は、回転数の増加に伴って指数関数的に有意に増大した。
- 2) 血圧は、水中安静時から運動終了まで有意な増加を示さなかった。

## 文 献

- 1) Gleim GW and Nicholas JA (1989) Metabolic costs and heart rate responses to treadmill walking in water at different depths and temperatures. *Am. J. Sports Med.*, **17**, 248—252.
- 2) Onodera S, Motohiko Miyachi, Hiromi Yano, Yumiko Nakamura, Kazuhiko Kimura (1994) Effect of differences in buoyancy of water on oxygen uptake and heart rate during swimming. *Med. Sport. Sci. Basel, Karger*, **39**, 126—130.
- 3) Craig AB and Dvorak M (1969) Comparison of exercise in air and water of different temperatures. *Med. Sci. Sports*, **1**, 124—130.
- 4) McArdle WD, Magel JR, Lesmes GR and Pechar GS (1976) Metabolic and cardiovascular adjustment

- to work in air and water at 18, 25, and 33°C. *J. Appl. Physiol.*, **40**, 85—90.
- 5) Whitley JD and Schoene LL (1987) Comparison of heart rate responses water walking versus treadmill walking. *Phy. Ther.*, **1**, 1501—1504.
- 6) 小野寺昇, 木村一彦, 宮地元彦, 米谷正造, 原 英喜 (1992) 水の粘性抵抗が水中トレッドミル歩行中の心拍数と酸素摂取量に及ぼす影響. 宇宙航空環境医学, **29**, 67—72.
- 7) Ritchie SE and Hopkins WG (1991) The intensity of exercise in deepwater running. *Int. J. Sports Med.*, **12**, 27—29.
- 8) Bishop PA, Frazier S, Smith J and Jacobs D (1989) Physiologic responses to treadmill and water running. *Phys. Sports Med.*, **17**, 87—94.
- 9) 小野寺昇 (1995) 健康づくりのための水中運動に関する基礎的研究に関する研究報告書. (財) 健康・体力づくり事業財団, 1—15.
- 10) 小野寺昇, 宮地元彦, 矢野博巳, 血圧からみた高齢者の水中運動プログラムの安全性と妥当性. デザントスポーツ科学, **17**, 53—61.