

術後低体力者に対する水中での運動療法

堀田, 昇
Institute of Health Science Kyushu University

大柿, 哲朗
Institute of Health Science Kyushu University

金谷, 庄藏
Institute of Health Science Kyushu University

萩原, 博嗣
Sasebo Kyosai Hospital

<https://doi.org/10.15017/589>

出版情報 : 健康科学. 15, pp.57-61, 1993-02-15. 九州大学健康科学センター
バージョン :
権利関係 :

術後低体力者に対する水中での運動療法

堀田 昇 大柿 哲朗 金谷 庄藏
萩原 博嗣*

Exercise Treatment to Low Physical Fitness Level's Patients in Water

Noboru HOTTA, Tetsuro OGAKI, Shozo KANAYA,
and Hiroshi HAGIWARA*

Summary

The purpose of the present study was to evaluate oxygen intake, heart rate and exercise intensity during walking in flowmill with low physical fitness level's patients. Subjects were five patients (age: 67 years old; stature: 161.9 ± 8.3 cm; body weight: 54.0 ± 5.8 kg; %Fat: 15.43 ± 7.34 %).

Exercise was treadmill (flowmill) walking in water (water flow and treadmill speed: 20, 30, and 40 m/min, respectively). Patients could walk at different three speeds in water. Relationship between heart rate and oxygen intake was linear, and relationship between walking speed and oxygen intake was exponential in exercise.

So, it would be suggested that walking in water by the flowmill for low physical fitness patients who could not do self-walking was useful as exercise treatment.

Key words: Exercise treatment, Flowmill, Patients, Walking in water

(Journal of Health Science, 15 : 57-61, 1993)

緒 言

水中運動は、水の特性すなわち浮力を利用することによって、肥満者、中高年者および術後のリハビリテーションにその効果が十分期待できると言われている¹⁾⁷⁾⁸⁾¹²⁾¹³⁾。これまでも水中運動時のエネルギー代謝、運動強度に関する報告は、数多くなされている⁹⁾¹⁰⁾。

しかし、本研究で用いたわが国で初めて開発された水槽の中のトレッドミルと水流スピードをコントロールさせたフローミルを用いた歩行運動時のエネルギー

代謝を測定した報告は極めて少ない¹¹⁾。特に、術後の低体力者に対するリハビリテーションとして、運動を課した時のエネルギー消費量に関する報告は全く行なわれていない。

そこで、本研究では術後の低体力者に対しての運動処方を行なう場合の基礎的資料を得るために歩行スピードとエネルギー消費量を実測して両者の関係を検討した。

Table 1. Physical characteristics of subjects

n	Age yr	Stature cm	Body weight kg	%Fat %
5	67	161.9 ± 8.3	54.0 ± 5.8	15.43 ± 7.34

Table 2. Responses of cardiovascular parameters to walking in flowmill

speed m/min	$\dot{V}E$ ℓ/min	RR n/min	$\dot{V}O_2$ ml/min ml/kg·min	Mets	HR b.p.m.	sys.BP mm Hg	dia.BP mm Hg
20	9.72 ± 1.20	17 ± 1	301 ± 32 5.62 ± 0.72	1.61 ± 0.21	81.4 ± 11.3	155 ± 18	84 ± 6
30	11.65 ± 1.27	20 ± 2	356 ± 43 6.67 ± 1.07	2.24 ± 0.60	86.0 ± 12.2	160 ± 20	86 ± 7
40	14.80 ± 1.73	21 ± 3	473 ± 49 8.87 ± 1.34	2.53 ± 0.40	98.5 ± 17.1	170 ± 23	87 ± 8

研究方法

1) 被験者

被験者は佐世保共済病院整形外科に入院中の男性3名および女性2名であった。彼らの年齢および身体的特徴を表1に示した。体脂肪率は上腕背部と肩甲骨下角部の皮下脂肪厚から算出した。

彼らは大腿骨折や腰部、股関節の整形外科的手術を受け、抜糸後7日から退院直前の者たちであった。

2) 方法

運動は通常の回流水槽内に設置したトレッドミル(アクアテックジャパン社製:フローミル)上での歩行であった。回流水槽の流速を20, 30および40m/分に設定し、各流速に対応するようにトレッドミルの歩行スピードを20, 30および40m/分とした。したがって、各被験者は第1段階流速20m/分の水の抵抗を受けながら分速20mで歩行を行なった。引き続き第2段階は流速30m/分、分速30mの歩行とし、同じく第3段階は流速40m/分、分速40mの歩行であった。各段階5分間として、負荷漸増法で合計15分間の運動を行なった。

運動中、テレメータ法にて CV_3 の心電図を連続してモニターし、その出力をホルター心電計に記録した。記録した心電図を後に再生し、30秒ごとのR棘を数え、各段階の最後の1分間の平均値をそのスピードに対す

る心拍数とした。また、運動中自動呼気ガス分析器(ミナト医科学社製:AE10)を用いて、呼気ガスを採取し30秒ごとに換気量、酸素摂取量、呼吸数および呼吸交換比を測定した。血圧は各負荷段階の最後の1分間に聴診法にて測定を行なった。

フローミルの水温は34°C、水位は105cmとし、歩行時は被験者に固定してすりを保持させた。測定時の室温および湿度はそれぞれ30.5±1.0°Cおよび67.1±2.5%であった。

研究結果

本研究の被験者は、抜糸後約1週間の者も含まれていたが、いずれも本3段階の漸増負荷運動を完遂することができた。

彼らの各スピードでの歩行時の呼吸循環系パラメータを表2に示した。20m/分から40m/分へスピードが増加するにつれて酸素摂取量は増加した。最後の負荷時の酸素摂取量は473±49mℓ/分であり、これはMetsで表わすと2.53±0.40に相当するものであった。

同様に心拍数は20, 30および40m/分でそれぞれ81.4±11.3, 86.2±12.2および98.5±17.1拍/分とスピードの増加に比例して高くなった。

スピード漸増時の心拍数-酸素摂取量関係を図1に示した。これまで報告されている陸上運動の両者の関係同様、フローミルを用いた水中歩行時においても両者の間に直線関係が成り立ち、その関係式は

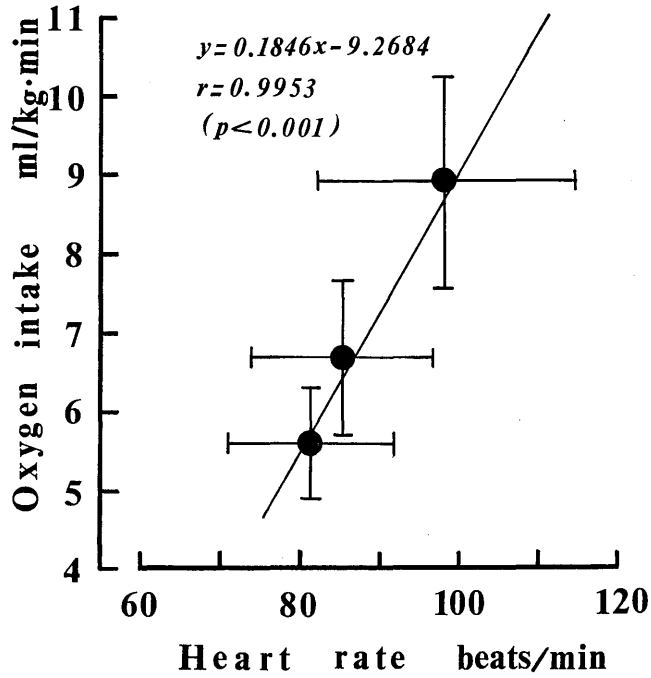


Fig 1. Relationship between heart rate and oxygen intake during walking

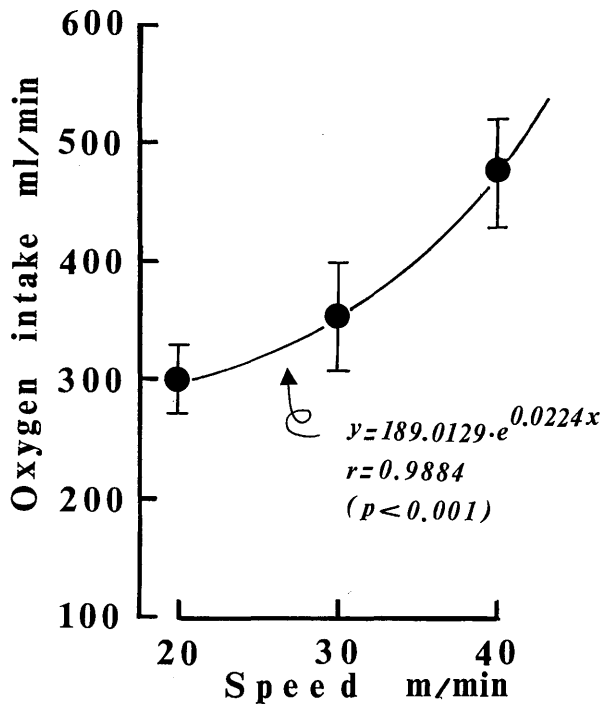


Fig 2. Relationship between walking speed in water and oxygen intake.

$$y = 0.1846x - 9.2684$$

$$r = 0.9953 \quad (p < 0.001)$$

ただし, x : 心拍数 (拍/分)

$$y: \text{酸素摂取量 (ml / kg} \cdot \text{分)}$$

である。

また, スピードと酸素摂取量との関係は, 一次回帰より指数回帰の方がより高い相関係数が得られた (図2)。得られたスピードとその時用いた酸素摂取量との関係は,

$$y = 189.0129 \cdot e^{0.0224x}$$

$$r = 0.9884 \quad (p < 0.001)$$

ただし, x : スピード (m/分)

$$y: \text{酸素摂取量 (ml / 分)}$$

である。

したがって, 本実験のように流速を歩行スピードと同一に設定し, 歩行を行なわせればその歩行スピードから酸素摂取量を推定できることを示している。

考 察

これまで水中運動はハンディキャップ者⁹⁾のスポーツおよびリハビリテーションにその効果が十分期待できると考えられてきた^{11,7)8)12)}。高齢になり大腿骨折などにより長期入院を行なった場合, 青年に対するリハビリ

テーションのように術後積極的に身体を動かすことは難しい。水中での運動は陸上での運動にくらべて関節などへの負荷は少ないため, 整形外科の手術を受けた患者に対するリハビリテーションとして有効であると思われる。

これまで本フローミルを用いたエネルギー代謝に関する報告がいくつかなされている。例えば, 田原ら¹¹⁾による成人男性および女性それぞれ1名ずつに4種類のスピードで水中歩行を行なわせ, その運動強度は1.63~7.36Metsであると報告している。

しかし, 高齢の術後低体力状態にある人がフローミルでの歩行中のエネルギー消費量に関する報告は全く見られていない。

本被験者はすべて流速20, 30および40m/分での流速20, 30および40mの歩行を完遂することができた。その時の酸素摂取量から求めた運動強度は1.61~2.53Metsであった。この運動強度は5段階評価では1に相当する“非常に軽い”強度であったが⁶⁾5名の被験者の多くが日常生活では車いすで生活を送っている者たちであった。そのような低体力者に対しては本フローミルを用いれば運動負荷を課すことができた。

これは水中運動の特徴である重力方向への負荷が軽減されることによるものと思われる。その結果, 健常

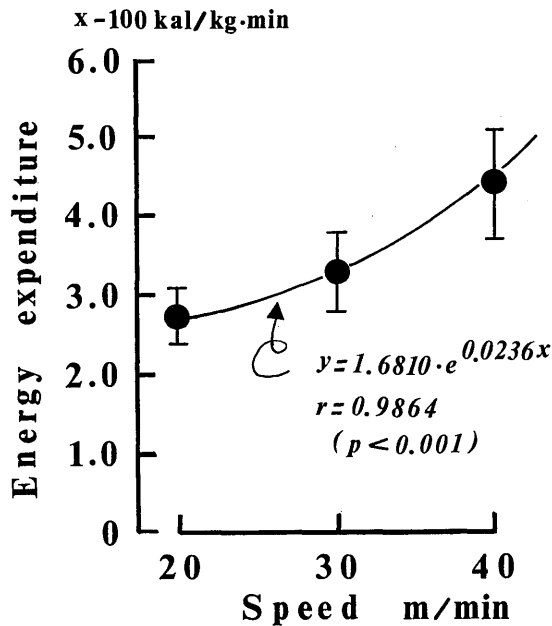


Fig 3. Relationship between walking speed in water and energy expenditure.

者で見られたのと同様に低体力者でも心拍数と酸素摂取量との間に直線関係が成り立った。同様に歩行スピードと酸素摂取量の関係は、健常な成人で見られたのと同様(われわれの未発表データ)に指数回帰することができた。

このことは歩行スピードとエネルギー消費量も指数回帰できることを示している。歩行時の酸素摂取量とそのときの呼吸交換比から求めたエネルギー消費量と歩行スピードとの関係を図3に示した。すなわち、本実験条件下(水温34°C, 水深105cm)では歩行スピードとエネルギー消費量とは

$$y = 1.6810 \cdot e^{0.0236x}$$

$$r = 0.9864 \quad (P < 0.001)$$

ただし、 x : 歩行スピード (m/分)

$$y : \text{エネルギー消費量} \\ (\times -100\text{kcal/kg} \cdot \text{分})$$

という関係が得られた。

したがって、術後数週間の低体力者に対しても歩行時のスピードが決まれば酸素摂取量を実測しなくとも上述した式を用いればエネルギー消費量を算出できることを示している。すなわち、1日に何カロリーかの運動を処方させる場合、スピードが決まれば運動時間が、また運動時間が決まれば歩行スピードを算出して運動療法を行なうことができることを示している。

要 約

- 術後低体力者に対する運動療法を行なうために高齢男女5名(年齢67歳, 身長161.9±8.3cm, 体重54.0±5.8kg)に対してフローミルを用いて, 3種類の流速と歩行スピード(20, 30および40m/分)でそれぞれ5分間の水中歩行を行なわせた。
- 運動中, 心拍数と酸素摂取量との関係は陸上運動と同様に直線関係が認められた。
- 運動中歩行スピードの増加に対して, 酸素摂取量は指数関数的に増加していった。
- 歩行スピードとエネルギー消費量との関係は,

$$y = 1.6810 \cdot e^{0.0236x}$$
 ただし、 x : 歩行スピード (m/分)
 y : エネルギー消費量
 ($\times -100\text{kcal/kg} \cdot \text{分}$)
 であった。
- 本運動装置(フローミル)は, 術後の低体力者に対しても運動負荷を課すことができ, 健常者同様にリハビリテーションとして有効利用できると結論された。

文 献

- Bishop, P.A., Frazier, S., Smith, J., and Jacobs, D.: Physiologic responses to treadmill and water running. *Phys. Sportsmed.* 17(2):87-94, 1989.
- Costill, D.L.: Energy requirement during exercise in the water. *J.Sport Med.* 11: 87-92, 1971.
- Costill, D.L., Cahill, J., and Eddy, D.: Metabolic responses to submaximal exercise in three water temperatures. *J.Appl. Physiol.* 22: 628-632, 1967.
- Craig, Jr.A.B., and Dvorak, M.: Comparison of exercise in air and in water of different temperatures. *Med. Sci. Sports*, 1: 124-130, 1969.
- Evanco, B.W., Cureton, K.J., and Purvis, J.W.: Metabolic and circulatory responses to walking and jogging in water. *Res. Quart.* 49: 442-449, 1978.
- Fox, E.L., and Mathews, D.K.: The physiological basis of physical education and athletics. Saunders College, Philadelphia, 1981.
- 石原俊樹, 宮下充正: 有酸素性作業能力向上のための水中運動の検討. *J.J.Sports Sci.*, 1: 325-328, 1982.
- 武藤芳照: 骨・関節疾患への運動処方. *最新医学* 43: 2258-2263, 1988.
- 中山彰一: 骨・関節疾患の水中訓練. *理学療法*, 4: 279-285, 1987.
- 大道等, 山本利春: 水中運動の生理的強度とその力学的基礎. *理学療法*, 4: 255-264, 1987.
- 田原靖昭, 西澤昭, 綱分憲明, 萩原博嗣, 小倉理一: 水中トレッドミル(flowmill)歩行時のエネルギー代謝量, RMR, 及び Mets. 九州スポーツ医科学会, 1-5, 1990.
- Vickery, S.R., Cureton, K.J., and Langstaff, J.L.: Heart rate and energy expenditure during aqua dynamics. *Phys.Sportsmed.*, 11(3): 67-70, 1983.
- Whitley, J.D., and Schoene, L.L.: Comparison of heart rate responses water walking versus treadmill walking. *Physical Therapy*, 67: 1501-1504, 1987.