

短 報

水着の素材の違いが心拍数，直腸温，酸素摂取量に及ぼす影響

小野くみ子*¹ 妹尾奈月*¹ 小野寺昇*²

要 約

近年開発された保温水着の保温性は明らかではない。本研究は保温水着着用が水中トレッドミル歩行における心拍数，直腸温，酸素摂取量（それぞれ HR，RT， $\dot{V}O_2$ ）に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。被験者（成人女性6名）は，歩行速度1，2 km/hにおいて水中トレッドミル歩行を15分間行った。コントロール（C）条件として水中立位安静条件を設けた。一般水着（P）群と保温水着（I，II）群を設定した。水位は大転子，水流はなし，水温は 29.8 ± 0.2 とした。HR，RTは1分毎に記録し， $\dot{V}O_2$ は，歩行時3～5，8～10，13～15分の各2分間呼気ガスを採取して算出した。HR， $\dot{V}O_2$ は，全ての条件において各群間に有意な差はみられなかった。RT変化量においてもほぼ有意差は認められなかった。主観的温度感覚は，C条件においてII群が他の2群に比較して有意に温かく感じることを示した（ $p < 0.05$ ）。このことから，保温水着の着用は水中安静時の寒さ対策に有効な手段であるといえることができる。

緒 言

近年，生活習慣病改善や健康増進などに対する関心が高まり，生活の中に積極的に運動を取り入れていく人が増加している¹⁻³。その中で，肥満者や中高年者にとって関節に負担が少なく，水圧による循環改善も認められることから水中運動が注目されている^{4,5}。

水中運動には前述の利点をはじめとする多くの利点があるにも関わらず，敬遠される傾向にあるのも事実である⁶。その原因のひとつとして，プールに入ると寒い，ということが考えられている^{7,8}。しかしながら，プールサイドへTシャツなどの衣服を着て入ることは，安全面，衛生面などの観点からほとんどのプール施設において認められていない^{9,10}。このことから，保温水着¹¹を着用することが寒さ対策において必要であると考えられる。しかしながら，これらの水着における保温性については未だ明らかとなっていない。

そこで本研究は，一般的な水着と保温水着を用いて，水着素材の違いが，水中トレッドミル歩行における心拍数，直腸温および酸素摂取量に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

方 法

1．被験者

被験者は，成人女性6名であった。被験者は，年齢 22.2 ± 1.2 歳，身長 162.7 ± 2.2 cm，体重 60.0 ± 7.2 kg，体脂肪率 $28.7 \pm 3.4\%$ であった。被験者に本研究の目的，危険性，得られる成果を十分に説明し，実験に参加することの同意を得た。

2．水着の素材

使用した水着は一般水着（一般群），保温水着I（保温I群）および保温水着II（保温II群）とした。一般水着の素材は，ポリエステル75%，ポリウレタン25%であった。保温Iの素材は，表側がポリエステル80%，ポリウレタン20%，中材がポリウレタン，裏側がポリプロピレン79%，ナイロン19%，ポリウレタン2%であった。保温IIの素材は，ネオプレン86%，ナイロン14%であった。

3．測定手順

被験者は，実験開始10時間前から絶食およびアルコール，カフェイン類などの刺激物の飲用禁止，前日の高強度運動の実施禁止とした。また，実験開始直前の飲水も禁止とした。

被験者は，実験開始30分前に直腸温計を各自で挿入

*1 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康体育学専攻 *2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科
（連絡先）小野くみ子 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

した。その後、水中用心電計(AU-1010, FUKUDA 電子)の電極を貼付し、指定した水着(一般、保温I、保温IIのうちいずれか)をランダムに着用した。その後、陸上立位安静5分間をとり、水中トレッドミル(アクアトレーナー, YAMAHA)に移動し、水中立位安静5分間、続いて水中トレッドミル歩行を15分間行った。歩行速度は1 km/h(1 km/h条件)および2 km/h(2 km/h条件)を設定した。また、コントロール条件(C条件)として、陸上立位安静5分間をとった後、水中トレッドミルに移動し、水中立位安静20分間を設定した。水位は大転子とした。水流はなし(静止水)とした。心拍数は水中用心電計を用いて連続して表示させ、1分毎に記録した。直腸温はプローブ(YSIサーミスタ温度プローブ)を直腸温計(YSI4000サーモメータ, 日機装ワイエスアイ)に接続し、連続して表示させ、1分毎に記録した。酸素摂取量の測定は、ダグラスバッグ法を用いた。それぞれの速度において陸上安静時5分間、水中安静時5分間、水中トレッドミル歩行時3~5分、8~10分、13~15分の各2分間、計5回呼気ガスを採気した。その後、ガス分析装置(model WSMR-1400ウエストロン)にて酸素と二酸化炭素の濃度を計測し、ガスメーター(DC-5, SINAGAWA SEIKI)にてガス量を計測した。それらの結果より酸素摂取量を算出した。また、表を用いて主観的温度感覚¹²⁾を1分毎に聴取し(表1)、記録した。

表1 主観的温度感覚スケール

+3	暑い
+2	暖かい
+1	少し暖かい
0	どちらでもない
-1	少し涼しい
-2	涼しい
-3	寒い

4. 環境条件

実験時、室温は 25.3 ± 0.4 、湿度は $80.1 \pm 1.6\%$ 、水温は 29.8 ± 0.2 であった。

5. 統計処理

測定結果は、全て平均値 ± 標準偏差で示した。各群間の経時的变化に対し、反復測定分散分析法を用いた。また、各群間における差の検定にはt検定(対応あり)を用いた。主観的温度感覚に関しては、各群間における差の検定にWilcoxon符号付順位検定を用いた。いずれも有意水準は5%未満とした。

結果および考察

水中における心拍数の変化を図1に示した。

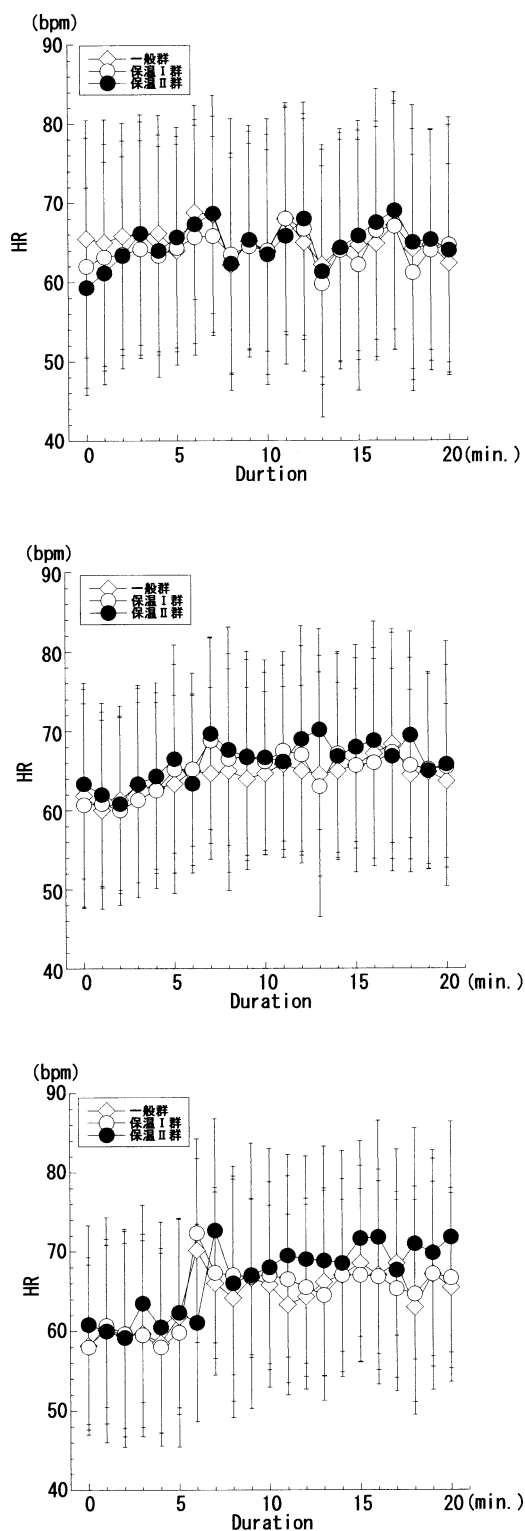


図1 入水後の心拍数変化
 上段：C条件 すべて n.s.
 中段：1 km/h条件 すべて n.s.
 下段：2 km/h条件 すべて n.s.

1 km/h 条件および 2 km/h 条件において運動開始直後から心拍数が上昇した。しかしながら、群間における有意差は認められなかった。酸素摂取量の変化を図 2 に示した。すべての群間において、有意差は認められなかった。これらのことは、各条件において、水着素材の違いが運動強度に影響を与えなかったということを示唆している。

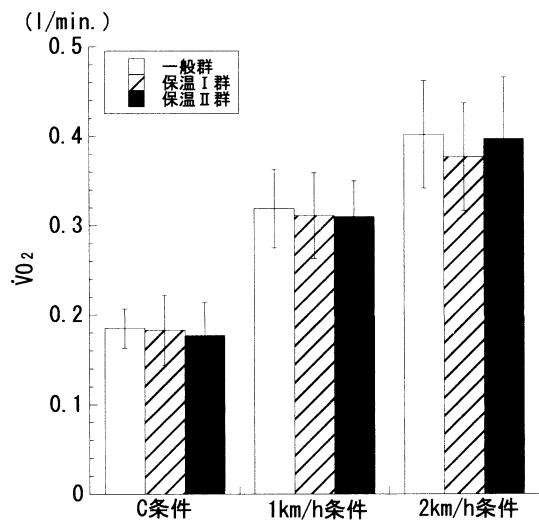


図 2 酸素摂取量

水中における相対値直腸温の経時変化を図 3 に示した。C 条件および 1 km/h 条件では、群間における有意差は認められなかった。2 km/h 条件の一般群および保温 II 群の水中安静 4 分において、一般群が有意に高値を示した ($p < 0.05$)。また、水中安静 5 分から運動 2 分では一般群が保温 II 群と比較して高値を示す傾向にあったが、有意差は認められなかった。保温 I 群および保温 II 群の水中安静 1 分、運動 14 分、運動 15 分では有意に保温 II 群が高値を示した ($p < 0.05$)。一般群および保温 I 群において、運動 2 分を除き、運動中は一般群が高値を示す傾向にあったが、有意な差は認められなかった。これらのことから、相対値直腸温は水着素材の違いにほとんど影響を受けないことが明らかとなった。この要因として、ヒトは環境温度条件が変化しても体内部の温度を一定レベルに維持するように応答している¹³⁾ ことが関与していると考えられる。今回行った実験は、エネルギー消費量および直腸温などに影響の少ない 30 に水温を設定した。このことから、水着素材の違いが直腸温に影響を及ぼさなかったものと考えられる。

一方、主観的温度感覚 (図 4) では、C 条件において一般群と保温 I 群に有意な差は認められなかったが、保温 I 群が一般群と比較して温かいと感じる傾向を示した。一般群と保温 II 群および保温 I 群と

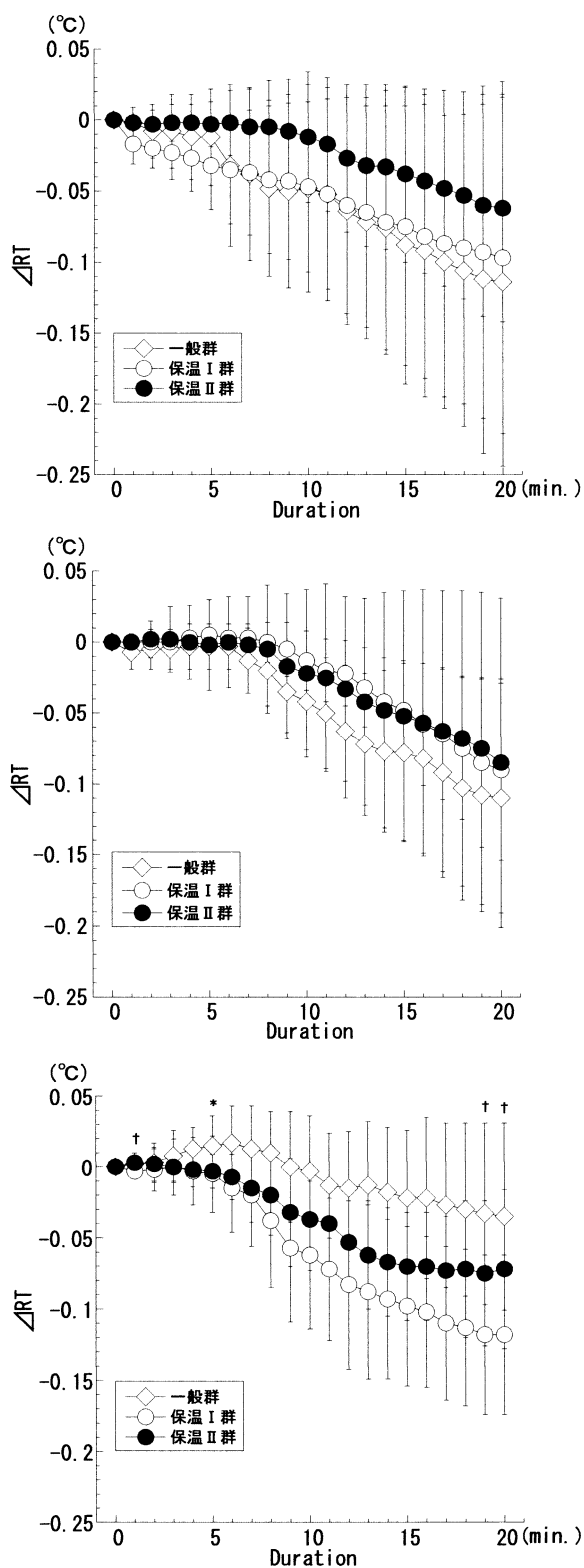


図 3 入水後の相対値直腸温変化
 上段：C 条件 すべて n.s.
 中段：1 km/h 条件 すべて n.s.
 下段：2 km/h 条件 * $p < 0.05$ (一般 vs 保温 II), † $p < 0.05$ (保温 I vs 保温 II)

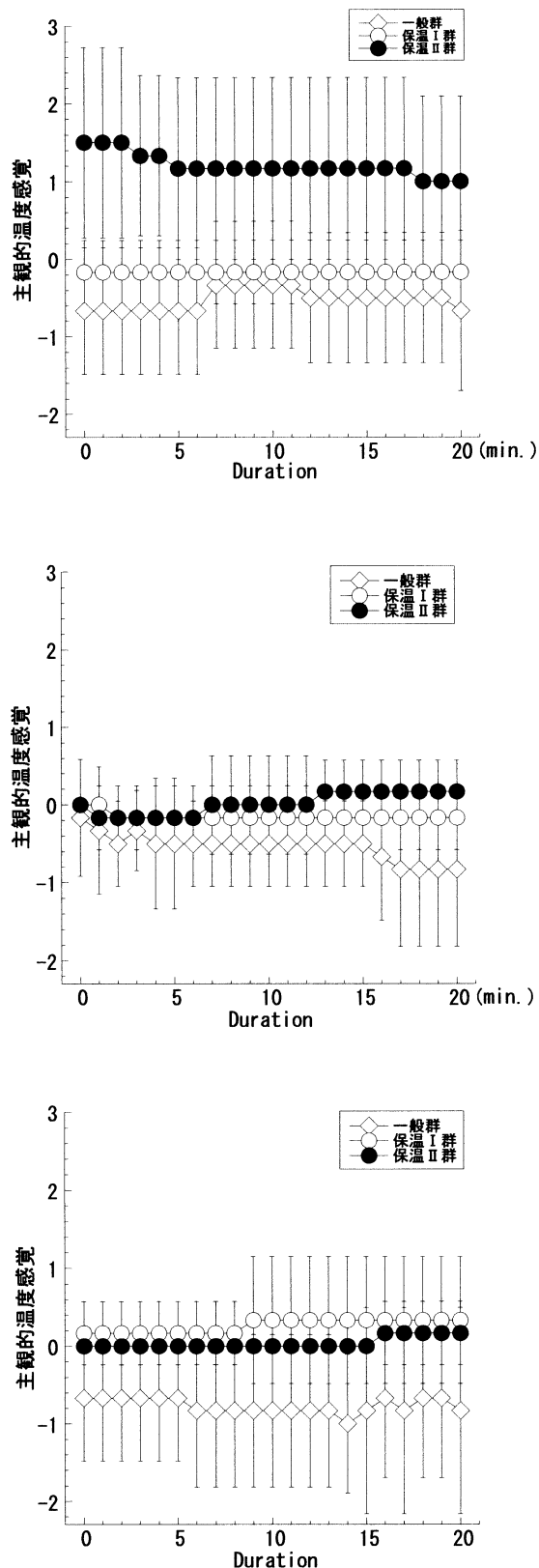


図4 入水後の主観的温度感覚変化
 上段：C条件 $p < 0.05$
 (一般 vs 保温I, 一般 vs 保温II)
 中段：1 km/h条件 すべて n.s.
 下段：2 km/h条件 すべて n.s.

保温II群では保温II群が有意に温かいと感じることを示した(それぞれ $p < 0.05$)。1 km/h条件においてはすべての群間に有意な差は認められなかったが、C条件と同様に、一般群が低いレベルで推移し、保温I群、保温II群の順に主観的温度感覚は上昇した。2 km/h条件においてはすべての群間に有意な差は認められなかったが、一般群は最も低く推移し、保温II群、保温I群の順に主観的温度感覚は上昇する傾向にあった。これらのことから、主観的な温度感覚に水着素材の違いにおける影響があったことを示している。今回設定した水中安静時および低い運動強度(1 km/hおよび2 km/h)において水中トレッドミル歩行を行った場合、保温水着を着用することは、主観的温度感覚を維持または上昇することが示唆された。

ヒトが体温より低い水温である水中環境に暴露された時、熱平衡が保たれなくなり、核心温が低下する⁸⁾。また、水中環境下における核心温の変化は、水温と皮下脂肪に左右される⁸⁾。これらのことから、保温水着の素材は皮下脂肪の役割を果たしたものと推測された。体脂肪率が低い場合、皮膚表面と水の温度勾配が大きくなるため、大量の熱が外部へ奪われることになる。水着の素材の違いにおける皮膚温変化の違いが主観的温度感覚に影響を与えたものと考えられる。

まとめ

本研究は、水着の素材の違いが生体に及ぼす影響について、3種類の水着を着用し、水中トレッドミル歩行を用いて比較・検討した。運動強度の目安となる心拍数および酸素摂取量において水着素材の違いによる有意差は認められなかった。水温30℃、15分程度の浸水および低強度運動下では水着素材の違いが直腸温に大きな影響を及ぼさなかった。主観的温度感覚は保温水着を着用することで維持または上昇した。これらのことから、保温水着を着用することは水中安静時の寒さ対策に有効な手段であるといえる。

本研究に際し、ご協力頂きましたフットマーク株式会社に感謝いたします。

文 献

- 1) 小野寺昇: 水中運動と健康増進. 体育の科学, 50(7), 510-516, 2000.
- 2) 小峯力, 三木英之, 石毛勇介: 水中ウォーキングにおける効果と期待. 臨床スポーツ医学, 19(4), 391-396, 2002.
- 3) 大西祥平: 水中運動の臨床応用: 内科的運動療法. 臨床スポーツ医学, 20(3), 303-307, 2003.
- 4) 小野寺昇, 宮地元彦, 矢野博己, 宮川健: 水の物理的特性と水中運動. JJBSE, 2(1), 33-38, 1998.
- 5) 大西祥平: アクアエクササイズの効用(静水圧, 静脈還流, 腰膝). 臨床スポーツ医学, 14(11), 1273-1276, 1997.
- 6) 小野くみ子, 小野寺昇: 中高年者の水着に対する意識調査~水中運動導入の観点から~. 第53回日本体力医学会中国・四国地方会抄録集, 18-19, 2004.
- 7) 甲斐美和子: 水中での体温変化. Jpn.J.SPORTS SCI., 7, 505-509, 1988.
- 8) 朴晟鎭, 日高一郎, 武藤芳照: 人体に及ぼす水温の影響. 体育の科学, 46(7), 534-539, 1996.
- 9) 武藤芳照: スポーツサーフェイスと障害. Jpn.J.SPORTS SCI., 6, 546-547, 1987.
- 10) 胡泰志, 上田毅, 藤島和孝, 大柿哲朗, 堀田昇, 金谷庄藏, 田井村明博, 清水富弘, 乙木幸道, 洲雅明, 正野知基: 低水温下での着衣泳と水着泳による体温, ホルモンおよび代謝応答. 健康科学, 23, 17-23, 2001.
- 11) フットマーク株式会社 <http://www.footmark.co.jp/>
- 12) Gagge AP, Stolwijk JAJ and Hardy JD: Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environ. Res.*, 1, 1967.
- 13) E Simon: 体温調節の基本法則. 入来正躬編, 体温調節のしくみ, 第1版, 文光堂, 東京, 9-18, 1995.

(平成16年11月20日受理)

Effect of Swim Suits Designed for Warmth on Heart Rate, Rectal Temperature and Oxygen Uptake

Kumiko ONO, Natsuki SENO and Sho ONODERA

(Accepted Nov. 20, 2004)

Key words : treadmill walking in water, swim suits designed for warmth, rectal temperature

Abstract

There have been few studies on swim suits designed for warmth. The present study investigated the influence of such suits on heart rate (HR), rectal temperature (RT) and oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) during treadmill walking in water. The subjects (6 adult women) walked on a treadmill in water at 29.8 ± 0.2 for 15 minutes at 0, 1 and 2 km/h (condition C, 1 km/h and 2 km/h). The three groups were regular swim suit (group P) and two warm suit groups, group I and group II. We set water level to trochanter major. The HR and RT were recorded every minute, and exhaled gas samples were collected during walking from 3 to 5, 8 to 10 and 13 to 15 minute intervals and $\dot{V}O_2$ calculated. No significant differences were found in HR and $\dot{V}O_2$. A significant difference was hardly by the change in relative amount of RT. In condition C, group II's subjective temperature sensitivity is higher than group P and group I significantly ($p < 0.05$). This suggests swim suits designed for warmth can be effective for cold when resting in water.

Correspondence to : Kumiko ONO

Master's Program in Health and Sports Sciences, Graduate School of Medical Professions, Kawasaki University of Medical Welfare Kurashiki, 701-0193, Japan

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.14, No.2, 2005 409-413)