

小学校児童における水中運動時保温水着着用の効果と 水泳授業における着用の有用性

椿本昇三・若林斉・仙石泰雄・野村武男

Effects of wearing thermal swimsuit during exercise in cool water and availability for prepubescent students during swimming class

TSUBAKIMOTO Shozo, WAKABAYASHI Hitoshi
SENGOKU Yasuo, NOMURA Takeo

1. はじめに

低水温環境において運動を行うと水の高い熱伝導率により体温低下を促進することが知られている。特に、子供は成人に比べて体表面積/体重比が大きく、熱放散が促進されやすい。これらの影響から小学校水泳授業においては、児童の体温低下が起りやすく、授業の効率的な実施の困難性が指摘されている。水泳授業時の指摘環境条件として、水温 23°C 以上¹⁾や水温と気温の和が 50°C 以上²⁾といった目安が示されているが、客観的評価は行われておらず、低水温での対策が示されていないことや寒さに対する適性の個人差などの問題が指摘されている。また、地域によっては環境条件の目安を満たせず、授業数の確保が困難となっており、水泳授業時の保温対策が必要とされている。我々の研究室ではこれまでに、成人を対象に

保温水着着用の効果について検討を行ってきた³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

本研究では、小学校高学年児童を対象として、小学校水泳授業の下限水温とされる水温 23°C 環境において運動を行った際の、体温変化から保温水着着用の効果を検討し(課題1)、さらに、小学校水泳授業現場において保温水着を着用させた際の児童の主観的温度感覚および授業評価に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした(課題2)。

2. 方法

課題1では、小学校高学年児童9名(年齢 11.0 ± 0.7 歳、身長 144.8 ± 6.4 cm、体重 37.2 ± 5.5 kg、体脂肪率 $15.1 \pm 4.9\%$)を対象とし、普通水着(NSS)および保温水着(TSS; JCW-24100; ジパソン、図1)を着用した2条件で、水中エルゴメータ(図2)

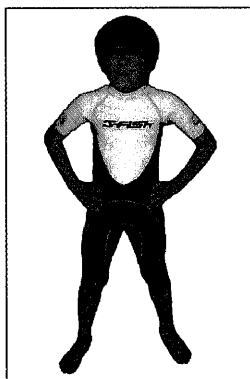


図1. 児童用保温水着(ジパソン製)

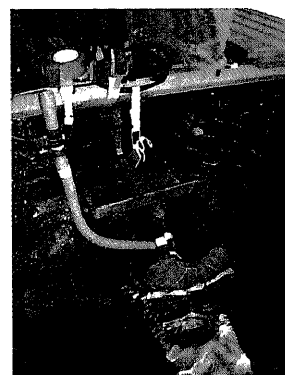


図2. 実験の様子(水中エルゴメータペダリング)

を用いて30分間の脚ペダリング運動を行わせた。測定環境は、水温23.0°C、室温23.8°Cであった。実験中に直腸温(T_{re})、皮膚温(T_{sk})、酸素摂取量(\dot{V}_{O_2})、分時換気量(\dot{V}_E)、心拍数(HR)、RPEを経時的に測定した。

課題2では、小学校6年生62名をTSS群(32名、11.7歳)とNSS群(30名、11.8歳)に分けて、3回の水泳授業を行った。各授業終了後に、質問紙を用いて、主観的温度感覚および形成的授業評価³⁾を調査した。また、寒さに伴う途中退水者数を調査した。

3. 結果および考察

課題1の実験室での検討から得られた結果を以下に示した。

表1に水中運動時の \dot{V}_{O_2} 、 \dot{V}_E 、HR、RPEを示した。両水着条件の \dot{V}_{O_2} 、HR、RPEには差が見られなかったが、 \dot{V}_E はNSS条件で有意に高値を示した($p<0.01$)。この結果から、TSS着用により低水温環境に対する産熱応答が抑えられる可能性が示唆された。

図3に T_{re} の経時変化を示した。 T_{re} は運動終

了時にNSS条件では37.11°C(水浸前より-0.16°C)まで低下し、TSS条件では37.45°C(+0.07°C)まで上昇した。運動開始10分から15分にかけてTSSで有意に高い値を示した($p<0.05$)。

図4に被験者の体脂肪率(%fat)と運動終了時における T_{re} の水浸前からの変化との関係を示した。NSS条件における%fatと ΔT_{re} において有意ではないが正の相関関係の傾向が見られた($r=0.65$, $p=0.06$)。一方で、TSS条件では全被験者において T_{re} の低下が抑えられたことから、%fatによる体温変化の差は見られなかった。%fatの低い児童については、1°C以上 T_{re} が低下する者も見られ、このような児童に対してTSSを着用させることにより T_{re} を維持できたことから、身体特性差に応じたTSS着用の有用性が示された。

課題2の水泳授業現場で得られた結果を以下に示した。

授業日の中には水温24.5°C、気温24.8°Cの寒冷日と水温28.0°C、気温31.4°Cの温暖日があったため、その2日間についてデータを示した。

図5、図6に示すように、寒冷日ではTSS群でNSS群よりも有意に高い温度感覚を示し

Swimsuit	NSS		TSS		t-test
	mean	SE	mean	SE	
\dot{V}_{O_2} (ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	27.6(1.7)		25.5(1.5)		N.S.
\dot{V}_E (l·min ⁻¹)	32.4(1.4)		28.7(1.3)		$p<0.01$
HR (bpm)	138.1(5.2)		135.4(5.0)		N.S.
RPE	12.0(0.7)		12.1(0.5)		N.S.

表1 水中運動時の呼吸循環系応答

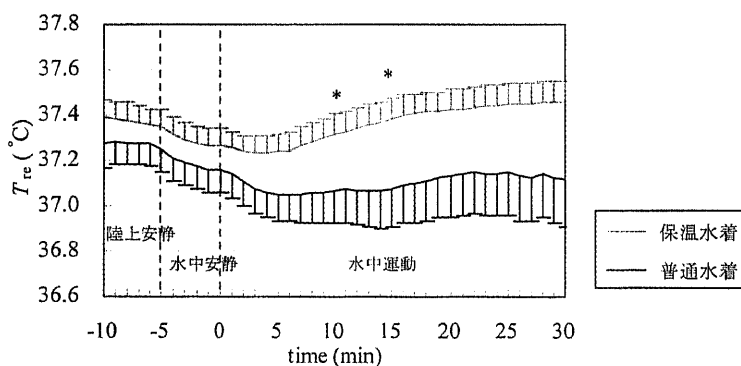


図3. 直腸温の変化(平均値±標準誤差) T_{re} : 直腸温

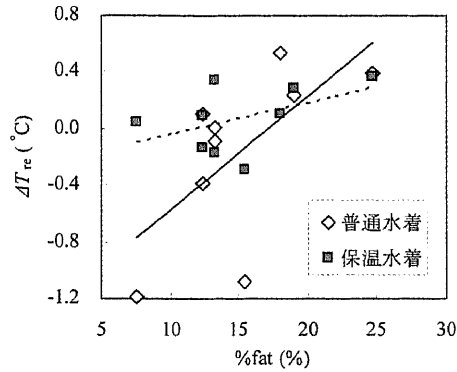


図4. 直腸温の変化と体脂肪率との関係 ΔT_{re} : 水浸前から運動終了時までの直腸温の変化, %fat: 体脂肪率

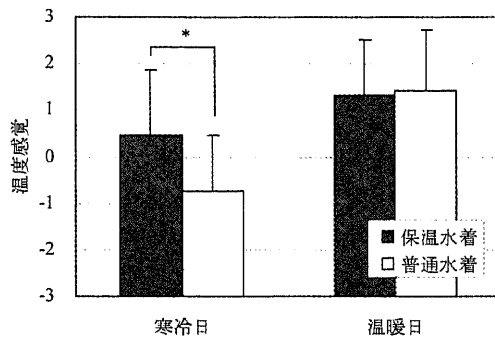


図5. 水泳授業後の主観的溫度感覚(平均値±標準偏差)
 溫度感覚: -3 寒い, -2 冷たい, -1 やや冷たい, 0 どちらでもない, 1 やや温かい, 2 温かい, 3 暑い

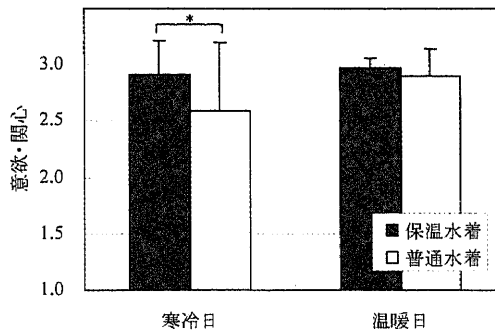


図6. 形成的授業評価得点(意欲・関心) (平均値±標準偏差) 形成的授業評価: 3点満点で評価

($p < 0.05$)、授業に対する意欲・関心得点も有意に高い得点を示した($p < 0.05$)。一方で、温暖日には両群とも高い温度感覚を示し、意欲・関心得点も高い得点を示し、両群間に差が見られなかった。

この結果から、寒冷日において特に保温水着着用の有効性が高いことが示された。また、水泳授業中に寒さのために途中退水した児童の人数は、寒冷日においてNSS群で5名(出席者の約20%)だった。

たのに対し、TSS群では退水者は見られず、全出席者が最後まで水泳学習を行うことができた。寒冷日には水温と気温の和が50°Cを下回る条件であったにも関わらず、保温水着の着用により高い温度感覚を維持し、意欲・関心の授業評価も高い得点を示しており、児童の積極的な授業参加を促せることが示唆された。寒冷時の水泳授業実施を可能にし、授業数を確保するための方策としての保温水着の有効性が示された。

4. まとめ

小学校水泳授業における保温水着着用の有効性について、小学校高学年児童を対象として実験室での基礎的データ(課題1)と水泳授業現場で得られたデータ(課題2)から検討した。その結果、保温水着着用により低水温環境においても深部温を維持し、寒冷感が軽減され、水泳授業に対する学習意欲を高めることが明らかになった。特に、寒冷日や体脂肪率の低い児童に対して保温水着を着用させることで、環境条件を克服し、身体特性の差を補うことができる点で保温水着の有効性が示された。保温水着を有効に活用することで、水泳授業時間数を確保でき、児童の授業参加を促し、泳技能向上につなげられる可能性が示唆された。

5. 研究成果の発表

本研究の成果を以下の学会において報告した。

Hitoshi WAKABAYASHI, Koichi KANEDA, Masashi OKURA, Takeo NOMURA: Insulation and body temperature of prepubescent children wearing a thermal swimsuit during moderate intensity water exercise, The 8th International Congress of Physiological Anthropology, Kamakura, 2006.10

若林斉, 金田晃一, 佐藤大輔, 野村武男: 低水温環境における脚ペダリング運動時の保温水着着用が児童の熱遮断能および体温変化に及ぼす影響,

日本体力医学会第61回大会, 兵庫, 2006.9

若林斉, 金田晃一, 佐藤大輔, 椿本昇三, 野村武男: 低水温環境における保温水着着用が児童の体温低下および寒冷感を抑える, 日本生理人類学会第55回大会, 東京, 2006.6

若林斉, 仙石泰雄, 金田晃一, 野村武男: 小学校水泳授業における保温水着着用が児童の形成的授業評価および寒冷感に及ぼす影響, 日本体育学会第56回大会, 茨城, 2005.11

引用文献

- 1) 文部科学省(2004)学校体育実技指導資料第4集 水泳指導の手引(二訂版)。大阪書籍、大阪
- 2) 柴田義晴(1981)水泳の学習指導を発達段階を通してどう進めるか。学校体育34(14): 53-57.
- 3) 高橋健夫、長谷川悦示、刈谷三郎(1994)体育授業「形成的授業評価」作成の試み: 子どもの授業評価の構造に着目して。体育学研究, 39: 29-37.
- 4) Wakabayashi H, Hanai A, Kaneda K, Yokoyama S, Nomura T (2005) Effects of thermal swimsuit on thermoregulatory responses during light to moderate intensity exercise at cool water environment. In: Holmer I, Kuklane K. and Gao C. (Eds.) Environmental Ergonomics XI, Ystad, Sweden, pp. 546-549.
- 5) Wakabayashi H, Hanai A, Yokoyama S, Nomura T (2006) Thermal insulation and body temperature wearing a thermal swimsuit during water immersion. J. Physiol. Anthropol., 25(5): 331-338.
- 6) Wakabayashi H, Kaneda K, Hanai A, Yokoyama S, Nomura T (2006) Insulation and body temperature changes by wearing a thermal swimsuit during low to moderate intensity water exercise. In: Vilas-Boas, J.P., Alves, F. and Marques, A. (Eds.), Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal