

資料

遠泳実習を目的とした水泳授業における 体脂肪率と体温変化との関係

藤原有子*¹ 星島葉子*² 田島 誠*² 矢野博己*² 木村一彦*²

要 約

水泳実習中の疲労発生要因の1つである体温低下と体脂肪との関係について、体脂肪率と手掌温度から検討を行った。あらかじめ体脂肪率を測定した K 大学健康体育学科生 (n=43) を対象として、室内プールでの400m 平泳ぎ前後の手掌温度測定、さらに泳力の低い16名を対象とした海での水泳実習中の手掌温度測定と状態不安テストを実施した。その結果、体脂肪率と400m 平泳ぎ後の手掌温度との間に有意な相関関係が観察された。また体脂肪率と水泳実習講習後の手掌温度との間にも有意な相関関係が見られた。しかし、手掌温度と状態不安テストの間には有意な相関関係は観察されなかった。以上の結果から、長時間の遠泳を目的とする水泳実習を実施する際には、体脂肪率の測定が体温低下を評価する上で重要な測定項目となりうる可能性が示唆された。

緒 言

我々はこれまで、大学生の水泳実習を行う際、安全性を配慮したグループ編成は、体力レベル(最大酸素摂取量)よりも水泳技能(400m 平泳ぎ記録)別に行う方がより適切であることを報告した¹⁾。一方で、水泳実習期間中の疲労感と水泳技能とは必ずしも一致するわけではないことも示してきた²⁾。したがって、個人の疲労状態を把握した上で、より安全な水泳実習を行うための班編成には、水泳技能だけでは不十分であると考えられる。我々はこの原因として、海での実習という特殊な環境(浮力、水温、粘性、水圧、pH²⁾)といった水の物理的特性や気温、日照、潮流、風、波などの海特有の環境³⁾)の変化に対する、個人のメンタルストレス耐性などの心理的要因と、体脂肪率などの身体的要因が影響しているのではないかと指摘してきた⁴⁾。実際にメンタルストレス耐性が遠泳における疲労感に影響を与えている可能性を示唆する結果については報告した⁵⁾が、体脂肪の影響については明確に出来ていない。

水の熱伝導率は空気の数百倍高いことから、水中では空気中の約25倍の速さで熱が奪われる³⁾。したがって水中での活動は陸上よりもはるかに大きなエネルギーを必要とすることになる。しかし、体脂肪、特に皮下脂肪厚が高い人ほど長時間遠泳後の直腸温

が高いことはすでに示されており⁶⁾、また低速で長時間泳ぐ遠泳ではエネルギー消費の多くが水中での体温保持に使われるものと考えられることから、皮下脂肪はエネルギー枯渇型の疲労を防御する重要な身体的要因と考えられる。

一方で、体温変化の中でも手掌温度変化は、深部体温変化とともに、末梢循環動態をも表し、ストレスによって敏感に反応することから⁷⁾、心理的变化を客観的に示す指標ともされている。

したがって、手掌温度変化を用いて、水泳実習における体温変化に対する身体的要因(体脂肪)の影響、および心理的要因(メンタルストレス耐性)の影響について明確にできるものと考えられる。

そこで本研究では、長時間の遠泳を目的とした水泳実習における、体温変化に対する体脂肪およびメンタルストレス耐性の影響について、体脂肪率、心理テストスコアと室内プールおよび海での水泳前後の手掌温度との関係から検討を行なった。

方 法

2001年7月29日 8月1日に実施された K 大学水泳実習に参加した学生のうち、本研究に同意の得られた43名を対象とし、事前に体脂肪率を測定し、さらに室内プールでの400m 平泳ぎ前後の体表温度測定を行った。

*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) 矢野博己 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

また、実際の水泳実習中に泳力の最も低い班に所属した6名を対象とし、体表温度変化の測定と心理テストを行った。

体脂肪率の測定には、インピーダンス法(脂肪計付ヘルスメーター、タニタ)を用いた。また、体表温度変化の測定は、室内温水プール(室温27℃、湿度84-92%、水温31℃)での400m平泳ぎ前後、および、海での水泳実習時(気温33.5℃、湿度61.5%、水温27℃、天候 晴れ)の講習前、講習1時間経過後、2時間経過後であった。なお、サーモトレーサーには Thermo Tracer TH7100(NEC)を使用し、体表温度の測定部位は手掌とした。その際、手掌上に直線を引きその平均体表温度を算出した。画像処理には熱画像処理プログラム TH71 701(NEC)を用いた(図1)。

心理テストとして、水泳実習直前に、日本版 STAI⁸⁾を実施した。

統計処理には SPSS を使用し、2変量の相関分析(Pearsonの相関係数)を用いた。5%水準を持って有意な差であると判断した。

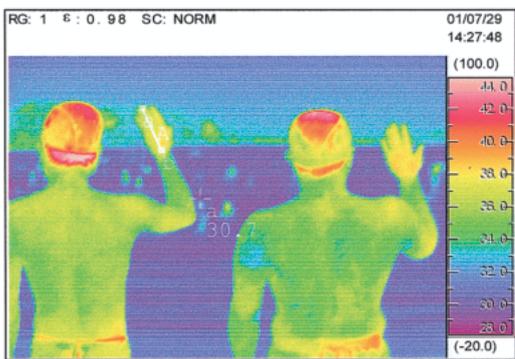


図1 熱画像処理プログラム TH71 701

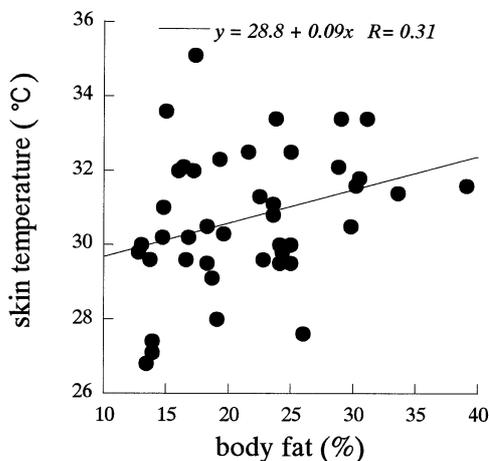


図2 体脂肪率と400m平泳ぎ直前の手掌温度との関係

結 果

1. 体脂肪率と400m平泳ぎ前後の手掌温度変化

体脂肪率と400m平泳ぎ前の手掌温度(33.9±1.8℃)との間に有意な相関関係は見られなかったが、400m平泳ぎ後には30.7±1.9℃と低下し、体脂肪率との間に有意な相関関係が観察された(p<0.05,図2)。平泳ぎ後、体脂肪率の低い学生(15%以下,n=9)では平泳ぎ前と比較して4.1±2.5℃の低下が観察されたが、体脂肪率が比較的多い学生(28%以上,n=8)では、2.0±2.1℃とわずかな低下であった。

2. 体脂肪率と水泳実習中の手掌温度との関係

体脂肪率と、水泳実習中の講習前の手掌温度との間に有意な相関関係は見られなかったが、講習1時間後に測定した手掌温度は体脂肪率との間に有意な相関関係が観察された(p<0.01,図3)。さらに、1時間の講習を継続後、撮影した手掌温度においても体脂肪率との間には有意な相関関係がみられた(p<0.01,図4)。最も体脂肪率の少ない者は9.4%の低下が観察され、最も体脂肪率の多い者は4.1%の低下であった。

3. STAIと手掌温度との関係

STAIによる状態不安得点と水泳実習講習前の手掌温度との間に有意な相関関係は見られなかった(図5)。

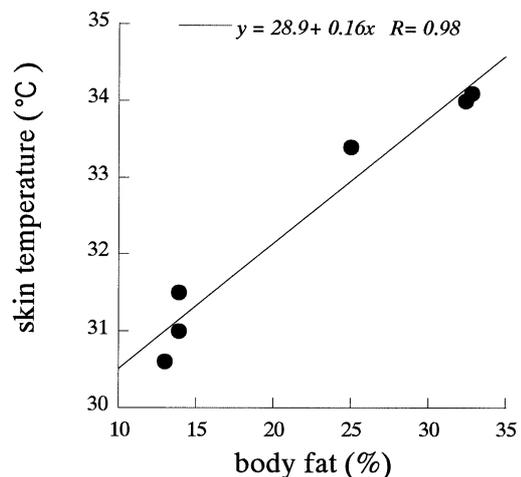


図3 体脂肪率と水泳実習講習1時間後の手掌温度との関係

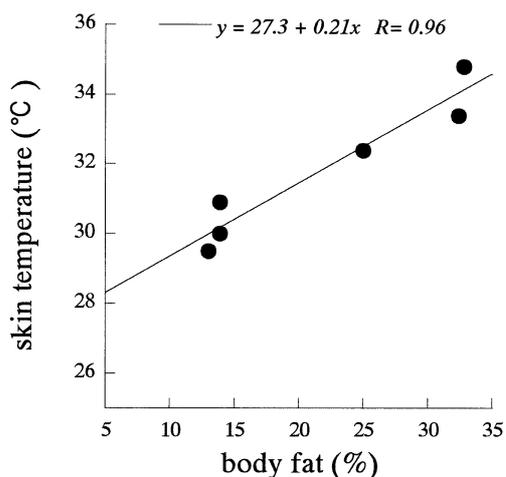


図4 体脂肪率と水泳実習講習2時間後の手掌温度との関係

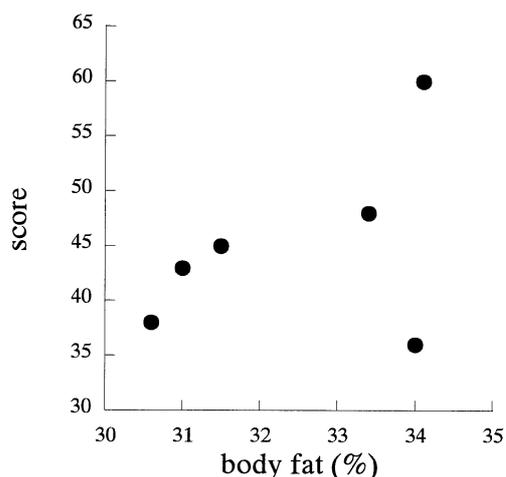


図5 遠泳直前の心理状態と手掌温度との関係

考 察

本研究の目的は、水泳における体温変化について、体脂肪率とメンタルストレス耐性との関係から検討することであった。その結果、体脂肪率は水泳時の手掌温度低下抑制に影響すること、さらに手掌温度低下には水泳実習による心理的ストレスに対する耐性は直接的には関係しない可能性が示唆された。

インピーダンス法による体脂肪率の測定は、測定精度にいくつかの問題点があるものの⁹⁾、簡便さと低コストの両面から現在日常化した測定法であると判断し、今回用いた。条件設定を可能な限り行なうことで、現場での活用が最も可能である点を前提とした。少なくとも400m平泳ぎ後の手掌温度は平

均で3.2 低下し、インピーダンス法で測定した体脂肪率との間に有意な相関関係が観察された。したがって、体脂肪率が高いほど手掌温度低下が抑制されていることが明らかとなった。そして体脂肪率15%以下と28%以上の学生とでは、その低下抑制率に49%の差が生じており、水に対する体温消失の違いに体脂肪が影響することは明らかであると考えられる。

32 以下の水温では直腸温は軽運動を行なっても低下することが報告されており⁶⁾、先行研究と本結果は一致する。さらに平均皮膚温は、水泳強度とは関係しないとされており⁶⁾、個人の400m平泳ぎ記録そのものに影響を受けた結果ではないと考えられる。しかし、室内温水プールでの400m平泳ぎの結果は、入水時間が15分程度と短時間である点、また水温が31 と比較的高い点から、単なる末梢循環の水温変化に対する一時的な反応の可能性も考えられるため、さらに実際に長時間におよぶ水中活動での影響を反映しているのかについて海での水泳講習中の測定を行なった。

長時間遠泳がメンタルストレスとして最も影響しやすいと考えられる泳力の低い6名を対象として、水泳実習中の講習1時間後に測定した手掌温度は、体脂肪率との間に高い正の相関関係が観察された。その後1時間の講習を継続した場合においても同様であった。したがって、海での水泳においても、体温低下には体脂肪が関係していることは明らかである。皮下脂肪は熱伝導率が筋組織の約半分であり、血流量も少ないため脂肪性熱遮断として作用し、体温の体内貯留には脂肪組織の量が影響する⁶⁾。このような先行研究からも、本研究結果は支持されるものと思われる。

また、同時に実施したメンタルストレス耐性テストでは、心理的な不安に対する耐性と手掌温度との間に有意な相関関係は見られなかった。今回用いたSTAIは、競技スポーツにおけるメンタルトレーニングのための選手評価を行なう上で有効なテストの一つである⁷⁾。実際にこのテストを実習直前に行なうことは、水泳実習参加者の不安ストレス状態を把握する有効な手段となりうることが報告されている⁵⁾。したがって、このテスト結果を指導者へ提供し、海での水泳指導に生かすとともに、班編成基準に導入することも可能になると考えられる⁵⁾。しかしながら、本研究結果からは、水泳における手掌体温変化は少なくとも心理的要因の影響ではなく、身体的要因を示す指標であると考えられる。

我々は、水泳実習における疲労感の訴えは男性よりも女性の値が高いことを示し⁴⁾、この結果は小林

ら¹⁰⁾の青年を対象とした自覚疲労調べの結果と一致をみた。また、体脂肪率には疲労感の訴えは影響しないことも示した⁴⁾。疲労と疲労感が必ずしも一致しないことはよく知られたことであり¹¹⁾、実際に水泳実習で完泳できなかった者は男性が多く、男性の場合には疲労感といった感覚よりも、直接的な身体的疲労を表す客観的指標の方が疲労状態を把握できるのではないかと考えられる。すなわち、体脂肪の低い者、特に男性は、疲労感や心理的ストレスはなくとも、長時間遠泳による深部体温低下を引き起こすような、極度の疲労状態に陥る危険性が予想されるとする考え方である。これは、陸上長距離や体操などのスポーツ種目を専門とする体脂肪率の低い学生の完泳率が極端に低い経験からも裏付けられるものと考えられる。実際に遠泳に必要とされる体脂肪率の閾値を見出すには調査をさらに重ねる必要があるが、データの蓄積によって、その閾値は導き出せる可能性があるものと思われる。さらに体脂肪率の低い者は当然除脂肪体重が高く、水に浮きにくい身体特性であることも考えられるため、遠泳時の推進力および体温保持にエネルギーを必要とするだけでなく、浮力を補うためのエネルギー消費も必要となり、さらにエネルギー消費型の疲労状態に陥りやすいことも考慮すべき点であると考えられる。この傾向は男性に強く現れる。すなわち体温調節機構には性差が存在し、寒冷に対して男性は産熱反応を増加して対処する「代謝型」であり、女性はエネルギーをあまり使わないで放熱を抑制して対処する「断熱

型」である⁶⁾。また一般に女性のほうが男性に比べて脂肪が厚く、断熱効果が強いと考えられている。したがって、今回行なった調査から明らかとなった、体脂肪に依存した体温低下による疲労は、特に男性の体脂肪率の低いものに相当し、女性の場合の心理的ストレスによる疲労型とは区別して考えることができるのかもしれない。

日本水泳連盟は水泳に適した水温は30前後が好ましく、最低でも26-27くらいあるとよい³⁾としているが、実際には様々な条件によって海水温はこの範囲を下回ることが予想され(今回行なった海での調査では水温27であったが、過去には24も経験していることから)、こうしたケースには体脂肪を基準として遠泳時間の設定など安全性の確保も含めた、気象・海象条件にあった、実習計画立案の参考資料となるものと考えられる。

結 論

本研究は、水泳実習中の疲労発生要因の1つである体温変化について、体脂肪率と体表温度との関係から検討した結果、長時間の遠泳を目的とする水泳実習を実施する際には、体脂肪率の測定が疲労発生要因の1つである体温変化を評価する上で重要な測定項目となりうることが示唆された。

本研究にご協力いただいた川崎医療福祉大学大学院博士課程山口英峰氏に深く感謝する。

文 献

- 1) 池上晶子, 矢野博己, 星島葉子, 長尾光城, 木村一彦: 大学生を対象とした水泳実習の安全対策について. 川崎医療福祉学会誌, 9(2), 301-307, 1999.
- 2) 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. バイオメカニクス研究, 2(1), 33-38, 1998.
- 3) 日本水泳連盟編: 安全に水泳を行なうには, 安全水泳, 初版, 大修館, 東京, 17-60, 1997.
- 4) 星島葉子, 矢野博己, 藤原有子, 木村一彦: 自覚症状から見た大学生の水泳実習期間の疲労状況. 川崎医療福祉学会誌, 11(2), 387-391, 2001.
- 5) 田島誠, 星島葉子, 藤原有子, 矢野博己, 木村一彦: 海での遠泳実習に対する状態不安. 岡山体育学研究, 9, 23-26, 2002.
- 6) 阿岸祐幸, 宮下充正, 武藤芳照編: 水中運動時の生体内変化水泳療法の理論と実際, 初版, 金原出版, 東京, 11-28, 1983.
- 7) 所司睦文, 姫田久美, 吉村久仁子: リラクゼーションとストレスの評価—Type-A と Type-nonA 被験者の比較—, 川崎医療短期大学紀要, 21, 47-51, 2001.
- 8) 清水秀美, 今栄国春: STATE-TRAIT ANXIETY INVENTORY 日本語版の作成, 教育心理学研究, 29, 62-67, 1981.
- 9) 長尾憲樹, 矢野里佐, 矢野博己, 松枝秀二: 体脂肪率測定法の評価, 川崎医療福祉学会誌, 5(1), 161-167, 1995.
- 10) 小林秀紹, 出村慎一, 佐藤進, 南政樹, 長澤吉則: 青年を対象とした疲労自覚症状尺度の検討—自覚症状しらべとの関係—, 体育学研究, 46(1), 35-46, 2001.

- 11) 矢野博己：疲れと休みを科学する，上田伸男編，動く，食べる，休む Science(健康づくりの生理学)，初版，弘学出版，川崎，103-125，2001．

(平成14年5月2日受理)

**The Study of Body Fat and Skin Temperature
during the Swim Training College Students**

Yuko FUJIWARA, Yoko HOSHIJIMA, Makoto TAJIMA, Hiromi YANO and Kazuhiko KIMURA

(Accepted May 2, 2002)

Key words : BODY FAT, PALM SKIN TEMPERATURE, FATIGUE

Correspondence to : Hiromi YANO

Department of Health and Sports Sciences, Faculty of Medical
Professions, Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.12, No.1, 2002 175-179)