

〈報告〉

館山オープンウォータースイムレース参加者における 体温低下, 身体組成および栄養調査

石原 智美*・河合 祥雄**・鈴木 大地***・鈴木 勝彦****

Hypothermia, body composition and nutrition surveillance among competitors of Tateyama Open Water Swim Race

Tomomi ISHIHARA*, Sachio KAWAI**, Daichi SUZUKI*** and Katsuhiko SUZUKI****

初めに

オープンウォーター競泳は2008年の北京五輪でオリンピック種目に取り上げられるほど一般的になり, 国内での大会数・参加者も増加している²⁾。遠泳, オープンウォータースイムレース(以下遠泳)では, 体温より低く, 空気に比べ熱伝導率が約25倍も高い水に長時間浸かるため, 必然的に深部体温の低下が起きる。遠泳泳者の体温低下は従来からよく知られてきた^{3)~5)}。低水温は選手の体熱を奪い, 体温・筋温の低下は正常な筋収縮を阻害し, 円滑な水泳動作の妨げとなる。体温低下には個々人の皮下脂肪や体脂肪 body fat (BF) 率が影響し, 低体温の発症率, 危険性には個人差がある¹⁾³⁾⁴⁾。国際水泳連盟

(FINA)のオープンウォータースイミング競技規則では競技開催時の最低水温は16°Cと規定されており, さらに日本水泳連盟が主催する国内大会ではローカルルールとして, 水温が20°Cを下回った場合は開催を中止・延期すると規定されている²⁾。比較的一定温度に管理された室内スイムレースとは異なり, オープンウォータースイミング競技は野外で行うことが多い。他の水泳競技に比し本邦において蓄積された知見が少なく, 安全管理の面から, 今後多くの調査が必要とされる分野である。

本報告は, 遠泳において低体温事故の起こりにくい身体組成の確認, 効果的な栄養摂取の指針, 遠泳実施を含む水泳訓練・指導の改善点への気付きなどを得る目的で行われた。遠泳前後の体温測定, 身体組成, 摂取栄養調査結果の概要である。

対象と方法

対象は, 2008年7月21日に千葉県北条海岸で開催された第12回館山オープンウォータースイムレースに参加者のうち調査に同意された27人で, 年齢は16歳~60歳(29.3±13.2歳)であった。1 km レース出場選手が8人(男性5人, 女性3人), 3 km 出場選手が19人(男子19人)であった。

対象者にはレース前日午後の競技説明会にて本調査の意義や測定項目などの説明を行い, 文書にて同

* 順天堂大学スポーツ健康科学研究科前期課程大学院院生

Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

** 順天堂大学スポーツ健康科学部教授(スポーツ医科学)

Research Laboratory of Sports Medicine, Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

*** 順天堂大学スポーツ健康科学部(スポーツ栄養学) Seminar of Sports Nutrition, Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

**** 順天堂大学スポーツ健康科学部(水泳研究室) Seminar of Swimming, School of Health and Sports Science, Juntendo University

意を得られた者に、その場で栄養調査・体重・体脂肪率測定を行った。体組成の測定には、タニタ・マルチ周波数体組成計 MC-190 (インピーダンス法) を用いた。栄養調査には、ジェンダーメディカルリサーチ社のアンケート式栄養調査票を用い、上記説明会前1週間の食事内容の栄養分析を行った。体温測定では鼓膜温度と舌下表面温度を測定することとし、それぞれ耳式体温計(オムロンヘルスケア社「MC-510」、測定範囲34.0~42.2°C、測定時間1秒)および非接触式の瞬間皮膚温度計(スカラ社「ST-717」、測定範囲16~38°C、測定時間1秒)を使用した。

レース前の鼓膜温と舌下表面温度測定は、午前7:30前後にエントリー会場で行った。終了後の測定は、海からあがって1~2分以内に浜辺に設置したテントで行われ、頭部の水分をタオルで拭き取り外耳道の水分を綿棒で除いた後、耳式温度計のプローブを反対側のこめかみに向けて挿入し測定した。また、舌下表面温度は、舌下奥・中央部(舌下動脈)表面を狙い、瞬間皮膚温度計にて測定し、それぞれ1名あたり2回測定し高い値を採用することとした。

競技は、FINA オープンウォータースイミング競技規則に基づいて行われ、参加者は競泳水着、水泳帽子、ゴーグルのみを着用し泳いだ。

なお、本研究は順天堂大学スポーツ健康科学部研究等倫理委員会にて承認されている(順大ス倫第20-12号)。

結 果

レース当日は快晴で気温・水温ともに高く、風や波がほとんどない穏やかなコンディションであった。1 km と 3 km レースのスタート時刻はそれぞれ午前10:40、午前9:00で、午前9時の時点で気温は27°C、海水面温度は22°Cであった。午前11時には気温は28°Cにまで上がった。レース前の舌下温は平均34.9 ± 0.53°C、鼓膜温は平均36.0 ± 0.56°Cであった。レース後は、耳式体温計で測定出来る範囲を下回ったために1名を除いて鼓膜温が検出されなかった。そのため、舌下表面温度のみを報告する。また、3 km レースの参加者19名のうち2名は舌下表面温度もエラーとなり検出できなかった。1 km レースの参加者8名のうち、途中棄権した1名を除いた7名(男性4名、女性3名)と、3 km レース後の体温測定が出来た17名の男性について、遠泳時間(スタートからゴールまでの浸水時間)と遠泳後体温(舌下表面温度)、体脂肪率を表1に示す。

3 km レース参加者についてレース後体温と遠泳時間との関係を見たところ、遠泳時間の長い者ほど体温が高くなる傾向が見られた($r=0.44$) (図1)。

体脂肪率と遠泳後体温(舌下表面温度)について見てみると、1 km レースの対象者では体脂肪率の高い者ほど遠泳後体温が高い傾向が、男子に限って見られた(男子 $r=0.92$, 女子 $r=-0.14$)。また、3 km レースの対象者について遠泳後体温と体脂肪率および body mass index (BMI) との関係を見たところ、遠泳後体温はどちらも相関が見られ(体脂肪率: $r=0.60$, BMI: $r=0.61$)、体脂肪ならびに BMI

表1 1 km・3 km レースの遠泳時間と遠泳後体温(舌下表面温度)、体脂肪率

	1 km レース n=5 (男性)	1 km レース n=3 (女性)	3 km レース n=17 (男性)
平均遠泳時間※	25分33秒	19分16秒	1:00分05秒
遠泳時間範囲	19分47秒~30分51秒	18分27秒~19分51秒	46分02秒~1時間39分51秒
遠泳後体温	31.8 ± 1.76°C	31.0 ± 1.67°C	31.3 ± 1.38°C
遠泳後体温範囲	29.5~33.7°C	29.7~32.9°C	28.1~34.3°C
平均体脂肪率	12.9 ± 2.31%	18.0 ± 5.54%	12.3 ± 6.18%

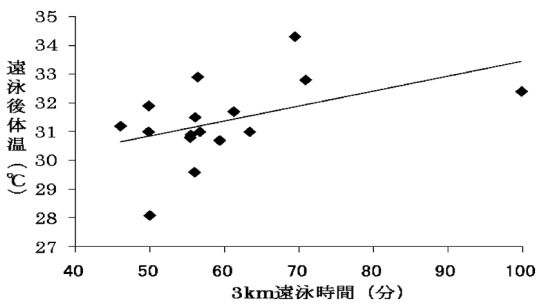


図1 3 km 対象者における遠泳時間と遠泳後体温の関係

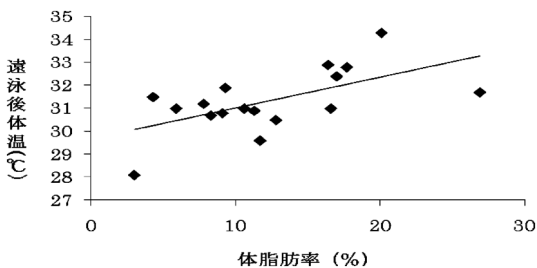


図2 3 km レース対象者における遠泳後体温(舌下表面温度)と体脂肪率の関係

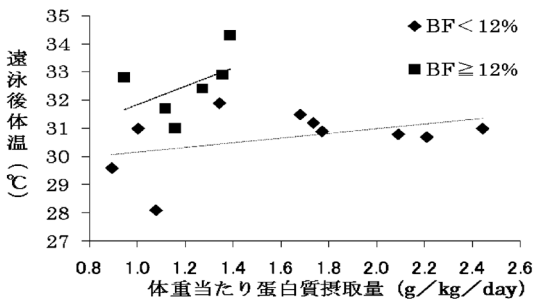


図3 3 km レース対象者における体重当たり蛋白質摂取量と遠泳後体温(舌下表面温度)

が高い者ほどレース後の体温は高い値を示していた(図2)。3 km レース後の最低温度28.1℃は、体脂肪率が3%の参加者であった。

栄養調査の結果は、男子、女子の平均値はそれぞれエネルギー男子2477 ± 753.8 kcal、女子1618 ± 360.9 kcal、蛋白質男子86.6 ± 28.1 g、女子58.1 ± 7.07 g、脂質男子70.1 ± 22.1 g、女子50.4 ± 31.7 gであった。摂取エネルギー量と体脂肪率の関係は、摂

取エネルギー量が少ないほど体脂肪率が高い傾向が見られた(男子では $r = -0.36$ 、女子では $r = -0.49$)。

3 km に参加した参加者について摂取エネルギー量と遠泳後体温との関係を見たところ、全体では相関が見られなかったが、体脂肪による体温低下の影響を除外するために体脂肪率 body fat (BF) が12%未満の低い群と体脂肪率が12%以上の普通群に分けてそれぞれについての相関を見たところ、体脂肪率12%未満群では体重当たりのエネルギー摂取量が多い者ほど遠泳後の体温がわずかながら高くなる傾向が見られた ($r = 0.21$)。しかし、体脂肪率12%以上の群では、逆相関の関係であった ($r = -0.24$)。

また、体重あたりの蛋白質摂取量と遠泳後の体温の関係を見たところ、蛋白質摂取量が多いほど遠泳後の体温が高い傾向が両群において見られた(体脂肪率12%未満 $r = 0.41$ 、体脂肪率12%以上 $r = 0.48$) (図3)。

脂質摂取量も遠泳後体温と相関が見られたが、蛋白質摂取量に比べると関係が弱く(体脂肪率12%未満 $r = 0.40$ 、体脂肪率12%以上 $r = 0.33$)、炭水化物摂取量との関係はわずかまたは逆の相関関係を示した(体脂肪率12%未満 $r = 0.16$ 、体脂肪率12%以上 $r = -0.49$)。

考 察

体脂肪率や BMI と体温低下の関係は、これまでの報告同様、体脂肪や BMI のより低い者ほど体温が下がりやすいことが確認された。

浸水時間の点では、遠泳時間が長いほど遠泳後の体温も高くなる傾向が見られた。これは、レースという遠泳の性質上、対象者が最大負荷量に近い運動量でレースを泳いだことで体熱産生が比較的高かった可能性が考えられた。しかし、比較的長時間水に浸かっていた3 km レース参加選手(遠泳時間86分37秒)に関しては、競技規則上、体温測定が出来ず統計データに入っていないことや、1時間以内に遠泳を終えた選手が比較的寒さを訴えていなかったのに対し、99分51秒で上がってきた一人の3 km レース参加選手(体脂肪率17.0%)は主観的な寒さを強

く訴えており、体温が32.4°Cまで低下していた。個人によっては体温低下への浸水時間の影響が見られた。

今回の体温測定では舌下表面の温度を用いたが、遠泳前の測定でも鼓膜温よりも平均で1.1°C低い値が測定されており、さらに遠泳中に海水や外気温の影響を受けて口腔温度が下がり本来の深部温よりもかなり低い値が検出された可能性が考えられた。今後、より正確な体温測定方法を検討するうえで、舌下表面温度よりも鼓膜温度の方が高い値が検出でき、より深部温度に近いと考えられること、そして迅速で非侵襲的に測定出来ることから精度の高い医療用の赤外線照射検知式鼓膜温計を用いることが有効ではないかと考えられる。

栄養の点から見ると、レース前における食事摂取状況において蛋白質と脂質の摂取量が多いほど遠泳後の体温が高い傾向が見られたが、遠泳後体温と摂取エネルギー・炭水化物摂取量との関係は体格によっても異なり、体温低下を抑制する効果的な栄養摂取のあり方については、更なる検討の必要性が示された。

謝 辞

今回の調査をご快諾して下さいました(財)日本潜水連盟 オープンウォータースイミング委員会 鷺見全弘委員長には厚く御礼申し上げます。また館山オープンウォータースイムレース大会運営関係者ならびに千葉県水泳連盟マスターズ委員会の皆様、水

泳ドクター会議 筑波大学人間総合科学研究科スポーツ医学専攻 渡部厚一先生、国土館大学 松本高明先生に深謝いたします。調査にご協力下さりました慶應義塾大学体育會 水泳葉山部門監督 荘村知章先生はじめ部員の皆様、その他一般参加選手の皆様に御礼を申し上げます。また、測定にご協力下さった本学スポーツ健康科学部栄養学研究室の皆様にもお礼申し上げます。

文 献

- 1) Holmer, I. and Bergh, U. (1974) Metabolic and thermal response to swimming in water at varying temperatures. *J Appl Physiol* 37, 702-705.
- 2) 日本水泳連盟 (2006) オープンウォータースイミング教本. 東京, 大修館書店
- 3) Nuckton, T. J. , Claman, D. M. , Goldreich, D., Wendt, F. C. and Nuckton, J. G. (2000) Hypothermia and after drop following open water swimming: The Alcatraz/San Francisco swim study. *Am J Emerg Med* 18, 703-707.
- 4) Pugh, L. G. C. and Edholm, O. G. (1955) The Physiology of Channel Swimmers. *Lancet* 269 (6893), 761-768.
- 5) Rogers, I. R., Brannigan, D. Montgomery, A., Khangure, N., Williams, A. and Jacobs, I. (2007) Tympanic thermometry is unsuitable as a screening tool for hypothermia after open water swimming. *Wilderness Environ Med* 18, 218-221.

(平成21年2月6日 受付)
(平成21年2月16日 受理)