

長時間の緩徐な水泳が生体に与える影響

東京学芸大学 柴田 義晴

(共同研究者) 同 原 英喜

同 田中 弘之

同 湊 久美子

はじめに

本研究は、競泳と異なり、ゆっくりした長時間の水泳が、生体へどのような影響を与えているかをとらえることが目的であった。そして、その指標として、心拍数、血圧の他に、運動のエネルギー源として考えられている血中のグルコース (GI) と遊離脂肪酸 (FFA), トリグリセライド (TG) を測定した。さらに、運動の生体負担度の大きさを知る手段として、血中に逸脱する酵素を、数種類について静脈血中で観察した。

1. 方法と手順

1.1 被検者

被検者は、健康な男子大学生で、2名は水泳に日頃から慣れ親しんだものであり、他の2名は、水泳があまり得意ではなく、約2箇月間、週1回1時間のプールにおける練習と遠泳直前の4日間、海における集中練習を行ったものである。

被検者の身体特性は、4名の平均値が体重66.1 kg, 身長173.5cm, 体脂肪率10.9%であった。

1.2 実験計画

実験を行うのは、大学生が6日間行う実習の場であることから、前日までの練習による影響と、長時間水泳の影響をできる限り明確にするために、以下のような計画によって実験を行った。

実験は、千葉県安房郡にある岩井海岸において昭和55年7月に行った。実習第3日目、夜8時以降絶食し、第4日目の起床後直ちに心拍数と血圧を測定し、血液を採取した。これと同様に、第5日目の遠泳当日および第6日目(回復第1日目)の早朝にも検査を行った。

心拍数は、手頸動脈で触診または心電計により30秒間測定した。血圧は、リバロッチ型血圧計で聴診法により測定し、スワンの第1点を最大血圧、第5点を最小血圧とした。

採血は肘静脈より行い、10分から30分間氷冷した後、毎分3000回転で30分間遠心分離させて、得られた血清をドライアイスにより -40°C に凍結保存した。

1.3 分析方法

1.3.1 FFA

凍結された血清を解凍後、直ちに Folch 法¹⁾により脂質を抽出し、ジアゾメタン法²⁾によりメチルエステル化して、ガスクロマトグラフ (FID, 日本電子 20KP-F) により定性定量分析を行った。

1.3.2 GI, TG および逸脱酵素 (GOT, GPT, CPK, α -HBDH)

凍結血清を解凍後、RaBA-Super システム (中外製薬) により UV 法で測定した。

2. 結果と考察

本実験は、6日間の実習の後半であったために、前半の練習による影響は十分に考えられるが、第5日目の遠泳前の測定値を安静値と考え、その前日の第4日目の測定値と著しく差がないため、第4日目の値は参考とするにとどめた。

2.1 心拍数および血圧

心拍数は、4名の平均値で見ると、遠泳前値の60拍/分から遠泳直後79拍/分と増加しているが、第6日目の朝には66拍/分となっている。運動強度としては、隊列を組んで泳ぐ遠泳なので、それ程強くないことを裏づけていると思われるが、第6日目で前値よりやや高い値を示しているのは、遠泳の影響が残っていると見ることができよう。

表1 血圧の変動

	前	直後	回復
最大血圧 (mmHg)	124.5	131.5	127.0
最小血圧 (mmHg)	74.0	78.5	79.5

血圧も心拍数と同様で、表1に示すように、遠泳による影響はその直後でそれ程大きくはないが、翌朝においても安静値よりやや高いことなど、影響が残っているように思われた。

各被検者ごとの個人差は、心拍数にも見られるが、最小血圧の上昇傾向が一般的に特徴的であった。

2.2 GI

図1に見られるように、遠泳の前から後にかけて、2名は大きく低下し、他の2名はわずかに上昇した。低下を示したうちの1名は65.8mg/dlとかなりの低値であり、もう1名は、翌朝まで低い値を示していた。食事の摂取は遠泳後通常どおりだったことを考えると、糖代謝に対する影響の現れと考えられよう。

2.3 TG および FFA

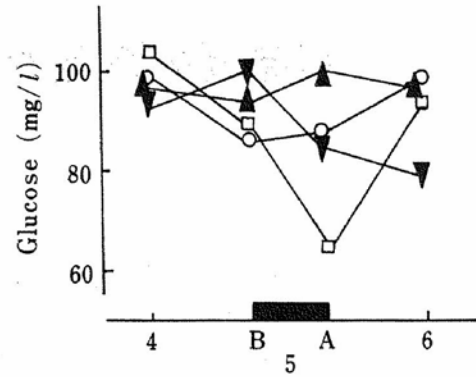


図1 血中グルコース変動

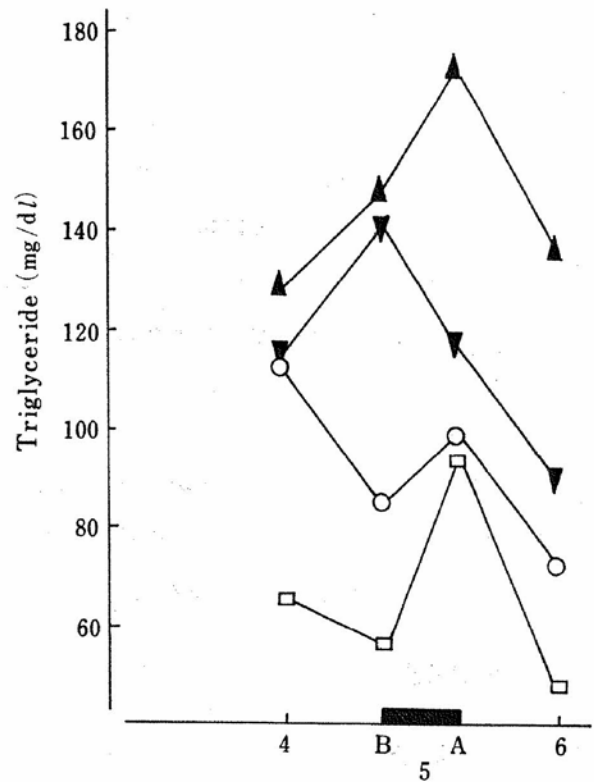


図2 血中トリグリセライド変動

TG について見ると、各被検者の値にばらつきが大きいですが、図2に見られるように、変動のパターンとしては、運動後に高い値を示し、翌朝には低下している。運動前から後にかけて低下した1名は、GIでも運動後に低下をした被検者であった。

FFA については、4名とも運動後著しい増加を示しており、翌朝には安静時レベルに回復している(図3)。

そのパターンは同じであるが、変化の大きさ

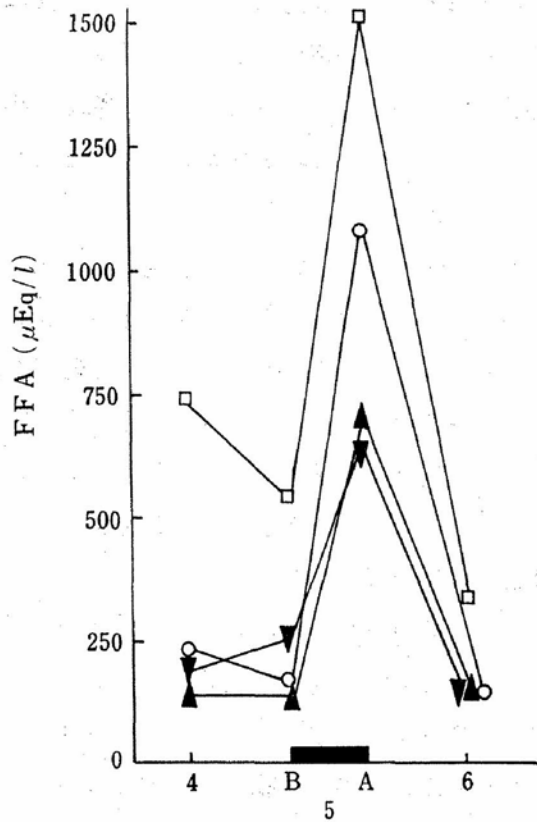


図3 血中 FFA 変動

に、水に慣れている者と慣れていない者の差が見られ、前者では運動後の増加は小さく、後者で大きな増加であった。FFA において最も高い値を示した被検者は、G1 において運動後も最も低い値を示した者であった。

本実験よりは短い90分間であって速いスピードで平均約5200mを泳がせた Haralambie²⁾ の実験報告では、TG は運動後低下するとしているが、本実験では運動後上昇傾向を示し、翌日には低い値を示した点では異なるところがある。また、FFA は、本実験と同様に運動後上昇し、翌日には回復するという点では一致するところである。これらのことから、長時間運動の際のエネルギー供給面から FFA を観察することは、意味あることと言えよう。

2. 4 CPK, GOT, GPT, α-HBDH

CPK (図4)、GOT (図5)、GPT (図6) に見られるように、被検者により変化の様相が異なるが、筋の活動状態の指標の1つとなる CPK は、

4名ともほぼ同様の傾向であった。この値からは、今回の長時間水泳が、それ程大きな負荷ではなかったことがうかがえる。

GOT, GPT は、1名が両項目とも増加してい

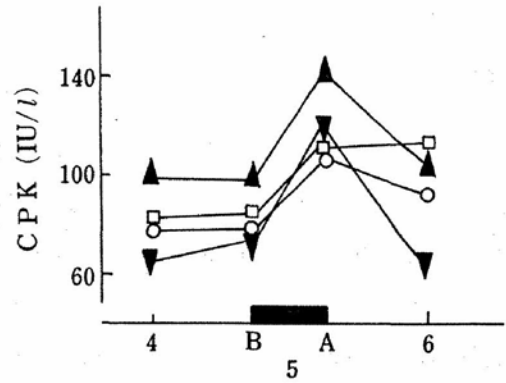


図4 CPK 活性値変動

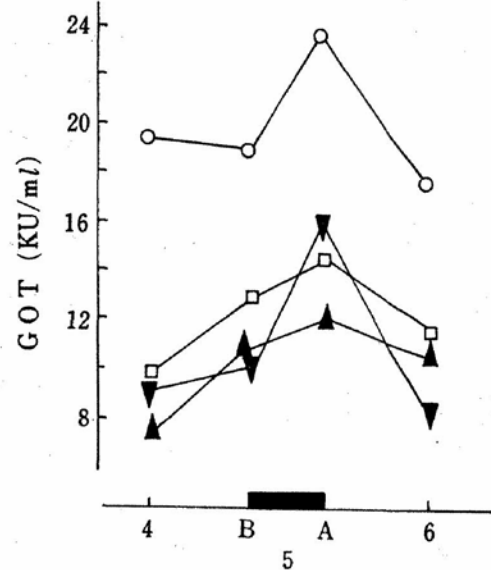


図5 GOT 活性値変動

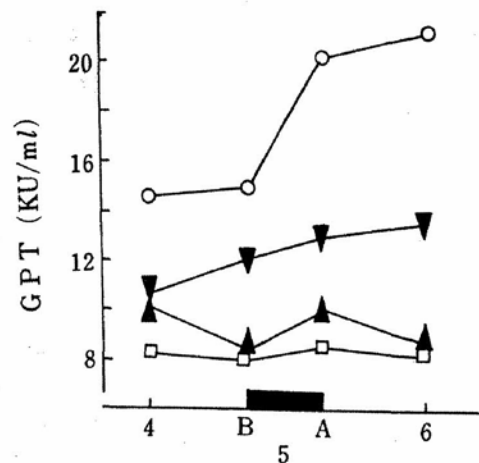


図6 GPT 活性値変動

るが、他の3名は、翌日にはほぼ回復しているものと考えることができよう。さらに、 α -HBDHと考え合わせてみても、運動として心、肝に対する負担も、それ程のものではなかったと考えてもよいようであった。

3. 結 論

本研究では、学校臨海実習で行われる遠泳について、生理・生化学的な側面から生体の反応形態を探ることを目的として実験を行った。一般的には、小・中学生を対象として行う遠泳では、1時間から3時間程度のものであるが、今回は4時間30分といった長時間の遠泳について、健康な体育専攻男子学生を対象に実験を試みた。

心拍数や血圧においては、隊列を組んで泳ぐ今回のような遠泳では、大きな変化は認められなかったが、翌朝まで影響があると思われる結果が得られた。これに対して、血中のTG、FFAなど、運動のエネルギー供給の面で観察される物質に関しては、運動の影響が明確に現われてはいるものの、GIでは特徴的な変動は見られなかった。

運動強度の指標、あるいは生体負担度の指標として見られる血中のCPK、GOT、GPT、 α -HBDHなどの逸脱酵素活性の変動から見ると、4時間30分という長い時間の運動であっても、あまり強度の高い運動ではなかったことがうかがえた。

あるいは、水温が24.5°C平均で、速い流れや大きな波もなかった点では、それ程過酷な条件ではなく、すなわち、このことが今回のような結果を示した一因とも考えられよう。

ところで、水泳は全身的、かつ激しい運動として一般的にはとらえられている。しかし、テニス、サッカー、バレーボールなど、一般に行われている他の運動と同様、そのやり方によって運動強度に大きな幅を持たせることができ、したがって、疾病や傷害に対するリハビリテーションとし

ての身体運動から、競技スポーツとしての身体運動に至るまで、その運動としての水泳がそれぞれ重要視されている。また水泳では、対象者の年齢・性別によっても、それぞれ適切な方法で行うことが可能である。

今回の実験結果から、天候や水温など自然の条件が整い、かつ十分配慮された練習を行えば、心理的な不安が十分予想されるような、4時間30分といった長時間遠泳においても、大学体育の実習として行う場合、意義あることであり、また、生理的な面から見ても、妥当性がある範囲と言っても過言ではないと思われる。

さらに、時間的短縮を考慮することによって、小・中学生において遠泳を経験させることも、それなりの妥当性が裏づけられることが予想されよう。もちろん、食事や休養のとり方についても、遠泳後著しい低血糖を示す者があったり、FFA値が高くなることから、慎重な計画が必要であることが示唆されよう。

文 献

- 1) Folch, Jordi, M. Lees, G.H. Sloane Stanley "A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues," *J. Biol. Chem.*, **22**-6, 497-509 (1957)
- 2) Haralambie, G., L. Senser; "Metabolic changes in man during longdistance swimming," *Eur. J. Appl. Physiol.*, **43**, 115-125 (1980)
- 3) Hermann, S., Joanne L. Gellerman, "Esterification of fatty acids with diazomethane on a small scale," *Analytical Chemistry*, **32**-11, 1412-1414 (1960)