

スタート前の深呼吸が水泳に及ぼす効果

— 50メートル泳のタイムと血中乳酸値 —

鎌田安久* 栗林徹* 出口敦美* 山下芳男*

(1990年12月10日受理)

Effect of Taking Deep Breathing Exercise Before Start on Swimming

— Record for 50m Free-style Distance and Blood Lactae —

Yasuhisa KAMADA *, Tohru KURIBAYASHI*, Atsumi DEGUCHI*, and Yoshio YAMASHITA*

年齢19歳から22歳までの健康な男子学生16名を対象に、スタート前の深呼吸が水泳指導上の補助手段となり得るかを検討するため、息こらえ時間や、50mクロール泳の平均泳速、血中乳酸を測定した。その結果、深呼吸によるCO₂クリアランスが、水中においても息こらえ能力を向上させ、50m泳のスタート前に深呼吸を行なわせることが、泳速の遅い被験者ほど、その泳速を高め、水泳中の制限呼吸の影響を緩和し、より頑張ることを可能にした結果が認められ、一般に初級者や中級者が対象である学校体育等での水泳指導において、指導者の管理のもとで、深呼吸が指導の補助手段として効果があることが推察された。

[キーワード] 水泳指導 深呼吸 息こらえ時間 平均泳速 血中乳酸値 学校体育

I 序 論

水泳指導において、呼吸は他の技術的要素と並んで重要な要素であり⁶⁾、また、「下手な泳ぎと言うものは、誤った呼吸法に原因するものが多い。」¹⁾といわれているように、心理面やフォームなどの技術的要素への影響も多いと考えられている¹¹⁾。水泳における

*岩手大学教育学部保健体育科

呼吸は、陸上のそれとは異なり、水中では息こらえもしくは吐息しかできない、いわゆる制限呼吸となる¹³⁾。そのため、この制限呼吸に不慣れな初級者や中級者の段階では、恐怖心や苦痛感が生じ^{3), 12)}、精神的余裕がなくなり、効果的な水泳指導が困難になるであろうと思われる。この点を改善する補助手段として、生理学的見地から、深呼吸によるCO₂クリアランスを考え、その後の息こらえ能力の向上^{2), 10)}が、水泳中の制限呼吸による影響を緩和しパフォーマンス向上に関係があるのではないかとということが考えられた。これまで、初級者や中級者を対象に、この深呼吸によるCO₂クリアランスを用いて水泳指導の研究を行ったという報告は見あたらない。

そこで本研究では、深呼吸によるCO₂クリアランスが、水中においても息こらえ能力を向上させることを明確にし、50m泳のスタート前に深呼吸を行なわせ、泳速や血中乳酸値を測定することで、スタート前の深呼吸が水泳指導上の補助手段となり得るかを検討した。

II 実験方法

被験者は、19歳から22歳までの健康な男子学生16名で、50mクロール泳が可能なものとした。また、測定項目の順序による影響を確認するために、無作為にAグループ8名とBグループ8名の2グループに分けて実験を行った。

実験は、1990年7月23日・24日・25日の3日間、岩手大学の50mプールで行った。3日間とも気温は31℃～33℃、水温25℃～27℃であった。

第一日目は、各グループ別に息こらえ時間の測定を、午前は陸上で、午後は水中で行った。

午前の陸上での測定条件は、被験者をベンチに座らせ、息こらえの測定時には各自の指で鼻を摘ませ、最大努力して息こらえするよう指示して実施した。また、測定項目の順序は、Aグループに、まず3分間の深呼吸を各自のペースで行わせた後、息こらえ時間の測定を行い、その後約30分の休憩を入れた後、2回目の息こらえ時間を測定した。Bグループでは逆に安静状態からの息こらえ時間を先に測定し、その後約30分の休憩を入れた後、3分間の深呼吸後の息こらえ時間の測定を行った。

午後の水中での測定条件は、被験者をプールに入れ、手でプールサイドをつかませて立たせ、胸腰部を屈曲させ面かぶりの状態で行った。この際、水中での吐息については、制限しなかった。また、測定項目の順序については、陸上の場合と同様に行った。

第2日目と第3日目の両日には、すべての被験者に各日一回、クロール泳法による50m泳を行わせ、ストップウォッチでタイムを計測し、平均泳速を算出した。50m泳のスタート方法は、スタート台からの逆飛び込みのミスによる誤差を避けるために、蹴伸びスター

トを用いた。

ただし、この時の測定条件として、深呼吸をスタート直前までの3分間、各自のペースで行わせる課題を、第2日目はAグループのみに、第3日目はBグループのみに課して実施した。

血中乳酸値については、微量分析法を用い⁹⁾、スタート前の安静時と50m泳後に、指先からブラッドランセットと毛細管キャピラリーを用いて採血を行い、直ちにシリンジピペットを使用してYSI社製ラクテイトアナライザーで血中乳酸値を計測した。

Ⅲ 実験結果

すべての実験条件のデータについて、分散分析を行った結果、AグループとBグループの被験者間に有意な差が認められず、実験順序による結果の影響はなかった。よって、AグループとBグループの被験者の結果の全てについて、まとめて統計処理を行った。

1. 息こらえ時間

図1は、息こらえ測定前の深呼吸条件の有無と、息こらえ時間との関係について、陸上と水中の測定条件別に示している。

陸上での息こらえ時間は、コントロール時に平均63.4秒 ($SD \pm 20.2$)、深呼吸条件では平均104.6秒 ($SD \pm 28.1$) と、深呼吸条件がコントロールよりも統計的に有意に長かった。(t検定 $p < 0.01$) また、水中での息こらえ時間は、コントロール時に平均51.9

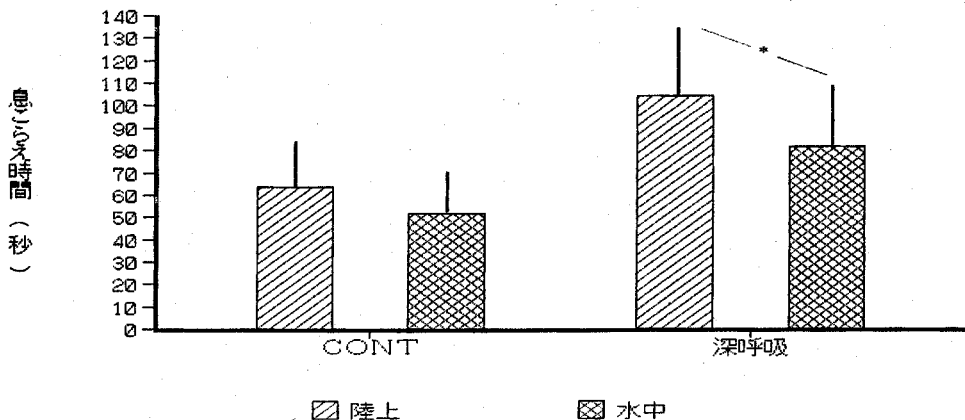


図1 息こらえ測定前の深呼吸条件の有無と息こらえ時間との関係 (* : $p < 0.01$ $n=14$)

秒 ($SD \pm 17.6$)、深呼吸条件では平均81.4秒 ($SD \pm 26.6$)であり、陸上と同様に深呼吸条件がコントロールよりも統計的に有意に長かった。(t検定 $p < 0.01$)

さらに息こらえ時間は、水中条件で陸上条件よりも短くなる傾向にあり、特に深呼吸条件における比較では、その短縮傾向が統計的に有意であった。(t検定 $p < 0.01$)

2. 深呼吸と50mクロール泳

図2は、深呼吸条件の有無と50mクロール泳の平均泳速の関係について示している。平均泳速は、コントロール時に平均73.6m/分 ($SD \pm 8.4$)、深呼吸条件では平均75.2m/分 ($SD \pm 6.4$)と、二つの条件間に統計的な有意差はなかった。

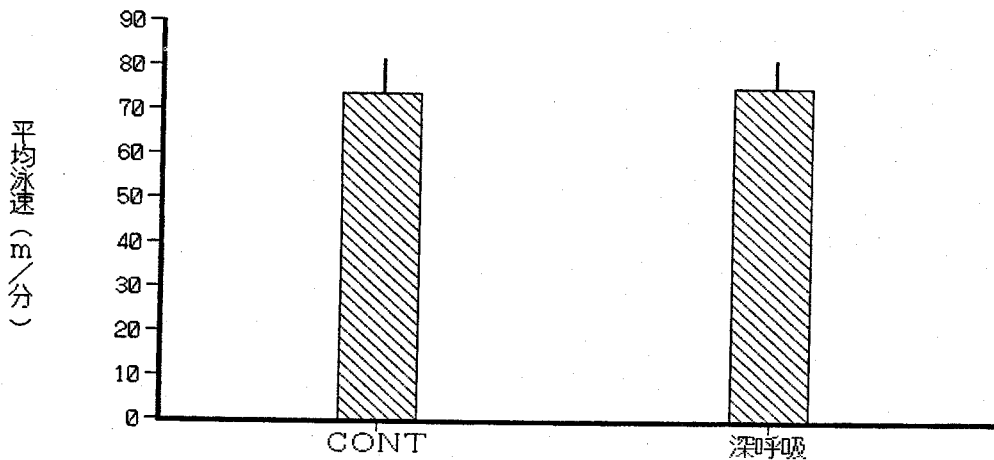


図2 深呼吸条件の有無と50mクロール泳の平均泳速の関係 ($n = 16$)

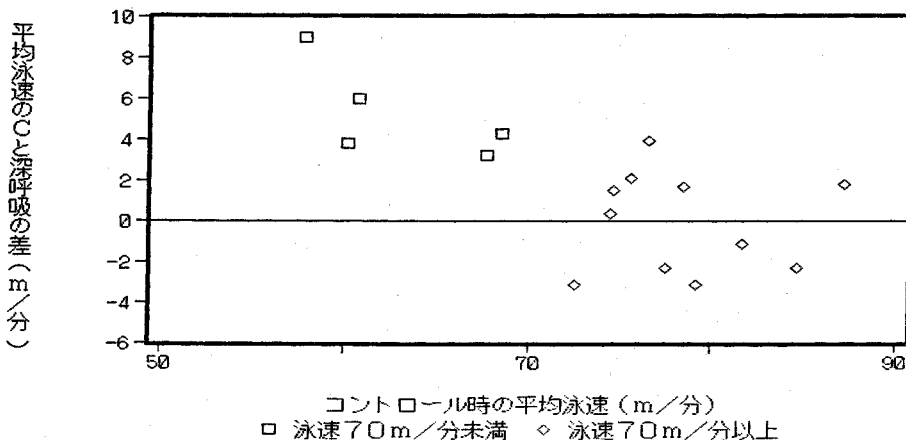


図3 コントロール時の50m平均泳速 (V_c) とその深呼吸条件時の泳速 (V_d) との差 ($\Delta V = V_d - V_c$) の関係 ($r = -0.714$ $p < 0.001$ $n = 16$)

図3は、コントロール時の50m平均泳速 (V_c) と、その深呼吸条件時の泳速 (V_d) との差 ($\Delta V = V_d - V_c$) の関係について示している。コントロール時の50m平均泳速 (V_c) と、その深呼吸条件時の泳速 (V_d) との差 ($\Delta V = V_d - V_c$) の間には、負の相関関係が統計的に有意に認められた ($r = -0.714$ $p < 0.001$)。すなわち、コントロール時の50m平均泳速 (V_c) の遅い被験者ほど、深呼吸条件時の泳速 (V_d) が速くなったという結果であった。

図4は、深呼吸条件の有無と、血中乳酸値との関係について、安静時と50mクロール泳後の測定条件別に示している。安静時の血中乳酸値は、コントロール時に12.9mg/dl ($SD \pm 3.8$)、深呼吸条件では11.7mg/dl ($SD \pm 3.0$) と、二つの条件間には統計的な有意差はなかった。また、50mクロール泳後の血中乳酸値は、コントロール時に72.6mg/dl ($SD \pm 8.9$)、深呼吸条件では77.5mg/dl ($SD \pm 9.3$) で、安静時と同様に二つの条件間には統計的な有意差はなかった。

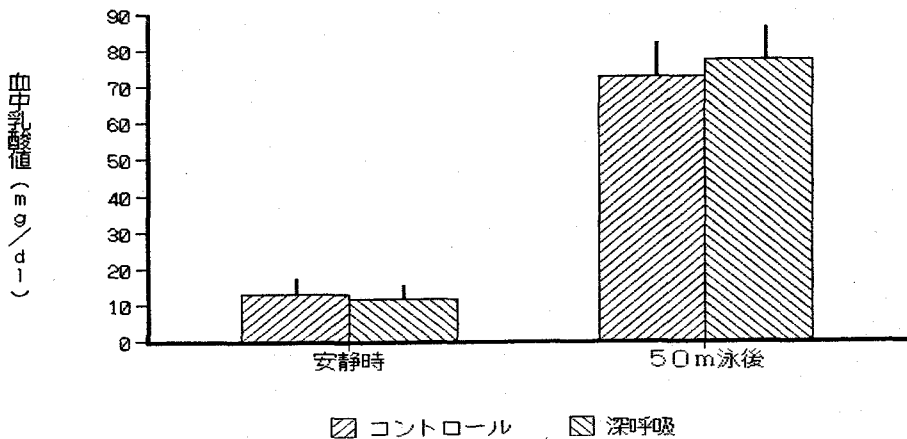


図4 深呼吸条件の有無と血中乳酸値との関係 ($n = 16$)

図5は、50mクロール泳における深呼吸条件の有無による平均泳速差 ($\Delta V = V_d - V_c$) と、コントロール時の50mクロール泳後血中乳酸値 (LA_c) とその深呼吸条件時の血中乳酸値 (LA_d) との差 ($\Delta LA = LA_d - LA_c$)、すなわち、深呼吸の有無の条件間における50mクロール泳の平均泳速差 (ΔV) と、水泳後血中乳酸値の差 (ΔLA) の関係について示している。平均泳速差 (ΔV) が増加した被験者は、血中乳酸値の差 (ΔLA) も増加を示している傾向があった。

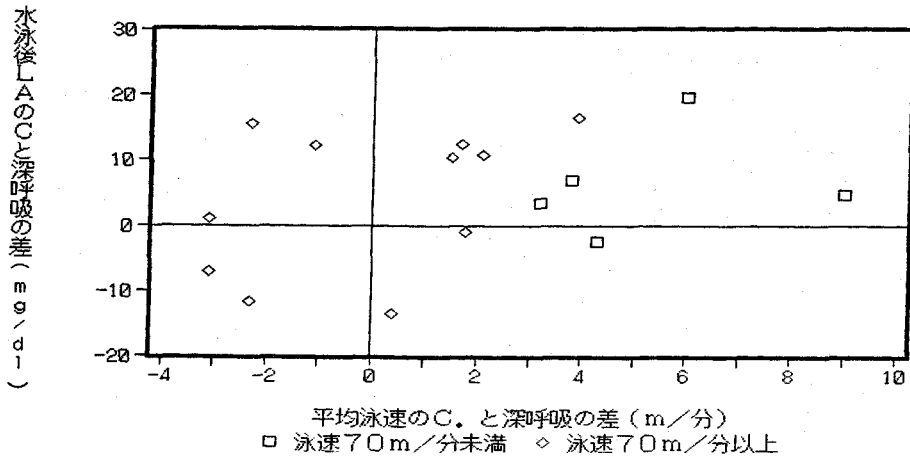


図5 深呼吸の有無の条件間における50mクロール泳の平均泳速差 ($\Delta V = V_d - V_c$) と水泳後血中乳酸値の差 ($\Delta LA = LA_d - LA_c$) の関係 ($n=16$)

IV 考 察

本研究では、深呼吸による CO_2 クリアランスが、水中でも息こらえ能力を向上させるのかどうかを明確にし、さらに50m泳のスタート前に深呼吸を行なわせ、泳速や血中乳酸を測定することで、スタート前の深呼吸が水泳指導上の補助手段となり得るかを検討した。

1. 息こらえ時間

息こらえ時間について、図1の結果から、従来の陸上での息こらえ時間²⁾では、深呼吸条件がコントロールよりも統計的に有意に長く、また、水中条件での息こらえ時間についても、深呼吸条件がコントロールよりも統計的に有意に長かった。このことから、深呼吸による CO_2 クリアランスが、陸上のみならず水中でも息こらえ能力を向上させることが認められた。また、息こらえ時間は、水中条件で陸上条件よりも短くなる傾向にあり、深呼吸条件における比較では、統計的にも有意に短かったことから、深呼吸による CO_2 クリアランスの息こらえ時間に対する延長効果が、水中では減少することが認められた。このことは、息こらえ時間に精神的要素が大きく作用するといわれていることから¹⁰⁾、水中という環境条件が精神的要素に影響を及ぼしているのではないかと推測された。

2. 深呼吸と50mクロール泳

深呼吸条件の有無と50mクロール泳の平均泳速の関係は図2の結果から、平均泳速は、コントロールと深呼吸の二つの条件間で、統計的な有意差が認められなかった。このことから、被験者全体については、深呼吸による CO_2 クリアランスが泳速を高める要因として

は考えられなかった。

しかしながら、コントロール時の50m平均泳速 (V_c) と、その深呼吸条件時の泳速 (V_d) との差 ($\Delta V = V_d - V_c$) の関係から (図3)、コントロール時の50m平均泳速 (V_c) の遅い被験者ほど、深呼吸条件時の泳速 (V_d) が速くなるという結果が認められた。このことから、初級者に近い泳速の遅い中級者の被験者ほど、深呼吸による CO_2 クリアランスが泳速を高める要因として考えられ、一般に初級者や中級者が対象である学校体育等での水泳指導において、深呼吸が指導の補助手段として効果があることが推察された。

深呼吸条件の有無と、血中乳酸値との関係については、安静時の血中乳酸値が、コントロールと深呼吸の二つの条件間で統計的に有意差はなく (図4)、安静時では、深呼吸による肺泡気 PCO_2 の低下が、生理学的に血中乳酸に及ぼす影響は認められなかった。また、50mクロール泳後の血中乳酸値においても、コントロールと深呼吸の二つの条件間には、安静時と同様に統計的な有意差はなかった (図4)。これらのことから、被験者全体については、深呼吸による CO_2 クリアランスが肺泡気 PCO_2 を低下させたことによる血中乳酸への影響は、安静時にもクロール泳運動後にも認めらず、深呼吸が血中乳酸値を変化させる要因としては考えられなかった。

しかしながら、深呼吸の有無の条件間における50mクロール泳の平均泳速差 (ΔV) と、水泳後血中乳酸値の差 (ΔLA) の関係から (図5)、平均泳速差 (ΔV) が増加している被験者は、血中乳酸値の差 (ΔLA) も増加する傾向があり、深呼吸によって平均泳速差を高めた被験者は、血中乳酸値も増加したことが認められた。Jacobsらの研究^{7), 8)} によって、血中乳酸値は、運動強度と相関があり、その指標として活用できることが報告されていることから、深呼吸によって水泳後の血中乳酸値が増加したコントロール時の50m平均泳速 (V_c) の遅い被験者は、運動強度も高くなったことが考えられ、このことから、深呼吸は、初級者に近い泳速の遅い中級者の被験者において、水泳中の制限呼吸の影響を緩和し、より頑張ることを可能にしたのではないかと推察された。この生理学的背景としては、「激しい作業中の息こらえの前に力いっぱい過換気を行っておくと、肺泡気 PCO_2 が20mmHgまで低下し、激しい作業中の息こらえは、けいれんや失神が起こるまで続けることができる。」というオストランドらの報告があげられる²⁾。

以上のことから、深呼吸による CO_2 クリアランスが、水中においても息こらえ能力を向上させ、50m泳のスタート前に深呼吸を行なわせることが、泳速の遅い被験者ほど、その泳速を高め、水泳中の制限呼吸の影響を緩和し、より一層の頑張りをもたらしことが認められ、一般に初級者や中級者が対象である学校体育等での水泳指導において、深呼吸が指

導の補助手段として効果があることが推察された。ただし、深呼吸を活用するときには、十分な指導と管理が必要であると考えられる。また、特に潜水競技などでは、長い深呼吸をして無理な潜水をすることで意識障害を引き起こしたとの報告^{4)・5)}があるので、潜水での深呼吸の活用方法は、避けるべきであろう。

V 結 語

本研究は、スタート前の深呼吸が水泳指導上の補助手段となり得るかを検討するために、年齢19歳から22歳までの健康な男子学生16名を被験者とし、深呼吸によるCO₂クリアランスが、水中においても息こらえ能力を向上させることを明らかにし、50mクロール泳のスタート前に深呼吸を行なわせ、平均泳速や血中乳酸値を測定することで、以下の結果を得た。

- (1) 深呼吸によるCO₂クリアランスは、陸上のみならず水中でも息こらえ能力を向上させたが、その息こらえ時間に対する延長効果が、水中では減少することが認められた。
- (2) コントロール時の50m平均泳速(V_c)の遅い被験者ほど、深呼吸条件時の泳速(V_d)が速くなるという結果が認められた。このことから、初級者に近い泳速の遅い中級者の被験者ほど、深呼吸によるCO₂クリアランスが泳速を高める要因として考えられ、一般に初級者や中級者が対象である学校体育等での水泳指導において、深呼吸が指導の補助手段として効果があることが推察された。
- (3) 深呼吸によって平均泳速差を高めた被験者は、血中乳酸値も増加したことが認められた。Jacobsらの研究によって、血中乳酸値は、運動強度と相関があり、その指標として活用できることが報告されていることから、深呼吸によって水泳後の血中乳酸値が増加したコントロール時の50m平均泳速(V_c)の遅い被験者は、運動強度も高くなったことが考えられ、このことから、深呼吸は、初級者に近い泳速の遅い中級者の被験者において、水泳中の制限呼吸の影響を緩和し、より頑張ることを可能にしたのではないかと推察された。

参考文献

- 1) D. A. アムブルスター、R. H. アレン、H. S. ビリングスレイ 共著 江橋慎四郎・宮下充正 共訳 初心者水を水に慣れさせる基礎技術 水泳教程 ベースボールマガジン社 pp25-31 1982

- 2) P. Astrand, K. Rodahl 共著 朝比奈一男・浅野勝己 共訳 VIII章 息こらえー潜水 オ
ストランド運動生理学 大修館書店 pp183 -188 1976
- 3) 調枝孝治 水泳の心理学 体育科教育 pp28-29 Vol. 6 1990
- 4) Craig A B, Jr. Causes of Loss of Consciousness during Underwater Swimming
J Appl Physiol 16:583 1961
- 5) Davis J H Fatal Underwater Breath Holding in Trained Swimmers J Forensic Sci
6:301 1961
- 6) 林 利八 新学習指導要領にみる水泳の位置づけ 体育科教育 pp 8-21 Vol. 6 1990
- 7) Jacobs I Blood Lactate; Implications for Training and Sports Performance
Sports Medicine 3:10-25 1986
- 8) Jacobs I, Schele R, Sjodin B Blood lactate vs. exhaustive exercise to evaluate
aerobic fitness Eur J Appl Physiol 54:151-155 1985
- 9) Karlsson J, Jacobs I, Sjodin B, Tesch P, Kaiser P, Sahl O, Karberg B Semi-automatic
blood lactate assay: Experiences from an Exercise Laboratory Int J Sports Med
4:52-55 1983
- 10) 真島英信 呼吸運動の化学的調節 生理学 文光堂 pp334-337 1978
- 11) 日本水泳連盟 編 水泳指導法 1-初心者指導法 水泳指導教本 大修館書
店 pp70-80 1975
- 12) 岡田和雄 水泳の教材価値を捉え直す 体育科教育 pp22-25 Vol 6 1990
- 13) 高橋五郎 自らチャレンジする水泳のカリキュラムの問題 学校体育 日本体育社 pp14
-17 Vol. 7 1990