

スタート前の深呼吸が水泳に及ぼす効果 (その2)

— クロールの泳速と面かぶりクロールの泳距離について —

栗林徹* 鎌田安久* 山下芳男* 伊藤章一*

(1991年12月7日受理)

The Effect on Swimming of Taking Deep Breathing Exercises Before Start (Part2)

— On the Swimming Speed of Crawl Strokes

and the Swimming Distance of No Breath Crawl Strokes —

Toru KURIBAYASHI*, Yasuhisa KAMADA *, Yoshio YAMASHITA*, Shoichi ITO*

保健体育専攻学生29名と専攻以外の学生104名を対象に、スタート前の深呼吸が50m・25mクロール泳のタイムと面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響について検討を行った。その結果、スタート前の深呼吸がクロール泳のパフォーマンスに及ぼす影響については、対象者の泳力が大きな要素となるが、泳力とともに時間的要素も深呼吸の効果に大きく関与していることが推察された。また、面かぶりクロールの泳距離は、対象者の泳力に関わらず深呼吸による向上が認められた。

スタート前の深呼吸による水泳のパフォーマンスの向上は、CO₂クリアランスにより一時的な耐乳酸性の向上が見られ、より多くの乳酸性酸素負債が可能になるためであることが示唆された。

[キーワード] 水泳指導 深呼吸 面かぶりクロール 泳速度 血中乳酸値

はじめに

初級者や中級者の段階の水泳指導では、呼吸は他の技術的要素と並んで重要な要素である^{5), 6)}。水泳での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¹⁵⁾。そのため、この制限呼吸に不慣れなことは、恐怖心や苦痛感を生み²⁾・¹⁴⁾、精神的余裕を無くし、フォームなどの技術的要素習得への影響も大きいと考えられている¹³⁾。初級・中級者を対象とした場合の制限呼吸にともなう水泳指導の困難さを改善する補助的手段として、前報¹⁰⁾では、本学保健体育専攻学生を対象に、スタート前の深呼吸が水泳のパフォーマンスの向上にどのように影響するかを検討した。その結果、深呼吸によりCO₂クリアランスがなされ¹⁾・¹²⁾、その後の息こらえ能力の高進が起こることが確認された。また、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すことが認められた。これらのことから、初級・中級者を対象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示唆された。

しかし、前報¹⁰⁾では、50m以上泳げる者だけを対象とした検討であり、水泳時の呼吸を完全には行えない初級者については検討していない。実際の指導の場面ではこのような初級者を対象とした場合に、特にスタート前の深呼吸が有効だと思われる。そこで、本研究では泳力の異なる被験者を対象として、スタート前の深呼吸がクロール泳のパフォーマンスに及ぼす影響について検討することにした。

また、息つきを行わない面かぶりクロールは、単なる水中での息こらえほどではないが、通常のクロール泳に比べ、深呼吸によるCO₂クリアランスの効果の現れやすいと推察される。そこで、スタート前に深呼吸を行った時と、行わなかった時の面かぶりクロールでの到達距離の比較検討を行い、CO₂クリアランスによる息こらえ能力の高進が水泳にどのように影響するかを検討した。

実験方法

実験Ⅰ 本学保健体育科専攻学生についての検討

被験者は、健康な本学保健体育専攻学生29名（男子：19名、女子：10名）である。（この中には、50mを泳げない者も含まれている。）被験者は男女別に無作為にAグループ14名（男子：9名、女子：5名）、Bグループ15名（男子：10名、女子：5名）の2グループに分けた。

実験Ⅰ-1・実験Ⅰ-2の各々を午前と午後に分け、間に十分な休息をはさみ一日で測定を行った。

実験Ⅰ-1 スタート前の深呼吸が50mクロール泳のタイムと泳直後の血中乳酸値に及ぼす影響について

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。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。実験はクロスオーバー法の手順に従い、午前中（一回目）にAグループは深呼吸なし（コントロール）の測定を、Bグループは深呼吸ありの測定を行い、午後（二回目）にはそれぞれ逆の測定を行った。深呼吸はスタート直前までの3分間、各自のペースで行わせた。

また、50mをクロールで完泳できなかった学生は6名おり、50mクロール泳のタイムが揃った被験者の数はAグループ12名（男子：8名、女子：4名）、Bグループ11名（男子：7名、女子：4名）であった。

測定項目は50mクロール泳のタイム、泳直後の血中乳酸値である。

血中乳酸値の測定は、微量分析法を用い¹¹⁾、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社製ラクトイトアナライザーで血中乳酸値を計測した。

実験Ⅰ-2 スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響

被験者には途中で息つきを行わないように指示し、可能な限り面かぶりクロールで長い距離を泳ぐことを要求した。スタート方法は、蹴伸びスタートを用いた。

都合により測定に参加できなかった男子1名を除き、28名を実験Ⅰ-1と同様の手順に従い、午前中（一回目）にBグループには深呼吸なし（コントロール）の測定を、Aグループには深呼吸ありの測定を行い、午後（二回目）にはそれぞれ逆の測定を行った。

実験Ⅰ-1と同様、深呼吸後の測定では、スタート直前までの3分間各自のペースで深呼吸を行わせた。

測定項目は面かぶりクロールの泳距離、泳直後の血中乳酸値である。

血中乳酸値の測定は、実験Ⅰ-1と同様に測定した。

実験Ⅱ 本学小学校教員養成課程の学生についての検討

実験Ⅱ-1 水泳が不得意な学生に対するスタート前の深呼吸が、面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響

被験者は専攻が保健体育でない健康な本学小学校教員養成課程の学生で、25mをクロールで完泳することのできない水泳が不得意な者14名（男子：2名、女子：12名）である。

実験Ⅰ-2と同様の課題として被験者には途中で息つきを行わないように指示し、可能な限り面かぶりクロールで長い距離を泳ぐことを要求した。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。

被験者は、最初に深呼吸なし（コントロール）での測定を行い、十分な休憩の後、二回目の測定を深呼吸ありで行った。深呼吸はスタート直前までの3分間、各自のペースで行わせた。

測定項目は面かぶりクロールの泳距離である。

実験Ⅱ-2 水泳があまり得意でない学生に対するスタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響

被験者は専攻が保健体育でない健康な本学小学校教員養成課程の学生で、25mをクロールで完泳できるが、50mは完泳できない、あまり水泳が得意でない学生11名（男子：3名、女子：8名）である。

実験Ⅱ-1と同様の手順として、被験者には途中で息つきを行わないように指示し、可能な限り面かぶりクロールで長い距離を泳ぐことを要求した。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。

被験者は、最初に深呼吸なし（コントロール）での測定を行い、十分な休憩の後、二回目の測定を深呼吸ありで行った。深呼吸はスタート直前までの3分間、各自のペースで行わせた。

測定項目は面かぶりクロールの泳距離である。

実験Ⅱ-3 スタート前の深呼吸が25mクロール泳のタイムに及ぼす影響

被験者にクロール泳法による25m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。被験者は専攻が保健体育でない健康な本学小学校教員養成課程の学生で、25mをクロールで完泳できるもの93名（男子：46名、女子：47名）である。被験者は名簿に従いAグループ43名（男子：22名、女子：21名）、Bグループ50名（男子：24名、女子：26名）の2グループに分けた。実験はクロスオーバー法の手順に従い、一回目にAグループには深呼吸なし（コントロール）の測定を、Bグループには深呼吸ありの測定を行い、十分な休息をはさんだ後、二回目にはそれぞれ逆の測定を行った。

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。深呼吸はスタート直前までの3分間、各自のペースで行わせた。

なお、各被験者の泳力について、アンケート調査と簡単な泳力測定を行った。

測定項目は25mクロール泳のタイムである。

統計処理

深呼吸による効果の検定は、実験Ⅰ-1・2、実験Ⅱ-3についてはクロスオーバー法の分散分析を行い¹⁶⁾、それ以外については、対応のある場合のt検定を行った。統計処理の有意性は危険率5%で判定した。

実験結果

1. 本学保健体育科専攻学生についての検討

1) スタート前の深呼吸が50mクロール泳のタイムと泳直後の血中乳酸値に及ぼす影響について実験Ⅰ-1において、2回の測定とも50mをクロールで泳げた23名について、タイムとタイムをもとに算出した平均泳速を分散分析した結果、深呼吸の効果について有意性は認められなかった。

図1には、横軸をコントロール時のタイム、縦軸を深呼吸時のタイムにとり、各被験者の結果を示した。タイムの平均値はコントロール時で男子45.3秒、女子48.7秒、男女合計46.5秒であり、深呼吸時には男子45.1秒、女子47.8秒、男女合計46.1秒であった。

また、泳後の血中乳酸値についても分散分析の結果、深呼吸の効果について有意性は認められなかった。

図2に、上記の23名以外の完泳できなかった6名について、50mクロール泳に要した時間(タイム)と泳直後の血中乳酸値の平均を示した。なお、事前に被験者には途中で泳ぎ

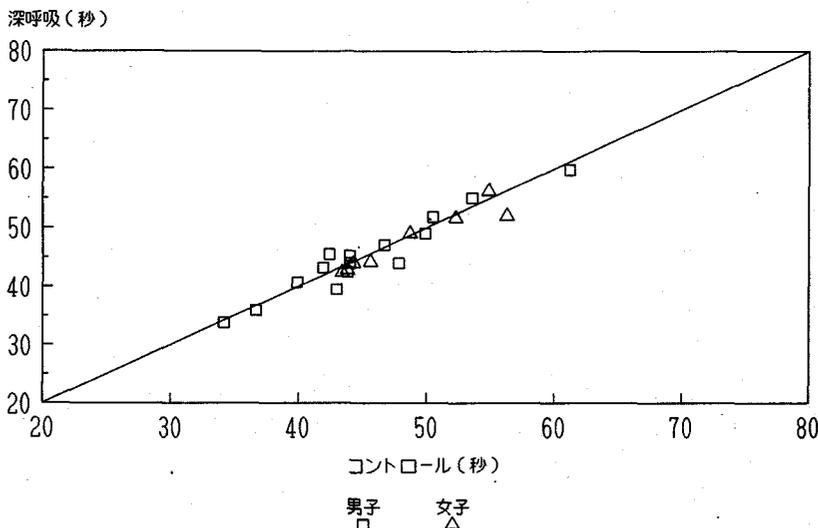


図1 スタート前の深呼吸が50mクロール泳のタイムに及ぼす影響 (N=23)

を中断して立った場合でも、速やかに泳ぎを再開し、最短時間で50mを泳ぐことを指示しておいた。

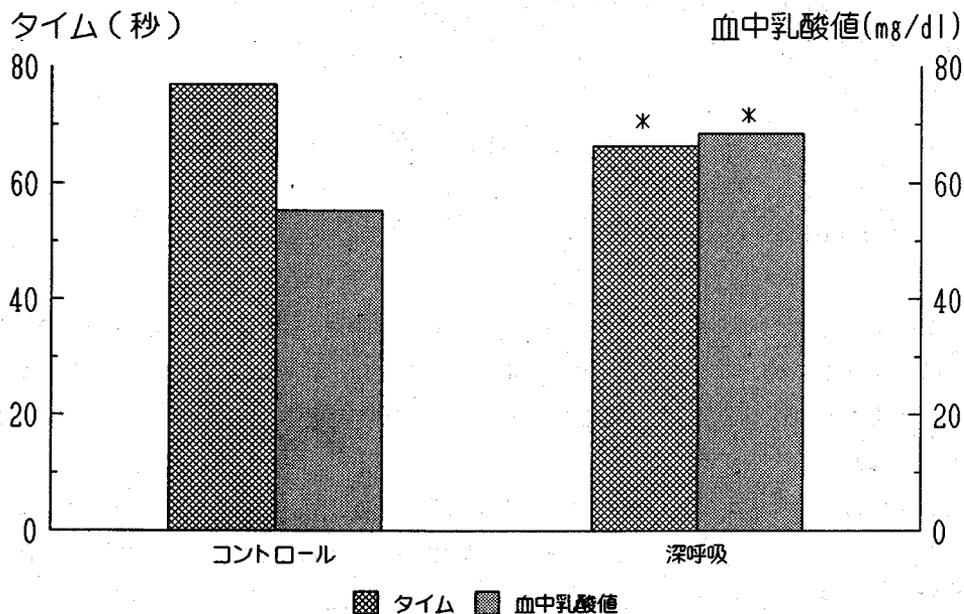


図2 スタート前の深呼吸が50mクロール泳に要する時間と泳直後の血中乳酸値に及ぼす影響 (N=6) * : $P < 0.05$

タイムの平均値はコントロール時76.9秒、深呼吸時66.4秒であり、スタート前の深呼吸により平均で10.5秒の有意な ($p < 0.05$) 短縮がみられた。また、泳直後の血中乳酸値の平均は、コントロール時55.3mg/dl、深呼吸時68.5mg/dlであり、深呼吸時の方が、平均で13.3mg/dlの有意な ($p < 0.05$) 高値を示した。

2) スタート前の深呼吸が、面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響について

実験 I - 2 において、面かぶりクロールの泳距離を分散分析した結果、深呼吸の効果に有意性が認められた。男女合計の面かぶりクロールの泳距離は、コントロール時は平均21.6mであったが、深呼吸時には平均25.4mで、その差の平均は3.8mで深呼吸時に高いパフォーマンスを示した。男女別では、コントロール時で男子23.9m、女子17.6mで、深呼吸時で男子26.0m、女子24.4mであり。コントロール時と深呼吸時の差の平均は、男子2.2mなのに対し、女子6.7mと女子の方に大きな差が見られた。(図3)

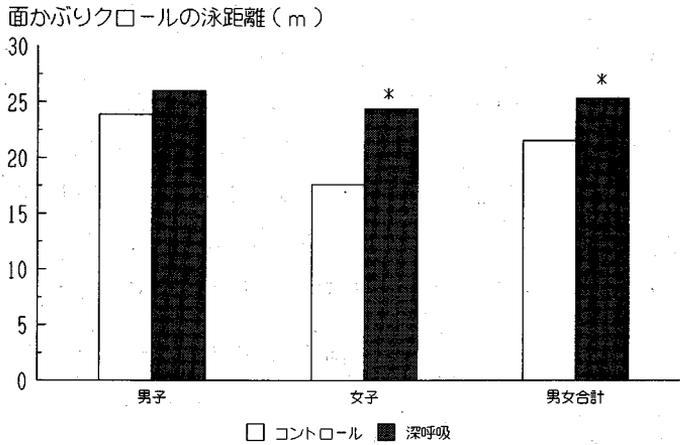


図3 スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響 (N=28)

*: P<0.05

また、泳直後の血中乳酸値についても、分散分析の結果、深呼吸の効果について有意性が認められた。男女合計の泳後の血中乳酸値は、コントロール時で39.2mg/dl、深呼吸時で44.6mg/dlで、その差の平均は5.4mg/dlで深呼吸時に高い乳酸値を示した。男女別では、コントロール時で男子42.3mg/dl、女子33.6mg/dlで、深呼吸時で男子44.7mg/dl、女子44.5mg/dlであり、コントロール時と深呼吸時の差の平均は、男子2.4mg/dlなのに対し、女子10.9mg/dlと女子の方に大きな差が見られた。(図4)

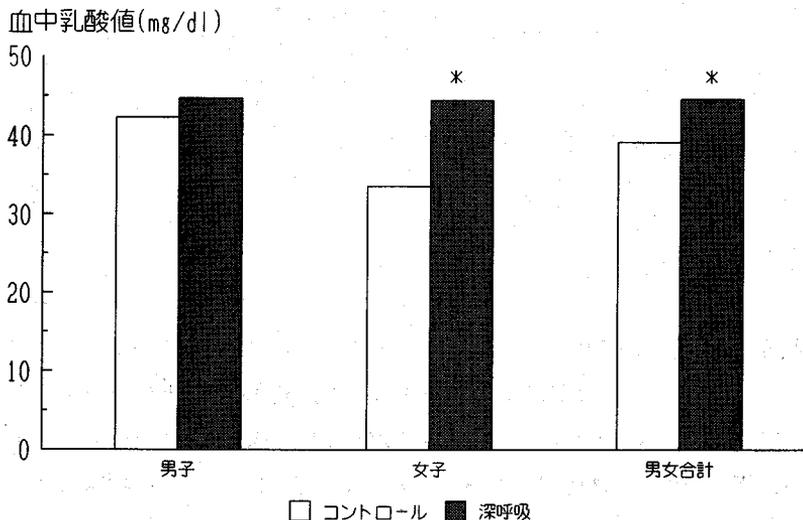


図4 スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳直後の血中乳酸値に及ぼす影響 (N=28)

*: P<0.05

3) 50mクロール泳・面かぶりクロール泳のパフォーマンスと泳直後の血中乳酸値との相関

実験Ⅰ-1と実験Ⅰ-2で、すべての結果が得られた22名（男子14名、女子8名）の被験者について、すべての測定結果の相関行列を求め、その一部を表1・表2に示した。表に示すとおり、50mクロール泳の能力と面かぶりクロールの泳距離には高い正の相関があり、面かぶりクロールの泳距離と泳直後の血中乳酸値にも高い正の相関が認められる。しかし、50mクロール泳能力と泳直後の血中乳酸値には有意な相関は認められない。

表1 50mクロール泳のタイム・泳速と面かぶりクロールの泳距離の相関 (N=22)

			面かぶりクロールの泳距離		
			コントロール	深呼吸	差
50 m ク ロ ー ル	タ イ ム	コントロール	-0.55	-0.61	NS
		深呼吸	-0.54	-0.59	NS
		差	NS	NS	NS
	泳 速	コントロール	0.62	0.70	NS
		深呼吸	0.62	0.68	NS
		差	NS	NS	NS

NS : 有意な相関なし

表2 面かぶりクロールの泳距離と泳直後血中乳酸値の相関（実験Ⅰ-2） (N=22)

		面かぶりクロールの泳距離		
		コントロール	深呼吸	差
血 乳 酸 中 値	コントロール	0.75	0.81	NS
	深呼吸	0.50	0.84	0.51
	差	NS	NS	0.74

NS : 有意な相関なし

また、図5の散布図は横軸にコントロール時と深呼吸時の面かぶりクロールの泳距離の差を、縦軸にコントロール時と深呼吸時の泳直後の血中乳酸値の差をとり、その相関($r=0.74$)を示したものである。面かぶりクロールの泳距離が長い者ほど泳直後の血中乳酸値が高い傾向にあり、深呼吸により泳距離に伸びがあった者ほどコントロールの時に比べ深呼吸時の血中乳酸値が高くなっている。

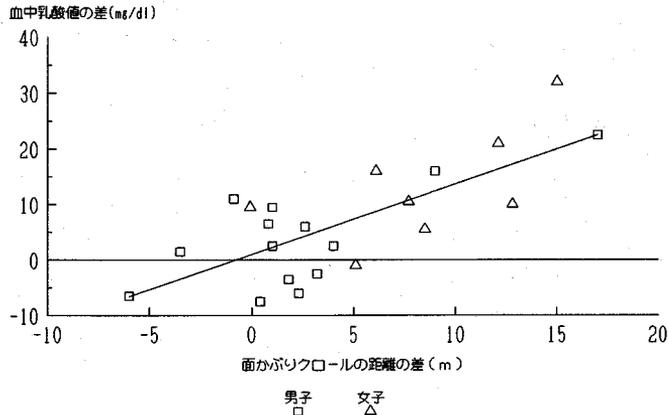


図5 面かぶりクロール泳距離の差と泳直後の血中乳酸値の差の相関

(N=22, r=0.739, $\hat{y}=1.27x+1.31$)

2. 本学小学校教員養成課程の学生についての検討

1) 水泳が不得意な学生に対するスタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響
 実験Ⅱ-1において、クロールで25mを完泳できない、水泳が不得意な学生を対象に、スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響について検討した。

泳距離の平均値はコントロール時14.0mであったが、深呼吸時15.6mと平均1.6mの泳距離の有意な(p<0.05)向上が認められた。

図6には、横軸にコントロール時での泳距離、縦軸に深呼吸時の泳距離をとり、各被験者の結果を示した。なお、二回目の測定が終わった後に、主観的にコントロール時と深呼吸時のどちらが苦しかったかを質問し、その結果も分かるように図示している。

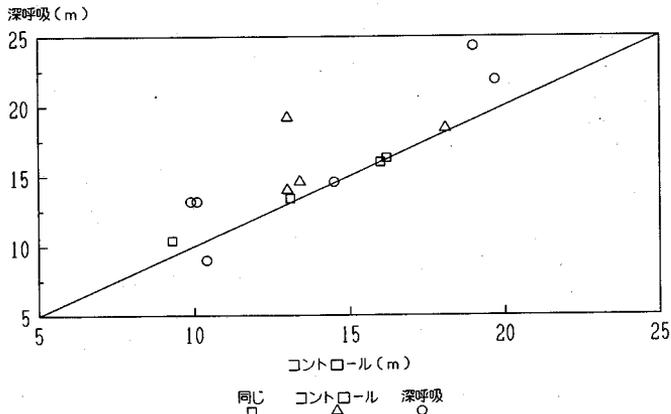


図6 水泳が不得意な学生に対するスタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響 (N=14)

2) 水泳があまり得意でない学生に対するスタート前の深呼吸が、面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響

実験Ⅱ-2において、25mをクロールで完泳できるが50mは完泳できない、あまり水泳が得意でない学生について、スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響について検討した。泳距離の平均値はコントロール時17.5mであったが、深呼吸時19.9mと平均2.3mの泳距離の有意な($p < 0.05$)向上が認められた。(図7)

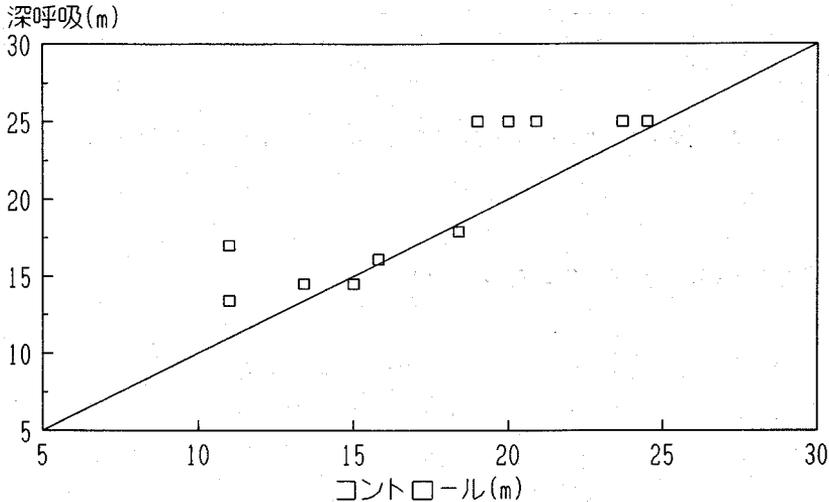


図7 水泳があまり得意でない学生に対するスタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響 (N=11)

3) スタート前の深呼吸が25mクロール泳のタイムに及ぼす影響

実験Ⅱ-3における25mクロール泳のタイムとタイムをもとに算出した平均泳速を分散分析した結果、タイムと泳速の両方について、深呼吸の効果の有意性が認められた。タイムの平均値はコントロール時で19.6秒、深呼吸時で19.3秒であった。泳速の平均値はコントロール時で79.0m/min、深呼吸時で80.2m/minであった。(図8・9)

実験Ⅱ-3の結果について、男女について別々に分散分析したところ、男子のタイムと泳速に深呼吸の効果に有意性が認められたが、女子については有意性は認められなかった。タイムの平均値はコントロール時で男子18.0秒、女子21.2秒で、深呼吸時は男子17.5秒、女子21.0秒であった。平均泳速は、コントロール時男子85.4m/min、女子72.7m/minであり深呼吸時は男子は87.3m/min、女子73.2m/minであった。(図8・9)

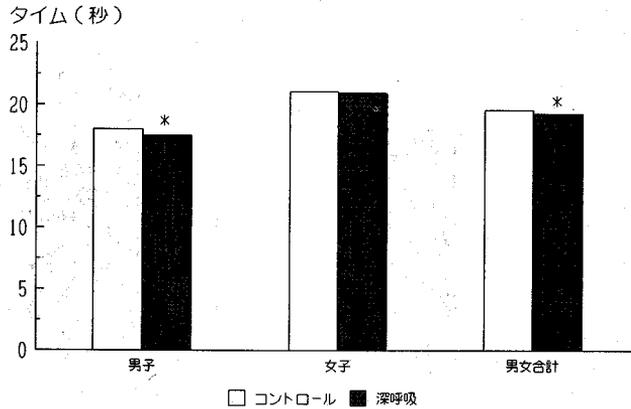


図8 スタート前の深呼吸が25mクロール泳のタイムに及ぼす影響 (N=93) *:P<0.05

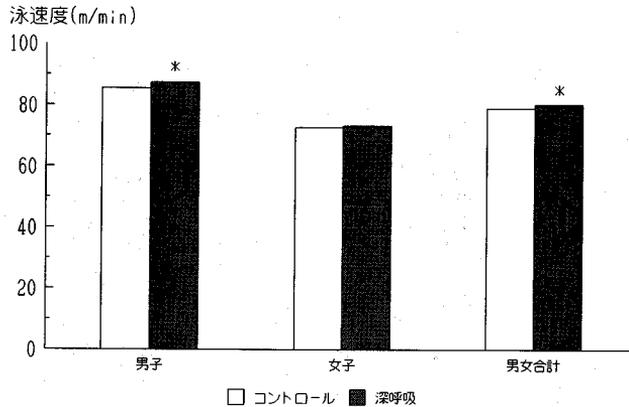


図9 スタート前の深呼吸が25mクロール泳の泳速度に及ぼす影響 (N=93) *:P<0.05

さらに、実験Ⅱ-3の被験者を50m以上クロールで泳げる群(男子:30名,女子:26名,計:56名)と50mをクロールで完泳できない群(男子:16名,女子:21名,計:37名)に分類し、それぞれの結果を別々に分散分析した結果、50m以上泳げる群で深呼吸による効果の有意性が認められたが、50mを完泳できない群では有意性が認められなかった。50m以上クロールで泳げる群のタイムの平均値はコントロール時18.1秒,深呼吸時17.8秒であった。泳速はコントロール時84.6m/min,深呼吸時86.1m/minであった。50m完泳できない群のタイムの平均値はコントロール時21.8秒,深呼吸時21.6秒であった。泳速はコントロール時70.4m/min,深呼吸時71.2m/minであった。(図10・11)

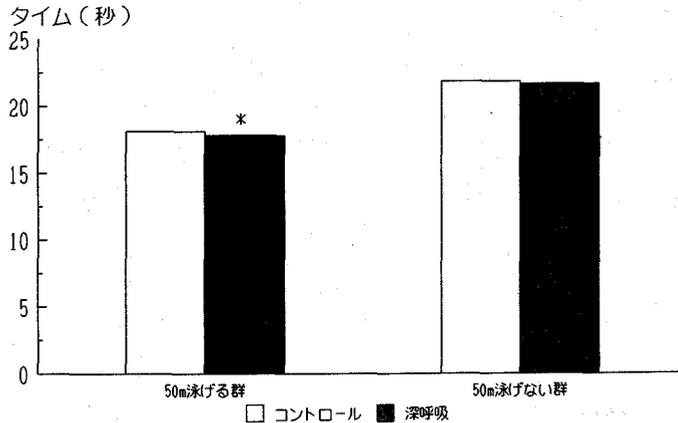


図10 スタート前の深呼吸が25mクロール泳のタイムに及ぼす影響 (N=93)
 —— 50m泳げる群と50m泳げない群に分けての検討 —— *P<0.05

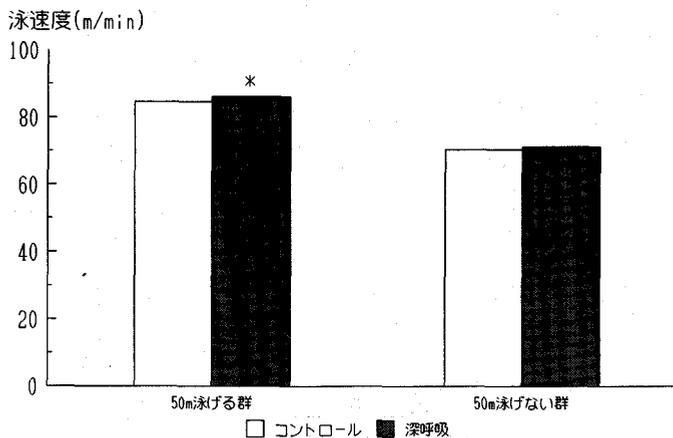


図11 スタート前の深呼吸が25mクロール泳の泳速度に及ぼす影響 (N=93)
 —— 50m泳げる群と50m泳げない群に分けての検討 —— *P<0.05

考 察

前報¹⁰⁾では、深呼吸によるCO₂クリアランスで、水中での息こらえ能力を高進させることができることが確認された。また、50mクロール泳のスタート前に深呼吸を行わせることが、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すことが示唆され、一般に初級者や中級者が対象となる学校体育等での水泳指導において、深呼吸が水泳指導の補助的手段として効果があることが推察された。そこで本研究は、深呼吸によるCO₂クリアランスが水泳指導上の補助的手段として有効であるかを、大学生のいろいろな技能レベルについて検討しようとしたものである。

また、前報¹⁰⁾において、深呼吸によるCO₂クリアランスは、水中で運動を行わない「ただの息こらえ」を行うのであれば明確な効果が認められた。しかし、50mクロール泳のパフォーマンスに効果があるかどうかについては明確に示せなかった。

そこで、われわれは息つきを行わない面かぶりクロールは、水中での「ただの息こらえ」程ではないが、通常のクロール泳に比べ、深呼吸によるCO₂クリアランスの効果を受けやすいという仮説をもち、スタート前に深呼吸を行った時と行わなかった時の息つきなしの面かぶりクロールでの到達距離の比較検討を行った。さらに、泳直後の乳酸値や50mクロールのパフォーマンスなどの関係から、深呼吸によるCO₂クリアランスが水泳指導の補助手段として効果あるものか、また、深呼吸によるCO₂クリアランスによる息こらえ能力の高進が水泳にどのように影響するかを検討することを目的とした。

1) 各技能レベルによる、スタート前の深呼吸がクロール泳に及ぼす影響

前報¹⁰⁾では、保健体育専攻学生について、50mクロール泳のスタート前の深呼吸について、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すことが示唆された。しかし、本研究の保健体育専攻学生についての50mクロール泳の検討(実験I-1)では分散分析の結果、深呼吸の効果に有意性は認められなかった。また、図1のとおり一様の傾向は認められなかった。しかし、実験I-1における泳力の劣る6名については、50m泳に要した時間は深呼吸により約15%の有意な減少を示した。それにともない泳直後の血中乳酸値も有意な上昇を示した。また途中中断の回数は6人の平均でコントロール時3.2回だったものが、深呼吸時1.1回と減少した。この6名の結果は、深呼吸によるCO₂クリアランスによって、より一層の頑張りをもたしたものと考えられる。

以上のことを総合すると、前報¹⁰⁾の結果を支持するとも支持しないとも言えることになる。しかし、深呼吸により個人によっては20%程度のパフォーマンスの向上が見られることがあり、プラシーボ(偽薬)効果も含め何らかの作用が存在すると考えられる。

実験II-3での、保健体育が専攻でない学生についてのスタート前の深呼吸が25mクロール泳のタイムに及ぼす影響については、タイム・平均泳速ともに分散分析の結果、深呼吸の効果について有意性が認められた。しかしタイムの向上は平均で0.27秒と僅かなものであった。

実験II-3での結果を、泳力により2群に分け分散分析した場合、泳力が高い群の方に有意性が認められた。この有意性の検出については、群の人数が大きく異なるなど、この結果を拡大解釈することは危険であるが¹⁰⁾、泳力の低い群の方がCO₂クリアランスの効果が現れやすいという考え方には否定的な結果であった。

実験Ⅰ-1の結果と実験Ⅱ-3の結果を総合して考える場合、対象者の泳力が大きな要素となるが、泳力とともに時間的要素（水泳の場合は距離）も深呼吸の効果に大きく関与すると考えられる。一般的に血中乳酸値を上昇させる乳酸性酸素負債をとまなう運動は、運動の強度とともに時間的要素によって決定される^{7), 8), 9)}。本研究での実験Ⅰ-1と実験Ⅱ-3では運動の時間がそれぞれ平均46.5秒, 19.6秒と異なるため、一概に比較することは困難であり、今後時間的要素を加味した実験で検討されることが望まれる。また、深呼吸を行う時間についても検討が必要と思われる。

2) スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響

実験Ⅰ-2の結果、面かぶりクロールの泳距離に及ぼす深呼吸の効果は有意なものあり、深呼吸により約3m（約15%）のパフォーマンスの向上が見られた。（図3）また、実験Ⅱ-1において、泳力の低い学生にも深呼吸により平均1.6m（約11%）の有意な泳距離の向上がみられた。（図6）さらに実験Ⅱ-2において、泳力のやや低い学生についても平均2.3m（約13%）のパフォーマンスの向上がみられた。（図7）

息つきを行わない面かぶりクロールは、水中での「ただの息こらえ」ほどではないが、通常クロール泳に比べ、深呼吸によるCO₂クリアランスの効果を受けやすいという仮説に対しては肯定的な結果が得られた。

実験Ⅰ-2の結果では、面かぶりクロールの泳距離の向上とともに、泳直後の血中乳酸値に有意な上昇がみられた。（図4）また、実験Ⅰ-1と実験Ⅰ-2の結果の分析では、泳距離と泳後の血中乳酸値に高い相関が認められている。（表1）このことは、面かぶりクロールでより長い距離を泳ぐためには、多くの乳酸性酸素負債が必要であることを意味している。さらに、コントロール時と深呼吸時の面かぶりクロールの泳距離の差と、コントロール時と深呼吸時の泳直後の血中乳酸値の差に高い相関($r=0.74$)が認められていることは、深呼吸によりCO₂のクリアランスが行われ、このことが面かぶりクロール泳中の耐乳酸性を高めているものと考えられる。

面かぶりクロールは水泳の導入段階でよく指導に用いられるものであり、クロールの基本的技術をマスターするのに大変優れた練習法である¹³⁾。図6では、面かぶりクロールの結果とともに、コントロール時と深呼吸時の測定のどちらが主観的に苦痛であったかを質問し、その結果もあわせて示した。被験者14名のうち12名に深呼吸による泳距離の向上がみられ、1名は同記録であり、1名は泳距離が低下した。主観的苦痛度を見ると、「同じ」と答えたものは4名で、ほとんど45°ライン上にあり、「コントロール」と答えたものは4名いるが、3名は明らかに深呼吸時に高いパフォーマンスを示している。「深呼吸時」と答えたものは6名であった。面かぶりクロールの練習を余裕をもって行う、また、

より長い距離を面かぶりクロールで練習したいという時には、泳ぐ前に深呼吸を行うことは効果があるものと推察される。

しかし、オストランドらは¹⁾、「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PCO₂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。」と述べている。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、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すとの報告^{3)・4)}もあるので、潜水での深呼吸の活用は避けるべきであろう。

ま と め

本研究では、泳力の異なる被験者を対象に、スタート前の深呼吸がクロール泳のパフォーマンスに及ぼす影響について検討し、スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響について検討し、さらに、泳直後の乳酸値とパフォーマンスの関係から、深呼吸によるCO₂クリアランスが水泳指導の補助手段として効果あるものか、また深呼吸によるCO₂クリアランスによる息こらえ能力の高進が水泳にどのように影響するかを検討することを目的とした。

健康な本学の保健体育専攻学生29名と専攻以外の学生104名を被験者とし以下の検討を行い、結果を得た。

- 1) 保健体育専攻学生を対象に、スタート前の深呼吸が50mクロール泳のタイムと泳直後の血中乳酸値に及ぼす影響についての検討を行ったが、深呼吸による効果に有意性は認められなかった。
- 2) 保健体育専攻学生を対象に、スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離と泳直後の血中乳酸値に及ぼす影響についての検討を行ない、深呼吸の効果に有意性が認められ、深呼吸により泳距離が向上した。また、泳直後の血中乳酸値と泳距離に高い相関が認められた。
- 3) 水泳が得意でない学生を対象に、スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響について検討を行い、深呼吸により泳距離の向上が認められた。
- 4) 専攻が保健体育でない学生を対象に、スタート前の深呼吸が25mクロール泳のタイムに及ぼす影響についての検討を行ない、深呼吸の効果に有意性が認められ、深呼吸により泳タイムの向上が認められた。
- 5) 以上のことにより、スタート前の深呼吸がクロール泳のパフォーマンスに及ぼす影響については、対象者の泳力が大きな要素となるが、泳力とともに時間的要素（水泳

の場合は距離)も深呼吸の効果に大きく関与していることが推察された。

- 6) また、スタート前の深呼吸が面かぶりクロールの泳距離に及ぼす影響については、対象者の泳力に関わらず深呼吸による効果が認められた。
- 7) スタート前の深呼吸による水泳のパフォーマンスの向上は、 CO_2 クリアランスにより一時的な耐乳酸性の向上が見られ、より多くの乳酸性酸素負債が可能になるためであることが示唆された。

参考文献

- 1) 朝比奈一男・浅野勝己訳：オストランド運動生理学。大修館書店，1976。
- 2) 調枝孝治：水泳の心理学。体育科教育，6：28—29，1990。
- 3) Craig A B. Jr. : Causes of Loss of Consciousness during Underwater Swimming. J. Appl. Physiol., 16:583, 1961.
- 4) Davis J H: Fatal Underwater Breath Holding in Trained Swimmers. J. Forensic. Sc., 6:301, 1961.
- 5) 江橋慎四郎・宮下充正訳：水泳教室。ベースボールマガジン社，1982。
- 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，6:8—21, 1990。
- 7) 伊藤朗編著：図説・運動生化学入門，医歯薬出版，1987。
- 8) Jacobs I: Blood Lactate; Implications for Training and Sports Performance. Sports Medicine, 3:10—25, 1986.
- 9) Jacobs I, Schele R, Sjodin B: Blood lactate vs exhaustive exercise to evaluate aerobic fitness. Eur. J. Appl. Physiol., 54:151—155, 1985.
- 10) 鎌田安久，栗林徹，出口敦美，山下芳男：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——，岩手大学教育学部付属教育実践研究センター研究紀要，1:375—383，1991。
- 11) Karlsson J, Jacobs I, Sjodin B, Tesch P, Kaiser P, Sahl O, Karberg B: Semi-automatic blood lactate assay: Experiences from an Exercises Laboratory. Int. J. Sports Med., 4:52—55, 1983.
- 12) 真島英信：生理学。文光堂，1978。
- 13) 日本水泳連盟編：水泳指導教本。体修館書店，1975。
- 14) 岡田和雄：水泳の教材価値を捉え直す。体育科教育，6:22—25，1978。
- 15) 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，7:14—17, 1990。
- 16) 竹内啓監修：SASによる実験データの解析。東京大学出版会，1989。