

一般女子大学生におけるクロール泳時の呼吸時の顔の方向が 鼻腔内圧に及ぼす影響

Effect of Breathing Direction during Front Crawl Swimming on the Intranasal Pressure
in Female Collegiate Recreational Swimmers

金沢 翔一 (日本女子体育大学)

森山進一郎 (日本女子体育大学)

北川 幸夫 (日本女子体育大学)

抄録

本研究は、競技経験のない一般女子大学生10名を対象にクロール泳における呼吸時の顔の向きが呼吸時の鼻腔内圧および泳パフォーマンス関連指標に与える影響を明らかにすることを目的とした。試技は、1ストロークサイクルに1回の割合で顔の向きが「横方向」および「後方向」を意識した25mクロール泳を各1回ずつ、計2回とした。測定項目は、鼻腔内圧 (INP) ならびに泳パフォーマンス関連指標としての泳速度 (V)、ストローク頻度 (SR) およびストローク長 (SL) とし、さらに試技後に呼吸しやすかった向きに関する自省調査を行った。鼻腔内圧の測定には圧力センサーつきカテーテルを用い、プール中央より7.5m区間における2ストロークサイクル分のデータを分析対象とした。その結果、鼻腔内圧ならびにすべての泳パフォーマンス関連指標に有意な差は認められなかったが、10名中7名が後方呼吸のほうが呼吸しやすいと回答した。以上より、競技経験のない一般学生のクロール泳における呼吸時の顔の向きは、鼻腔内圧や泳パフォーマンスに影響を及ぼさないことが示唆された。

1. 緒言

人が水に顔を浸けられることや息継ぎができることは、生命を守るためにも非常に大切なことである。未熟練者においては、泳いでいる時に十分に呼吸ができることは、水に対する恐怖心を克服すると同時に長い距離を泳ぐための重要な要素である。

まず息継ぎを習得する過程において、水中で息を止めることが呼吸を習得するための最初の段階である (Hara et al., 1999)。水中での息の止め方は、口を強く閉じている

もの、頬を膨らませるもの、逆に口を開いて呼吸をとめるものなどが報告 (原, 2005) されており、おもに嚙下反射を活用していると考えられている (Hara et al., 1999)。熟練者においては、鼻と口から吐き出す空気の量を無意識に変化させているが、未熟練者は、水中において空気を吐き出すことはしていない (Hara et al., 1999)。未熟練者が水泳の技術を向上させるには、水泳中や水中時に無呼吸をせずに適切な呼吸技術を身につける必要がある。特に熟練者のように意図的に気道を管理するには、パッとといった単語を発声することが適切であり、水泳における呼吸は呼吸動作において重要である (Hara et al., 2010)。

背泳ぎを対象とした報告では、未熟練者は、呼吸とストローク動作が不規則になっているが、熟練者では、呼吸とストローク動作が規則的なパターンであることが示唆されている (柴田ほか, 2005)。また、呼吸を意識させ泳法指導を行うと技能の向上に有効であるという報告もある (金沢ほか, 2015)。しかし未熟練者においては、呼吸動作を習得することが困難であることが知られている (原ほか, 2005)。とりわけ、クロール泳における呼吸動作習得は、学校体育で指導する教員や水泳の指導者からみても最も難しいとされている (出村, 1987; 下田ほか, 2008)。その原因は、顎を引き、首を左右に回す「非日常的な呼吸動作」であることが報告されている (合屋, 1999)。筆者の文献収集の範囲では、未熟練者に対する呼吸動作指導法は、横を向くことを意識させたもの (奥野, 2011)、後方向を向くことを意識させたもの (柴田, 2012)、および天井を向くことを意識させたもの (大貫, 2007; 平川, 2009) の3パターンが見られた。しかし、天井を向くことを意識させたものは、クロール泳における呼吸動作を習得するための教材やドリルといった位置づけで扱われる場合が多い (大貫, 2007; 平川, 2009)。ク

ロール泳の呼吸動作において続けて長く泳ぐことおよび速く泳ぐ場合においては、横方向を向くものと後方向を向くものの2パターンが一般的であると考えられる。しかし、これら2パターンの指導方法が「呼吸のしやすさ」および「泳ぎやすさ」に影響を及ぼすのかといった科学的根拠を示す研究は、筆者らの文献収集の範囲では見られなかった。これらの指導方法について科学的根拠を示すことは、今後のクロール泳の指導の現場での資料となるだろう。

そこで、本研究は、クロール泳における呼吸の時の顔の向きが鼻腔内圧および泳パフォーマンス関連指標に与える影響を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

被検者は、学校の授業のみで水泳を受けてきた一般女子大学生10名(身長: 1.58 ± 0.05 m, 体重: 51.3 ± 6.8 kg)とした。試技は、25mクロール泳とし、横方向(side breath以下, SB: プールサイドを見るように指示, 図1)を向くものと後方向(back breath以下, BB: 脇の下から後方を見るように指示, 図2)を向くものの計2回行った。なお、1ストロークあたり右側を向いて呼吸を1回するように指示し、毎回の呼吸について指示通りとなっているかどうかを測定検者が目視にて確認した。測定項目は、鼻腔内圧の上昇量(INP: kPa)、泳パフォーマンス関連指標(泳速度: V: m/s, ストローク長: SL: m, ストローク頻度: SR: Hz)および「どちらの方向が呼吸しやすかったか」という内省調査を行った。

鼻腔内圧の測定には、鼻孔口から5mm程度の部分に圧力センサー(SPC-464: Millre社製)を置き、テープで固定した(図3)。圧力センサーからの信号は、圧力変換機ならびにA/D変換機(Power-Lab 8sp, AD Instrument社製)を介してコンピューターに取り込み、分析ソフト(Chart, AD Instrument社製)を用いて25mプールのセンターラインを越えてからのノイズの含まれない2ストロークサイクル分の平均値を算出した。また、先行研究(Moriyama et al, 2014)を参考に、本研究における鼻腔内圧は、呼気による圧の変化を見るために最小値から最大値の変化量とした。

映像は、被検者の左側方のプールサイドに設置したビデオカメラ(HDR-CX700, SONY社製)を用いて、30fpsでプール中央のラインから壁側5mまでの7.5m区間を撮影した。V, SRおよびSLは、撮影された映像をもとにVideo Performance Monitor-Swim (VPM-II Swim, YSDI社製)を用いて同一検者によって3回ずつ計測し、中央値を分析対象とした。

測定値は、すべて平均値 \pm 標準偏差で示した。SBとBB間には、対応のあるt検定を用いた。統計には、

SPSS20.0 (IBM SPSS社製)を使用した。統計的有意水準は、危険率5%とした。



図1. SBの様子



図2. BBの様子

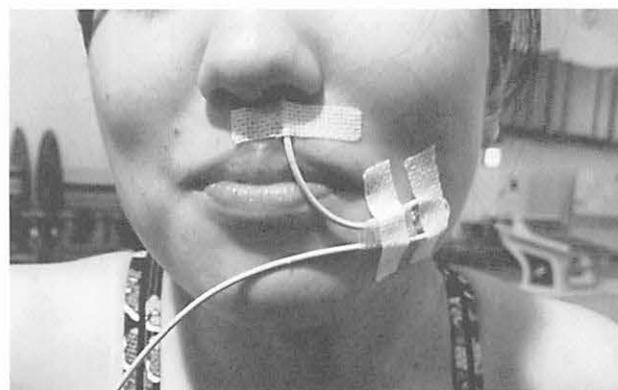


図3. 圧力センサーの装着図

III. 結果

図4から図7にINP, V, SLおよびSRを示した。INP (SB: 2.5 ± 0.5 kPa vs BB: 2.85 ± 0.78 kPa), V (SB: 0.7 ± 0.1 sec vs BB: 0.7 ± 0.1 sec), SL (SB: 1.8 ± 0.4 m vs BB: 1.8 ± 0.4 m)およびSR (SB: 0.4 ± 0.1 Hz vs BB: 0.4 ± 0.1 Hz)ですべての測定項目について、SBとBBとの間に有意な差は認められなかった。しかしながら、内省調査において、10人中7人の被験者が後方向のほうが呼吸しやすいという結果になった。また、呼吸様相はすべての被

験者において呼吸法による波形の形状的な変化はみられなかった。

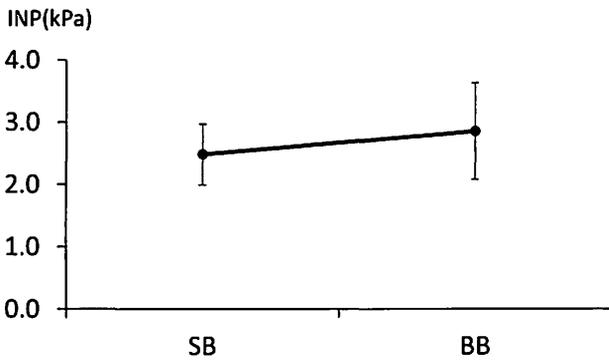


図4. INPの比較

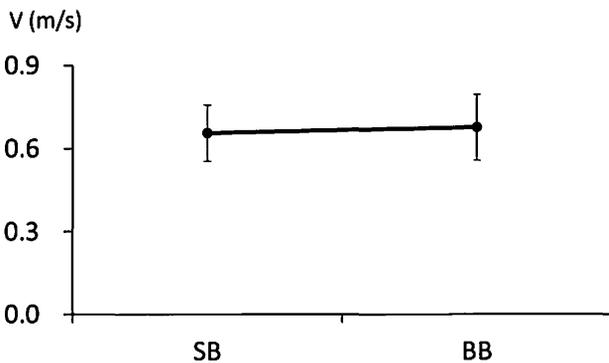


図5. Vの比較

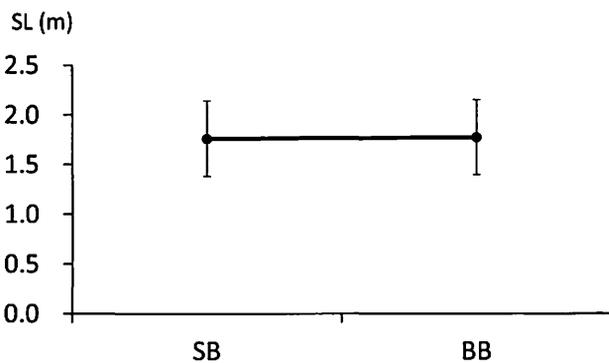


図6. SLの比較

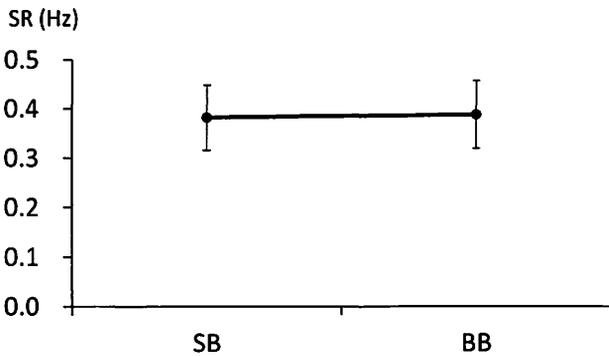


図7. SRの比較

IV. 考察

本研究は、クロール泳における呼吸のための顔の向きが呼吸時の鼻腔内圧および泳パフォーマンス関連指標に与える影響を明らかにすることを目的とした。本研究の結果から、呼吸のために顔の向きを変えても鼻腔内圧および泳パフォーマンス関連指標において有意な差は認められなかったが、内省調査において、10人中7人の被検者が後方向のほうが呼吸しやすいと回答した。

クロール泳において、パフォーマンスの指標である泳速度や泳効率を向上させるためには、大きな推進力を獲得すると同時に水の流れによって生じる抵抗を減少させることが重要となる (Maglischo, 2003)。水の流れに対して流線型となる姿勢、すなわち身体が水平姿勢を維持しながら前進することが求められる。

また、水泳は歩行動作および走動作のように周期的な運動であり、呼吸はストロークのリズムに影響を受ける (新関, 2012)。このように運動リズムと呼吸リズムが同期化する現象を Locomotor - respiratory coupling (以下、LRC とする) と呼ばれており、随意性の高い運動は、呼吸リズムへの影響が強いとされている (Bramble and Carrier, 1983)。脊椎損傷患者を対象とした場合には、歩行トレーニングを12週間実施した場合、歩行速度が10%速くなり、トレーニング前には見られなかったLRCが生じ、換気量が30%程度低下したという報告がある (Sherman et al., 2009)。柴田ほか (2005) や金沢ほか (2015) の報告も踏まえると、水泳においても呼吸を意識させることによって技能の向上に効果があることは、単に酸素を体内に取り入れるだけでなく、腕や脚の動作を円滑に動作されることにも役立つと考えられる。しかし、本研究結果より、BBとSBとのINPおよび泳パフォーマンス関連指標には有意な差は認められなかった。さらに、内省調査より7名が横方向よりも後方向の呼吸の方が容易であると回答しているものの、鼻腔内圧と同様に泳パフォーマンスへの変化は認められていない。以上の結果より、鼻腔内圧や呼吸動作のしやすさ自体は、未熟練者の泳パフォーマンスを向上させる因子とはなり得ない可能性が示唆された。この背景として、正確性やスピードを必要とする運動では呼気を、強さを必要とする運動では、吸気との対応が重要であると指摘されている (浅見・黒川, 1960)。しかし水泳は、呼気にいくつかのパターン (Aycock et al., 1932) はあるものの、大きな力発揮を伴わない運動であることや、周期的な運動であることが考えられる。今後被検者の数を増やしてさらに検討する必要がある。

呼吸のしやすさについて、柴田 (2012) によれば、クロールの呼吸動作は、体の軸を中心にして体をローリングさせることおよび抵抗をより小さくすることが重要である。

しかし、体の中心より内側および外側に手が入水すると抵抗が大きくなり楽に泳ぐことができないため、抵抗を小さくするためには肩の延長線に入水すると良いことを報告している。BBでは、後方向を向くことで体に軸ができ抵抗の少ない姿勢が自然とできたため、被験者は、BBの方が呼吸しやすいと感じたのかもしれない。しかし本研究においては、動作解析等を行っていないので、BBおよびSBの各試技における姿勢の違いやストロークの軌跡やキックのけり幅といった詳細動作までは、明らかにすることができなかった。また、BBにおける頸部屈曲の程度や顔が水中にあるニュートラルポジション中における頭頂部の位置について指示はしていない。BBにおける頸部屈曲の程度によって、主観的な呼吸努力感が変わる可能性もあると考えられる。BBおよびSBにおいても、頭頂部の位置によって、泳者の運動感覚に大きな違いが生じるため、SBの中にも多様な息継ぎ方法が混在する可能性もある。

今後、動作解析、呼吸中の頸部屈曲角度およびニュートラルポジションの設定を行うことで、呼吸時の方向がクロール泳中の姿勢に及ぼす影響などを明らかにする必要があるだろう。特に、動作分析による顔の水深位置を明確にすることは、鼻腔内圧のとりわけ最小値をより明確にできるかもしれない。

V. まとめ

本研究は、クロール泳における呼吸の時の顔の向きが呼吸時の鼻腔内圧および泳パフォーマンス関連指標に与える影響を明らかにすることを目的とした。その結果、BBおよびSB間において、すべての泳パフォーマンス関連指標およびINPに有意な差は認められなかったが、10名中7名が後方呼吸のほうが呼吸しやすいと回答した。以上より、競技経験のない一般学生のクロール泳における呼吸時の顔の向きは、泳パフォーマンスや鼻腔内圧に影響を及ぼさないこと、そして呼吸のしやすさはパフォーマンス以外の要因が影響している可能性が示唆された。

文献

- 浅見高明・黒川隆志(1960)動作と呼吸の関連について。キネシオロジー研究会編、身体運動の科学-II-身体運動のスキル。杏林書院、159-167。
- Aycock, T. M., Graaff, L. M. and Tuttle, W. W. (1932) An analysis of the respiratory habits of trained swimmers. *Res. Quart.* 3: 199-217.
- Bramble, D., M. and Carrier, D, R. (1983) Running and breathing in mammals. *Science* 219 (4582): 251-256.
- 出村慎一(1987)学童期における加齢に伴うクロール泳スピードの発達。金沢大学教育学部紀要 教育科学編、36: 273-282.
- 倉屋十四秋(1999)特集 子どもの動作 子どもの泳ぐ動作。体育の科学 49(2): 115-122.
- Hara, H., Onodera, S. and Shibata, Y. (1999) The Development of Measuring Nasal Pressure in Water. *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 135-139.
- Hara, H., Yoshioka, A., Matsumoto, N., Nose, Y., Watanabe, R., Shibata, Y. and Onodera, S. (2010) Analyses of Instruction for Breath Control While Swimming the Breaststroke. *Biomechanics and Medicine in Swimming XI*, 319-320.
- 原英喜・渡辺律子・柴田義晴・山本陽子・川上哲・川口雅史・花木敦(2005)息継ぎはどのように指導しますか?日本水泳水中運動学会2005年次大会論文集、58-59.
- 平川譲(2009)小学校体育・写真でわかる運動と指導のポイント 水泳。大修館書店。
- 藤井喜一(1990)ドル平泳法の科学性を追求する—水泳の実践研究はどこまで進んだか—。体育科教育 38(6): 39-41.
- 金沢翔一・森山進一郎・山縣慧子・北川幸夫・柴田義晴(2015)初級者における背泳ぎの呼吸に関する効果的な指導の一考察。東京体育学研究、6: 41-48.
- Maglischo, E. W. (2003) Reducing resistance. In: *swimming fastest*. Human Kinetics. pp. 43-64.
- Moriyama S, Kananazawa S, Yamagata K, Kitagawa Y, Hara H, Shibata Y (2014) Effect of different breathing rhythm on backstroke swimming. *Proceeding of the 1st Asia Pacific Conference on Coaching Asia-Pacific Conference on Coaching Science*, 123-124.
- 新関久一(2012)呼吸リズムと運動リズム。宮村実晴編、身体運動と呼吸・循環機能。真興交易(株)医書出版部、24-32.
- 奥野景介(2011)DVD完全レッスン!水泳4泳法。日本文芸社、東京。
- 大貫耕一(2007)新絵で見る 水泳指導のポイント①低・中学年。株式会社日本標準。
- Sherman, M, F, B., Lam T., Sheel A, W. (2009) Locomotor – respiratory synchronization after body weight supported treadmill training in incomplete tetraplegia: a case report. *Spinal Cord* 47: 896-898.
- 柴田義晴(2003)上達する!水泳。株式会社ナツメ社、東京。
- 柴田義晴・花木敦・細江文利(2005)背泳ぎの呼吸特性とその指導法に関する研究。体育科教育学研究、21(2): 21-30.
- 柴田義晴(2012)ゆったりクロールで長く、楽に泳ぐ!。ナツメ出版、東京
- 下田新・芹澤博一・山崎有希・後藤幸弘(2008)水泳学習における児童の「つまづき」の実態とその解決策。兵庫教育

大学教科教育学会紀要, 21 : 36-45.

連絡責任者

住所：〒157-8565 東京都世田谷区北烏山8-19-1

氏名：金沢 翔一

電話番号：03-3330-2810

E-mail : shoichi.kanazawa@jwcpe.ac.jp