

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：12604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16466

研究課題名(和文)水泳時の腹部引き込みおよび体幹筋群の随意同時収縮はパフォーマンスに影響するか？

研究課題名(英文)Effects of voluntary abdominal bracing and hollowing maneuvers during gliding and swimming on performance

研究代表者

森山 進一郎 (MORIYAMA, Shinichiro)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：60386307

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、水泳の初級者および上級者を対象に、ドローインおよびブレーシングの有無によるけのびおよびクロール泳パフォーマンスへの影響を比較・検討し、泳力レベルに応じた体幹部への意識の違いによる効果の検証ならびに水泳指導法提言への示唆を得ることを目的とした。その結果、けのびにおいてもクロール泳においても、体幹部意識の影響がパフォーマンスの有意な改善を引き起こすことはなかった。それゆえ、泳力レベルに関わらず、体幹部筋群にだけ意識を集中させるような指導法は泳パフォーマンス改善にはつながらないことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Present study aimed to examine the effects of voluntary B and H during gliding and swimming on performance. Subjects performed gliding using a towing machine with a constant force and 20m front crawl swimming with their maximal effort in B, H and normal condition (N). As this results, no significant differences were observed in V during gliding in both of groups. Additionally, there were not significant differences in V and IAP among conditions in competitive swimmers during swimming. In recreational swimmers, however, N was significant higher than H in V, and N and H was significantly lower than B in IAP. Taken together, these results suggest that voluntary contraction of trunk muscles would be no affect on gliding and swimming performance regardless in swimming performance levels.

研究分野：スポーツ方法学

キーワード：水泳 腹腔内圧 体幹

### 1. 研究開始当初の背景

体幹深層筋群の働きの一つに脊柱安定化のためのスタビライザーとしての役割がある (Norris; 1999)。近年では、「体幹トレーニング」に加えて「ドロイン (腹部の引き込み)」、「ブレイシング (体幹筋群の随意同時収縮)」や「腹腔内圧 (Intra-abdominal pressure; IAP)」といった体幹部の働きに関する専門用語が見られる書籍 (植森・石井; 2010, 金岡・小泉; 2013) も多く出版されるなど、体幹部の筋群は健康増進, 美容促進や競技力向上など非常に幅広い面から注目されている。

腹部の引き込み動作であるドロインは, 腹横筋の厚さを増大させ (Critchley; 2002), 仙腸関節の安定性を促進させる (Richardson et al; 2002)。加えて, 水泳においては身体を剛体化させて泳速度を高める (金岡・小泉; 2013) が, ダイナミックな動作では通常活動する多くの筋の活動を低下させて腹部の筋群の自然な同時収縮を妨げる可能性がある (Faries and Greenwood; 2007)。これに対し, ブレイシングは, すべての体幹筋群の同時活性化 (Allison et al; 1996, Wilson et al; 2005) または腹壁の横方向への広がり (Kennedy; 1980, Urquhart et al; 2005) と説明され, ドロインよりも動的な動作に対して適している (Faries and Greenwood; 2007)。これらの機能の違いを考慮に入れると, ドロインは特に泳技術の影響が少ない両腕を挙上するだけのけのび姿勢時の泳速度の向上につながり, ブレイシングは四肢を力強く安定して動かすことで泳パフォーマンスの向上が期待される。

### 2. 研究の目的

本研究では, ドロインおよびブレイシングが泳パフォーマンスに及ぼす影響について, 異なる泳技術を有する被検者間および似通った泳技術を有する被検者内で比較・検討し, 泳技術に応じた水泳指導法および水泳トレーニング法の立案に役立つ知見を得ることを目的とした。

この目的を達成するために, 初級者として一般学生を, 上級者として競泳選手をそれぞれ対象とし, 以下の研究課題を設定した。

**課題 1:** 水中けのび姿勢を対象に, 水泳用牽引装置を用いて 4 段階の牽引力で, ドロインおよびブレイシングの有無による泳速度および IAP の変化を検討すること。

**課題 2:** クロール泳を対象に, ドロインおよびブレイシングの有無による泳速度および IAP の変化を検討すること。

### 3. 研究の方法

#### 課題 1

被検者は, 日常的にトレーニングを継続しており, よく鍛錬された大学女子競泳選手 9 名 (身長,  $1.61 \pm 0.04$  m; 体重,  $53.1 \pm 3.7$  kg; 年齢,  $20.3 \pm 0.9$  yrs) と, 競泳選手

としての経験のない一般女子大学生 10 名 (身長,  $1.59 \pm 0.03$  m; 体重,  $56.7 \pm 5.1$  kg; 年齢,  $19.9 \pm 0.6$  yrs) とした。実験は, 屋内 25m プールにて行い, 随意的に体幹部筋群を同時に収縮させた条件 (ブレイシング), 随意的に体幹部筋群を引き込んだ条件 (ドロイン), そして特に体幹部筋群への意識をしない条件 (ノーマル) それぞれにおいて, 水泳用牽引装置 (Torrent™ E-rack™, Johnson Aquatic Ventures 社製) によって設定された 4 段階の牽引力 (40N, 53N, 80N, 116N) による 25m 牽引けのびとした。けのび姿勢は, 両腕を頭上に挙げて肘関節をできる限り伸展させた。測定項目は, 12.5m から 20.0m 区間における泳速度とした。なお, 泳速度は, 被検者を水中側面より撮影したビデオ映像 (30fps) のフレーム数による所要時間を当該区間の距離を除することで算出した。なお, 牽引装置はプール端壁上に設置したが, 専用のアタッチメントによって被検者の水中推進位置 (水面より 0.3~0.8m) のほぼ正面となる水面より 0.65m の水深位置より牽引した。また, 全ての試技は被検者を側面より撮影するために水中に設置したビデオ映像で確認し, 著しい姿勢の乱れがないこと, 適正な水深位置を維持している試技を分析対象として採用した。

#### 課題 2

被検者は, 日常的にトレーニングを継続しており, よく鍛錬された大学女子競泳選手 9 名 (身長,  $1.61 \pm 0.04$  m; 体重,  $53.1 \pm 3.7$  kg; 年齢,  $20.3 \pm 0.9$  yrs) と, 競泳選手としての経験のない一般女子大学生 9 名 (身長,  $1.59 \pm 0.03$  m; 体重,  $56.6 \pm 5.4$  kg; 年齢,  $19.9 \pm 0.6$  yrs) とした。実験は, 屋内 25m プールにて行い, 体幹部への意識は課題 1 と同じようにブレイシング, ドロインそしてノーマルとして, それぞれにおける最大努力による 20m クロール泳を実施した。測定項目は, 泳速度および IAP とした。泳速度は, 12.5m から 20.0m 区間を対象に当該区間の距離と所要時間より算出した。IAP は, カテーテル型圧力センサー (MPC-500, Millar 社製) を用いて測定した直腸圧によって評価し, 泳速度と同じ区間における安定した 2 ストロークサイクル分の平均値を分析対象とした。

### 4. 研究成果

#### 課題 1

競泳選手における異なる牽引力による泳速度は, 40N (ブレイシング;  $1.51 \pm 0.05$  m·s<sup>-1</sup>, ドロイン;  $1.51 \pm 0.09$  m·s<sup>-1</sup>, ノーマル;  $1.51 \pm 0.07$  m·s<sup>-1</sup>), 53N (ブレイシング;  $1.74 \pm 0.09$  m·s<sup>-1</sup>, ドロイン;  $1.77 \pm 0.10$  m·s<sup>-1</sup>, ノーマル;  $1.78 \pm 0.06$  m·s<sup>-1</sup>), 80N (ブレイシング;  $2.14 \pm 0.09$  m·s<sup>-1</sup>, ドロイン;  $2.14 \pm 0.10$  m·s<sup>-1</sup>, ノーマル;  $2.17 \pm 0.09$  m·s<sup>-1</sup>) および 116N (ブレイシング;  $2.60 \pm 0.09$  m·s<sup>-1</sup>, ドロイン;  $2.58$

$\pm 0.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ノーマル;  $2.60 \pm 0.09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) であり、牽引力と泳速度の間に有意な交互作用は認められなかったが、牽引力に有意な主効果が認められた。

また、一般女子大学生における同様の比較は、40N (ブレーシング;  $1.41 \pm 0.11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ドローイン;  $1.33 \pm 0.10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ノーマル;  $1.35 \pm 0.05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ )、53N (ブレーシング;  $1.59 \pm 0.08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ドローイン;  $1.59 \pm 0.11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ノーマル;  $1.59 \pm 0.05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ )、80N (ブレーシング;  $1.91 \pm 0.13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ドローイン;  $1.92 \pm 0.09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ノーマル;  $1.91 \pm 0.08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) および 116N (ブレーシング;  $2.30 \pm 0.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ドローイン;  $2.30 \pm 0.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ノーマル;  $2.28 \pm 0.10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) であり、競泳選手と同様に牽引力と泳速度の間に有意な交互作用は認められなかったが、牽引力に有意な主効果が認められた。

Maruyama et al (2015) は、本研究と同様の牽引装置を用いて、ある一定の牽引力の下で異なる呼吸様式による牽引けのびを比較したところ、下肢を沈める方向に作用するトルクの違いによって呼吸様式間に泳速度および抵抗係数ともに有意差を示したことを報告している。一方で、下永田ら(1998)は、けのび姿勢では姿勢の違いによる抵抗係数が体格差以上に大きな影響を及ぼすことを報告している。本研究では体幹部筋群への意識を変えたが、視覚的に見て被検者内の姿勢はほとんど変化していないかった。以上の知見と本研究より得られた結果より、本研究では牽引力に伴い泳速度が上昇したものの、体幹部筋群の随意的な収縮によって下肢を沈める方向に作用するトルクを変えたり、姿勢の著しい変化を生じたりせず、その結果として同じ牽引力における有意な泳速度の変化を生じなかったものと考えられる。また、以上の現象は、被検者のパフォーマンスレベルに関係せず、一定であることが推察された。

## 課題2

競泳選手においては、体幹部への意識の違いによる有意な泳速度の差 (ブレーシング;  $1.51 \pm 0.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ドローイン;  $1.50 \pm 0.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ノーマル;  $1.51 \pm 0.06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) は認められなかった。また、同じく IAP (ブレーシング;  $3.0 \pm 1.0 \text{ kPa}$ , ドローイン;  $2.7 \pm 0.8 \text{ kPa}$ , ノーマル;  $2.3 \pm 0.6 \text{ kPa}$ ) についても有意差は認められなかった。

一方、一般女子学生の泳速度は、ノーマル ( $0.87 \pm 0.10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) がドローイン ( $0.80 \pm 0.09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) よりも有意に高かったが、ブレーシング ( $0.82 \pm 0.10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) はドローインおよびノーマルとの間に有意差は認められなかった。IAP は、ブレーシング ( $3.4 \pm 0.7 \text{ kPa}$ ) がノーマル ( $2.9 \pm 0.8 \text{ kPa}$ ) およびドローイン ( $2.6 \pm 0.7 \text{ kPa}$ ) よりも有意に高かった。

課題2の結果より、クロール泳において随意的に体幹部への意識を変えることは泳者

のパフォーマンスレベルの影響を受けること、ならびに IAP の随意的な変化は泳者のパフォーマンスレベルに関わらず泳パフォーマンスに影響を及ぼさないことが明らかとなった。

陸上における随意的なブレーシングやドローインは IAP を高める (Tayashiki et al., 2016)。この陸上における IAP と体幹部筋群の随意的な収縮に見られる差異は、クロール泳においては一般女子学生にのみ一部見られた。よく鍛錬された競泳選手では、体幹部への意識の違いよりも、上肢や下肢の動作といった泳動作自体による影響を大きく受けることが示唆された。

以上の二つの課題を総じて、水泳時の体幹部深層筋群の随意的な収縮は、静的な姿勢保持(けのび)および動的な泳ぎ(クロール泳)ともに、パフォーマンスを改善するほどに影響しないことが示唆された。そのため、実際の指導現場において、競泳選手がパフォーマンスの決定要因として体幹部の重要性を挙げていたり、初心者指導において体幹部への意識を変えることで一定の成果を挙げられていたりすることを定量的に示した指導法につなげるためには、IAP にあわせてその他の泳パフォーマンスや体幹部筋群の活動に関係する要因も検討する必要があるだろう。

## <引用文献>

- Allison, GT., P. Godfrey, G. Robinson, EMG signal amplitude assessment during abdominal bracing and hollowing. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 8:51-57, 1996.
- Critchley, D. Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiother. Res. Int.* 7:65-75, 2002.
- Faries, MD., M. Greenwood, Core training: stabilizing the confusion. *Strength and conditioning journal* 29: 10-25, 2007
- 金岡恒治・小泉圭介; 2013 体が生まれ変わる「ローカル筋」トレーニング(神経と筋肉のつながりを促す最強メソッド) マキノ出版、128 ページ、東京
- Kennedy, B. An Australian programme for management of back problems. *Physiotherapy.* 66:108-111, 1980.
- Maruyama, Y., T. Yanai, Abdominal breathing manoeuvre reduces passive drag acting on gliding swimmers. *Sports Biomech.* 14:413-423, 2015
- Norris, CM, Functional load abdominal training: Part 1. *J. Body Work Mov. Ther.* 3:150-158, 1999.
- Richardson, CA., C. Snijders, JA. Hides, L. Damen, MS. Pas, J. Storm. The

relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. Spine. 27:399-405, 2002.

下永田修二、田口正公、田場昭一郎、青柳美由季、クロール泳における Active Drag の定量化の試み、福岡大学体育研究、28 巻、1998、65-79

Tayashiki, K., S. Maeo, U. Seiji, N. Miyamoto, H. Kanehisa, Effect of abdominal bracing training on strength and power of trunk and lower limb muscles. Eur J Appl Physiol. 116: 1703-1713, 2016

植森美緒・石井直方；2009，30 秒ドロイン！腹を凹ます最強メソッド、高橋書店、112 ページ、東京

Urquhart, DM., PW. Hodges, TJ. Allen, IH. Story. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. Man. Ther. 10: 144-153, 2005.

Wilson, JD., CP. Dougherty, ML. Ireland, IM. Davis, Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 13:316-325, 2005.

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

森山 進一郎、金沢 翔一、北川 幸夫、高橋 英幸、平野 裕一、柴田 義晴、異なる泳速度におけるクロール泳時の腹腔内圧および体幹筋活動の変化、東京体育学研究、査読有、7 巻、2016、13-18

森山 進一郎、金沢 翔一、北川 幸夫、柴田 義晴、競技経験のない一般女子学生のクロール泳における異なる速度による腹腔内圧および体幹筋活動の変化、体育測定評価研究、査読有、15 巻、2016、43-49

森山 進一郎、水泳時の腹腔内圧、ストレングス&コンディショニングジャーナル、査読無、22 巻、2015、13-20

〔学会発表〕(計 8 件)

吉田 結花、渡邊 泰典、若吉 浩二、森山 進一郎、一般大学生の泳パフォーマンスは牽引泳トレーニングで向上する、日本コーチング学会第 29 回大会兼第 11 回日本体育学会体育法法専門領域研究会 (2018)

森山 進一郎、鈴木 淳也、岩崎 領、碓氷 典諒、吉田 結花、柴田 義晴、牽引装置を用いたアシステッド泳が泳パフォーマンスに及ぼす影響、日本体育学会第 68 回大会 (2017)

Moriyama, S., S. Kanazawa, Y. Kitagawa, Y. Shibata, F. Ogita, Effects of voluntary abdominal bracing and hollowing maneuvers during swimming on IAP and performance, 22<sup>nd</sup> Annual congress of the European college of sport science (2017)

森山 進一郎、女性アスリートのトレーニングとコンディショニングの課題：大学女子競泳選手の指導現場から、早稲田大学スポーツ科学研究センター 女性アスリート育成・支援プロジェクト主催平成 28 年度スポーツ庁委託事業公開シンポジウム「女性アスリートのコンディショニングと栄養を考える」(2016)

Moriyama, S., S. Kanazawa, Y. Kitagawa, H. Hara, Effect on backstroke swimming performance by using two types of breathing rhythm in recreational swimmers, The 2<sup>nd</sup> Asia-pacific conference on coaching science (2016)

森山 進一郎、金沢 翔一、荻田 太、異なる泳速度によるバタフライにおける腹腔内圧の変化、日本トレーニング科学会 (2016)

Moriyama, S., S. Kanazawa, Y. Kitagawa, Y. Nagano, Y. Shibata, F. Ogita, Comparison of intra-abdominal pressure in maximal arm stroke, leg kick and whole body swimming, 21<sup>st</sup> Annual congress of the European college of sport science (2016)

Moriyama, S., S. Kanazawa, Y. Kitagawa, H. Natsui, Y. Shibata, F. Ogita, Effect of hand paddles on intra-abdominal pressure during maximal front crawl swimming, 20th Annual congress of the European college of sport science (2015)

〔その他〕

【雑誌記事】

森山 進一郎、泳ぐときの姿勢と、腹圧研究、月刊トレーニングジャーナル、2017、12 月号、12-15

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

森山 進一郎 (MORIYAMA, Shinichiro)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：60383607