

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K10905

研究課題名(和文)水泳選手におけるスイムエルゴメータを用いた高強度トレーニングの開発

研究課題名(英文)High-intensity swim ergometer training for competitive swimmers

研究代表者

下山 好充 (SHIMOYAMA, YOSHIMITSU)

新潟医療福祉大学・健康科学部・教授

研究者番号：20375364

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、水泳中の上肢運動をシミュレートさせた陸上での2つのタイプのスイムエルゴメータ(立位式および伏臥位式)を利用し、その高強度トレーニングのトレーニング負荷について筋電図測定および動作解析によって検討することを目的とした。その結果、立位式のスイムエルゴメータは、僧帽筋の筋活動が優位になるが上肢の筋群に対してバランスよく負荷をかけることができ、ベンチの上に伏臥位姿勢をとる伏臥位式エルゴメータは広背筋や腹直筋など特定部位の筋に負荷を与えられることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

競泳は下肢よりも上肢から発揮される推進力があるという特徴があるため、上肢筋群に対する高強度トレーニングが重要であると認識されているものの、科学的根拠に基づいた有益な情報がないため、指導者の経験に基づいてトレーニング内容が決定されているのが現状であった。今回、普段トレーニング現場で用いられている2つのタイプのスイムエルゴメータを筋電図測定および動作解析によって分析し、それぞれの特徴を明らかにできたことは競泳の指導現場において新たなトレーニング方法を提示できると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the training load of high-intensity training using two types of swim ergometers (standing type and prone posture type) that simulates upper limb movements during swimming by electromyographic measurements and motion analysis. The results showed that the standing swim ergometer can provide a balanced load to the upper limb muscle groups, although the trapezius muscle activity is more dominant than during swimming, and the swim ergometer in the prone posture can provide a load to the muscles in specific areas, such as the vastus lateralis and rectus abdominis muscles.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：競泳 スイムエルゴメータ

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

水泳競技は 50m から 1500m の距離種目で構成され、その競技時間は 20 秒から 15 分程度の間で行われ、上肢のストローク動作と下肢のキック動作によって推進する全身運動であるが、下肢よりも上肢から発揮される推進力が大きいという特徴がある。そのため、上肢筋群に対する高強度トレーニングが必要不可欠である。しかし、水中という特殊な環境で行われる種目であるため、運動中に出したパワーが直接的に推進力につながるわけではなく、動作によっては逆にパフォーマンスや泳効率に悪影響を与える危険性がある。研究開始当初、競技現場ではパフォーマンスや泳効率に与える悪影響を最小限にするため、水泳中の上肢運動をシミュレートさせた陸上でのスイムエルゴメータを利用した高強度トレーニングの重要性が叫ばれており、これらのトレーニング方法が提唱されていた。しかしながら、そのトレーニング方法は指導者の経験に基づいたものがほとんどであったため、科学的根拠に基づいてトレーニング方法を検討することでパフォーマンス向上に役立つ知見が提示できると期待された。

### 2. 研究の目的

本研究は、水泳中の上肢運動をシミュレートさせた陸上での 2 種類のスイムエルゴメータを用いた高強度トレーニングについて、筋電図測定、動作解析、アンケート調査を用いるもとで、筋活動量や筋活動の順序性および身体感覚の側面からそのトレーニング負荷について検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究では、上記の研究目的を達成するために、以下の 2 つの調査をおこなった。

#### (1) スイムエルゴメータおよび水泳中の筋活動計測および動作解析

大学水泳部に所属する 8 名の男子競泳選手を対象として、立位式スイムエルゴメータ：ST（図 1）、伏臥位スイムエルゴメータ：SB（図 2）、チューブ引き：TU（図 3）、およびバタフライ泳：Fly 中の表面筋電図計測を実施した。対象者はバタフライでの 25m 最大努力泳を行い、その時の平均ストローク頻度（Hz）を算出した。そして、全ての試技は、最大努力泳時におけるストローク頻度の 80%、90%、100%、110%で 10 ストローク、計 16 試技を行った。試技中はスイミングキャップ内に周期的に音を発する TEMPO TRAINER PRO (FINIS 社製) を装着し、周期音に合わせてストローク動作を行った。

試技中の筋活動計測のために、ワイヤレス表面筋電計（DL-591 Biolog2, S&ME 社製、サンプリング周波数 1000Hz）を尺側手根屈筋、尺側手根伸筋、上腕二頭筋、大胸筋、上腕三頭筋、三角筋（中央）、僧帽筋（頸部）、広背筋、腹直筋、脊柱起立筋の 10 筋に貼付して試技を実施した。



図1 立位式スイムエルゴメータ (ST)



図2 伏臥位式スイムエルゴメータ (SB)



図3 チューブ引き (TU)

## (2) 筋活動と対象者の身体感覚の関連性に関するアンケート調査

全試技が終了した後、対象者に各々の試技を終えての身体のきつさ、難しさ、手腕にかかる抵抗力、効率性、等によるアンケート調査を実施した。下門ほか(2012)が作成した大学競泳選手が泳技能改善時に重視している身体感覚の質問項目を参考に本研究用の11項目を作成した。対象者は、各質問項目の内容について試技後の身体感覚の程度を5段階評価「1:全くそうは思わない、2:あまりそうは思わない、3:どちらともいえない、4:少しそう思う、5:とてもそう思う」のいずれかに試技毎に回答した。

#### 4. 研究成果

##### (1) スイムエルゴメータおよび水泳中の筋活動パターン

筋活動量の結果より、3つの器具の中で全体的に最も高い筋活動量を示したのはSTであり、STは上肢・上肢帯の筋群を、バランスよく負荷をかけることができると示唆された(図4)。

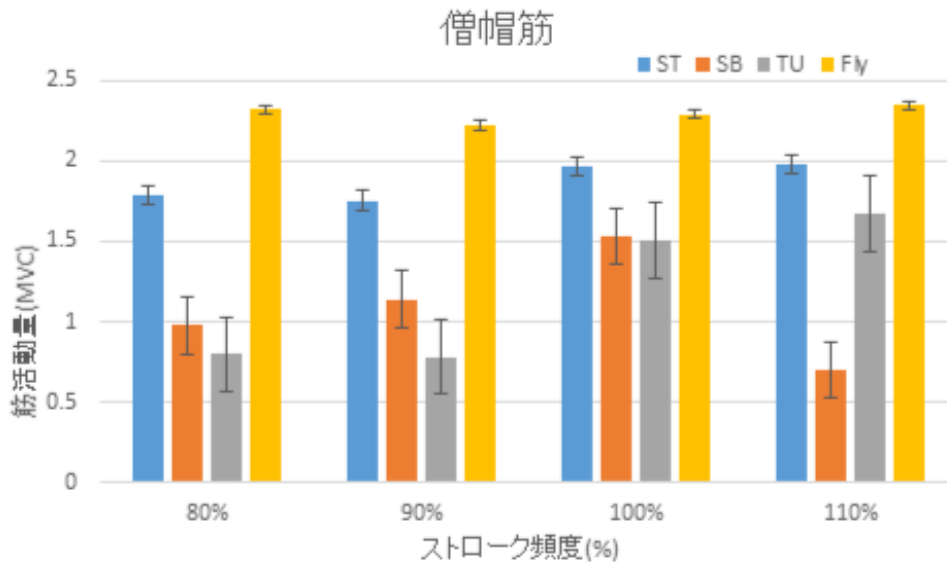


図4 僧帽筋における最大筋活動量(MVC)

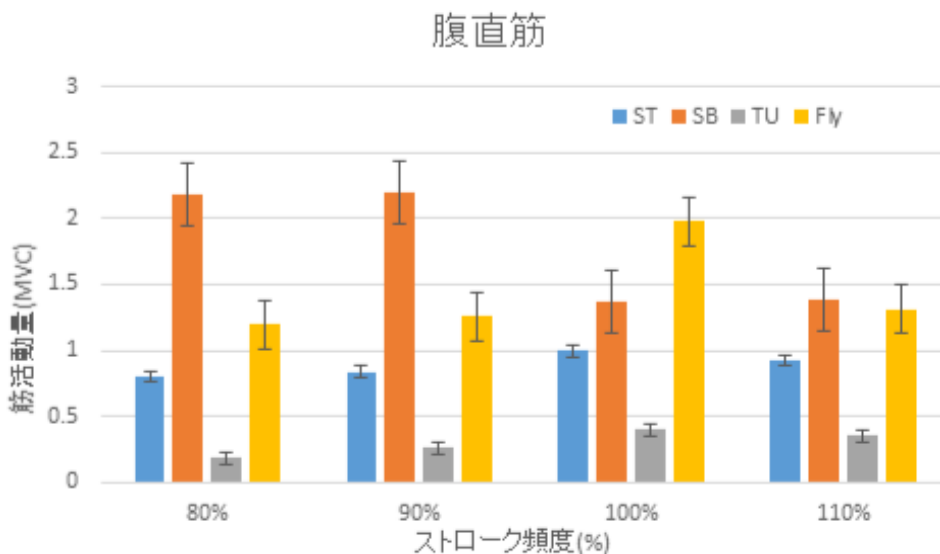


図5 腹直筋における(MVC)

SBは、腹直筋において、高い筋活動量を示した(図5)。SBは腹臥位姿勢で牽引するため、水平姿勢を保持するために腹直筋の活動量が高い値を示したとして考えられた。また、SBは1ストロークに要する時間の長さが、他の器具と比較して長いため、水中に近い姿勢で泳ぎを崩さずにトレーニングを可能とすることが示唆された。

TUでは、大胸筋と上腕二頭筋において、ストローク局面で2つの山なりが見られた(図6)。TUはゴムの張力負荷で、泳ぎに合わせてフォームを細かく確認しながら牽引できることがメリットとして挙げられ、ストローク局面のキャッチとフィニッシュ動作において筋活動を示していると考えられた。

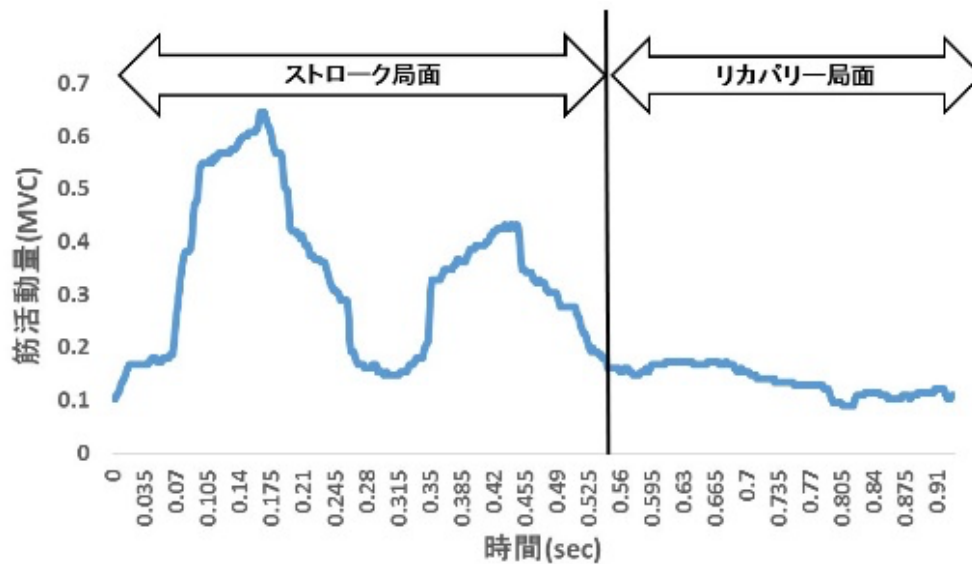


図6 TU 牽引時の1ストロークにおける大胸筋の筋活動 (MVC)

## (2) 筋活動と対象者の身体感覚の関連性

アンケート調査の集計結果から、きつさでは、SBは他の試技において最も低い評価であったが、SBの筋活動量も全体的に低いことから、筋活動と身体感覚は一致していることが認められた。SBは他の競泳練習器具と比べてきつさを感じずに、広背筋や腹直筋など特定部位の筋に負荷を与えられることが示唆された。ストロークをする時に、抵抗力（手腕にかかる負荷や水をとらえる抵抗）を意識できる項目の評価が高かったのはSTであったことから、STの特性である陸上で立位のまま水を押す感じに近い空気ファンを利用しながらトレーニングを可能とすることが要因として考えられた。また、肘から引きすぎないようになど手腕の関節角度に意識して動かせる項目の評価が全体的に高かったのはSBであり、腹臥位姿勢で低い強度の中、1ストロークに長い時間をかけてトレーニングを可能とするからであると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 下山好充
2. 発表標題 経験と科学的根拠に基づいたコーチング
3. 学会等名 第7回 ARIHHPコーチング・カフェ パフォーマンス向上のための科学（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下山好充
2. 発表標題 東京オリンピック・パラリンピック競技大会報告
3. 学会等名 2021年度日本水泳・水中運動学会年次大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下山好充
2. 発表標題 世界選手権メダル獲得への戦略
3. 学会等名 日本水泳連盟競技力向上コーチ委員会デベロップメントワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下山好充
2. 発表標題 新潟からトップアスリートを生んだトレーニング方法
3. 学会等名 日本水泳連盟水泳教師委員会スキルアップセミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下山好充
2. 発表標題 トップアスリート育成に関するIPW
3. 学会等名 第15回日本保健医療福祉連携教育学会学術集会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関