

令和 5 年 5 月 15 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11414

研究課題名(和文) アクアティックスポーツ競技における肢間協調能力の特徴について

研究課題名(英文) Limb coordination in Aquatic Sports

研究代表者

本間 三和子 (Homma, Miwako)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：80241800

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：アーティスティックスイミングにおけるパフォーマンスは、複層リズムの生成能力に大きく依存しているが、アーティスティックスイマーは音楽家、特にドラマーに比べてほとんど調査がなされていない。そこで、アーティスティックスイマーの複層リズム生成能力について、ドラマーや水球選手と比較し、アーティスティックスイマーの特徴を明らかにし、肢間協調と音楽の相互作用がスポーツにおける複層リズム生成能力にどのように影響するかを調査した。その結果、水中環境下で音楽に合わせて動作を行うアーティスティックスイミング特有のトレーニングが、複層リズム課題における肢間協調能力を高めることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アーティスティックスイミングは音楽に合わせてパフォーマンスを行うスポーツである。動きは音楽が追加されるとはるかに複雑になる。水上で行う腕や脚の動きは音楽に合わせて動かすが、その一方で、水中ではその水上の動作を可能にするために必要な推進力を発揮する動きを行う。したがって、アーティスティックスイマーの水上と水中の動きは目的が異なるため一致していない、もしくは同じリズムで動いていない可能性がある。アーティスティックスイマーの複層リズム生成能力の特徴を明らかにすることにより、肢間協調能力をさら改善するためのトレーニングを示唆でき、スポーツパフォーマンス向上につなげることができる。

研究成果の概要(英文)：Performance in artistic swimming is highly dependent on the ability to produce polyrhythmic, but artistic swimmers have been less investigated than musicians, especially drummers. Therefore, we compared the ability of artistic swimmers to drummers and water polo players to clarify the characteristics of artistic swimmers and to investigate how the interaction between limb coordination and music affects their ability to produce polyrhythmic in sports. The results suggest that training specific to artistic swimming, in which movements are performed to music in an underwater environment, enhances interlimb coordination ability in a multilayered rhythm task.

研究分野：水泳競技コーチング論

キーワード：アーティスティックスイミング選手 水球 肢間協調能力 リズム能力 複層リズム タッピング エグゼキューターキック 引き込み現象

1. 研究開始当初の背景

アーティスティックスイミングは音楽に合わせてパフォーマンスを行うスポーツである。動きは音楽が追加されるとはるかに複雑になる。水で行う腕や脚の動きは音楽に合わせて動かす。一方で、水中ではその水上の動作を可能にするために必要な推進力(浮上力)を発揮する動きが必要である。したがって、アーティスティック選手の水の上と水中の動きは目的が異なるため一致していない、もしくは同じリズムで動いていない可能性がある。

手足を独立して動作させることは、アーティスティック選手にとって不可欠なスキルである。しかし、先行研究で、人間の四肢間運動には自由度は1つしかなく、そのため四肢における動作がいずれかの四肢の動作へ引き込まれる、もしくはロックされる傾向があることが示唆されている(Kelso & Schöner, 1988)。言い換えれば、手足を繰り返して動かしていると、動作開始時に手足それぞれの動作における頻度が異なっても、最終的には同じ動きの頻度へと変化する。しかし、音楽やダンス、スポーツなどの高度な運動では、手足を独立して動かす必要がある(Sanders & Levitin, 2020)。異なる頻度で複数のタスクを同時に完了させることを複層リズム生成と呼ぶ。本論文においては、上下肢を2つ以上のリズムで同時に動かすタスク、およびアーティスティックスイミングのように異なる目的で上下肢を動かす条件下での複数の周波数でのタスクの両方を複層リズム課題と定義する。

先行研究によると、複層リズムの課題を遂行する能力は、音楽トレーニングによって向上することが示されている。高度なスキルを持った音楽家は、非音楽家よりも複層リズムの課題を正確にこなすことができることが報告されている。Krause et al. (2010) は、音楽家と非音楽家の間で外部刺激による四肢の協調を比較した。その結果、四肢それぞれを異なるリズムで協調させるドラマーは、他のタイプの音楽家よりも複層リズムでの肢間協調能力が優れている傾向があることを発見した。同様に、スポーツでも複雑な課題の達成のため異なる頻度で手足を動かす必要があるにもかかわらず、スポーツ選手のグループ間で複層リズムの生成能力を比較する研究は限られている。アーティスティック選手とは別に、水球は複層リズムの生成を選手に要求するスポーツの一つである。水中動作は水上での動きを支持する動作を行い、水上での動作はシュート、パス、ブロッキング、ディフェンスの動作を行う。このように、水球選手は、複層リズム生成を伴うが、音楽との同期がない練習を実施している。

アーティスティックスイミングにおけるパフォーマンスは、複層リズムの生成能力に大きく依存しているが、アーティスティック選手は音楽家、特にドラマーに比べてほとんど調査がなされていない。

2. 研究の目的

本研究では、エッグビーターキック課題におけるアーティスティック選手と水球選手の複層リズム生成能力および同調性を比較することを目的とした。アーティスティック選手は幅広い音楽のテンポに上肢のパフォーマンスを合わせる必要があるため、アーティスティック選手は水球選手よりも安定した動作パターンを示すという仮説が立てられた。

3. 研究の方法

アーティスティック選手 9 名と水球選手 9 名を対象に、自然なエッグビーターキック頻度を維持したまま、腕の円運動の頻度を変化させる課題(自然なエッグビーターキック頻度の 80% , 100% , 120%)を行わせた。腕と脚の引き込み現象を評価するために、腕と脚の平均頻度を 2 元配置分散分析 (ANOVA) を用いて分析した。

対象者は 2 種類のタスクを行うよう指示された。タスク 1 は、対象者が自分のペースでエッグビーターキックを行いながら、水面からの身体高(胸骨の上端)を最も快適に維持できる周波数として定義されるノーマルエッグビーターキック周波数を決定することであった。そのため、タスク 1 は脚の動きだけとした。一方、タスク 2 では、メトロノームのビートに同期して、片方の腕を水面上で円運動させながら、同時にエッグビーターキックを行うよう指示した。腕の円運動はメトロノームのビートに同期させ、脚のエッグビーターキック動作は固有振動数で維持させた。メトロノームの速度を、スロー、ノーマル、ファースト(それぞれエッグビーターキックの自然周波数の 80% , 100% , 120% と定義) の 3 つのテンポの間で変化させた。3 つのスピードを組み合わせて、1 セットの動きとした。

4. 研究成果

その結果、アーティスティック選手と水球選手は自然なエッグビーターキック頻度の変動係数に統計的に有意な差は認められず、2 つのグループのアスリートは、付加的なタスクを伴わない場合、同様に安定したエッグビーターキックを行うことができることを示した。エッグビーターキックは、アーティスティック選手と水球選手の両方にとって基本的なスキルである(Homma and Homma, 2005)。各アスリートは、競技中にエネルギー消費を最適化し、安定した揚力を提供するために、自分自身の自然で好ましいエッグビーターキック周波数を持っている。

る (Oliveira and Sanders, 2015). エッグビーターキックの周波数が安定していないと、アーティスティック選手や水球選手は体を安定した状態で維持できず、 unnecessary エネルギーロスを起こしてしまう。エッグビーターキックは複雑なタスクであるが、本研究では、アーティスティック選手と水球選手が自分のペースで一貫してこのテクニックを実行できることを示した。

しかし、エッグビーターキックに加えてメトロノームの拍子で腕の円運動を行った場合、グループ間で顕著な違いが現れた。アーティスティック選手は、メトロノームのリズムが異なる腕の円運動を同期させても、エッグビーターキックを自然な速度で一貫して行うことができた。一方、水球選手は、腕の円運動リズムを変化させた場合、同等の安定性でエッグビーターキックを行うことができなかった。これらの結果は、異なるリズムで指や足をタッピングする課題において、アーティスティック選手が水球選手よりも優れた複層リズム生成能力を持つという我々の先行研究と一致するものであった (Oliveira and Sanders, 2015)。

このことより、アーティスティック選手は水球選手よりも複層リズムにおける肢間協調能力が優れていることが明らかとなり、音楽を使ったアーティスティックスイミングのトレーニング経験が肢間協調能力を高めることにつながったと考えられた。

引用文献

Homma, M., & Homma, M. (2005). Coaching points for the technique of the eggbeater kick in synchronized swimming based on three-dimensional motion analysis. *Sports Biomechanics*, 4(1), 73-87. <https://doi.org/10.1080/14763140508522853>

Krause, V., Pollok, B., & Schnitzler, A. (2010). Perception in action: the impact of sensory information on sensorimotor synchronization in musicians and non-musicians. *Acta Psychol (Amst)*, 133(1), 28-37. doi:10.1016/j.actpsy.2009.08.003

Oliveira, N., & Sanders, R. H. (2015). Kinematic and kinetic evidence for functional lateralization in a symmetrical motor task: the water polo eggbeater kick. *Exp Brain Res*, 233(3), 947-957. <https://doi.org/10.1007/s00221-014-4166-8>

Sanders, R., & Levitin, D. (2020). *Towards an Understanding of Control of Complex Rhythmical 'Wavelike' Coordination in Humans*. <https://doi.org/10.20944/preprints202002.0340.v1>

Schöner, G., & Kelso, S. (1988). Dynamic Pattern Generation in Behavioural and Neural System. *Science (New York, N.Y.)*, 239, 1513-1520. <https://doi.org/10.1126/science.3281253>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Vathagavorakul Ravisara, Gonjo Tomohiro, Homma Miwako	4. 巻 15
2. 論文標題 The effect of experience in movement coordination with music on polyrhythmic production: Comparison between artistic swimmers and water polo players during eggbeater kick performance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0238197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0238197	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Vathagavorakul Ravisara, Gonjo Tomohiro, Homma Miwako	4. 巻 53
2. 論文標題 Differences in limb coordination in polyrhythmic production among water polo players, artistic swimmers and drummers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Motor Behavior	6. 最初と最後の頁 191 ~ 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00222895.2020.1748860	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 VATHAGAVORAKUL, R., GONJO, T., HOMMA, M., TAKAGI, H.
2. 発表標題 Differences in inter-limb coordination during polyrhythmic production between artistic swimmers with different levels of experience.
3. 学会等名 ECSS Virtual Congress (国際学会)
4. 発表年 2021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
---------	---------