

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：34303

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2023

課題番号：21K21268

研究課題名（和文）自転車トレーニングは伸張-短縮サイクル遂行機能を低下させるのか

研究課題名（英文）Does cycling training decrease the function of stretch-shortening cycle?

研究代表者

高橋 啓悟（Takahashi, Keigo）

京都先端科学大学・健康医療学部・嘱託講師

研究者番号：70910074

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、長期間の自転車トレーニングが伸張-短縮サイクル（SSC）機能に及ぼす影響を明らかにすることであった。自転車トレーニングの前後に、ホッピングテストを用いてSSC機能を利用した跳躍パフォーマンスと下腿三頭筋における筋活動を測定した。その結果、跳躍パフォーマンスはトレーニング前後で変化がみられなかったものの、跳躍パフォーマンスと筋活動（短潜時伸張反射活動）との関係については変化がみられた。これらの結果から、長期間の自転車トレーニングはSSC機能を低下させないものの、SSC運動時の神経筋活動を変化させ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

これまで長期間の自転車トレーニングは体力の維持・向上や障害予防の観点から検討されてきたが、本研究では自転車トレーニングがSSC機能にもたらす負の影響を検討した。その結果、自転車トレーニングはSSC運動時の神経筋活動を変化させることを示した。この知見は走動作や跳躍動作を伴う様々なスポーツにとって不可欠であるSSC機能を考慮した自転車トレーニングの開発に貢献するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to clarify impact of cycling training on stretch-shortening cycle (SSC) function. A hopping test used to measure jump performance utilizing SSC function and muscle activity in the triceps surae before and after cycling training. No change was observed in jump performance before and after training, but a change was observed in the relationship between jump performance and muscle activity (short-latency stretch reflex activity). These results suggest that cycling training does not reduce SSC function, but change neuromuscular activity during SSC exercise.

研究分野：体力学

キーワード：伸張-短縮サイクル 自転車運動 トレーニング 筋活動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

長期間の自転車トレーニングは有酸素性能力や筋力の向上に効果がある (Ruby et al., 1996, Martin et al., 1994)。他方で、我々のこれまでの研究では、一過性の自転車運動はSSC機能を低下させ、その後のランニングにおける酸素摂取量の増大といった負の影響をもたらすことが明らかとなっている (Takahashi et al., 2022)。さらに、このSSC機能の低下には運動負荷による代謝ストレスは関係せず、自転車運動そのものに起因することが示された (高橋ほか, 2020)。これらの知見を踏まえ、長期間の自転車トレーニングは体力の向上に効果がある一方で、SSC機能を低下させる可能性がある。走動作や跳躍動作は下肢の筋腱複合体が伸張した後に短縮するSSCを伴う運動であり (Komi, 2000)、SSCを効果的に利用することで運動時のエネルギー効率やパフォーマンスが向上する (Cavagna and Kaneko, 1977)。このように、SSC機能は走動作や跳躍動作を伴う様々な競技にとって不可欠な機能であるにもかかわらず、長期間の自転車トレーニングがSSC機能に及ぼす影響は明らかでない。

我々はこれまでに一過性の自転車運動がSSC機能を低下させる原因について検討してきた。その結果、SSC機能の低下には下腿三頭筋における伸張反射活動の変化が関係することが明らかとなった (Takahashi et al., 2019)。そこで本研究では、下腿三頭筋における伸張反射活動に着目して、長期間の自転車トレーニングがSSC機能に及ぼす影響を検討した。

2. 研究の目的

本研究では、長期間の自転車トレーニング後にSSC機能が低下するのか、低下するとすれば、それは下腿三頭筋における伸張反射活動の減弱が影響するのかを明らかにすることとした。

3. 研究の方法

(1) 対象者

自転車運動の運動習慣を有していないランナー9名を対象とした。なお、本研究は京都先端科学大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。

(2) トレーニング介入

3週間の自転車トレーニング介入を実施した。トレーニングは室内に設置されたサイクルエルゴメーター上で行い、トレーニングの運動強度、運動時間、運動頻度は、研究対象者の普段のトレーニング内容を考慮して設定した。介入の前後にジャンプテストを用いてSSC機能および下腿三頭筋における伸張反射活動を測定した。また、介入の前後に連続的漸増負荷テストを用いて有酸素性能力を測定した。

なお、自転車トレーニングの介入効果を検討するために、事前に研究対象者の通常トレーニング期間 (3週間) におけるトレーニング効果を検討した。その際、トレーニング介入と同様に通常トレーニング期間の前後に連続的漸増負荷テストとジャンプテストを行った。(図1)

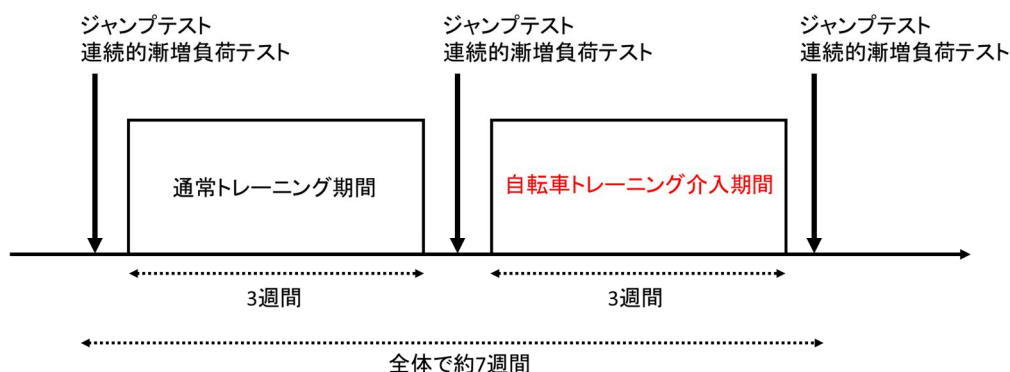


図1 実験概要

(3) ジャンプテスト

このテストでは、マルチジャンプテストを用いて、Reactive Strength Index (RSI) を評価した。最大下のSSC運動によるウォーミングアップの後、立位姿勢からその場で鉛直方向に6回連続する跳躍運動を2試技行った。対象者にはできるだけ接地時間を短く、かつ高い跳躍を行うよう指示した。

跳躍運動中の筋活動を評価するために、表面筋電図測定装置を用いて、跳躍運動中に計測した。被験筋は、大殿筋、外側広筋、内側広筋、大腿直筋、大腿二頭筋、腓腹筋外側、ヒラメ筋、前脛骨筋とした。

算出項目は、RSI (跳躍高を接地時間で除した値)、跳躍高、接地時間、滞空時間、筋活動量 (短潜時伸張反射活動)とした。短潜時伸張反射活動は接地後31から60 msecまでの局面とした。

(4) 連続的漸増負荷テスト

このテストでは、トレッドミルを用いてランニングにおける有酸素性能力 (最大酸素摂取量、酸素摂取水準、走の経済性) を評価した。ウォーミングアップを行った後、3分間の休息を挟み、その後、連続的に負荷を漸増させた。この走行は1分ごとに走速度を0.6 km/h漸増させた。走行の終了は、以下の条件のうち(a)を満たし、(b)、(c)、(d)のいずれかが満たされた時とした。(a) 酸素摂取量がプラトーに達している、(b) 呼吸交換比が1.10以上である、(c) 心拍数が (220-年齢) 以上である、(d) 主観的運動強度が19以上である。対象者あるいは研究責任者が運動継続困難と判断した場合、上記の基準に関わらず実験を終了した。

運動中のガス交換諸量は、自動ガス分析器を用いて運動中連続的に測定した。心拍数は、ハートレートモニタを用いて運動中連続的に測定した。主観的運動強度は、Borgの15段階スケールの日本語版を用いて運動中に問診した。

算出項目は、最大酸素摂取量、酸素摂取水準、走の経済性とした。

(5) 分析

トレーニング介入前後で有酸素性能力およびSSC機能を比較した。

トレーニング介入前後でのSSC機能と筋活動との関係を分析した。

4. 研究成果

RSIは自転車トレーニング後に低下がみられなかったものの (図2)、RSIとヒラメ筋における筋活動(短潜時伸張反射活動)との関係については、トレーニング前後で変化がみられた(図3)。これらの結果は、長期間の自転車トレーニングはSSC機能を低下させないものの、SSC運動時の神経筋活動を変化させることを示唆している。

長期間の自転車トレーニングがSSC機能に及ぼす影響に関する知見は、走動作や跳躍動作が含まれる様々なスポーツに対して、より効果的な自転車トレーニング方法の開発につながると思われる。また、これまでSSC機能に負の影響を与えるトレーニングは検討されておらず、本研究の知見はSSC機能を低下させないトレーニングの視点から、SSC機能を用いる様々な競技に貢献できるものと考えられる。

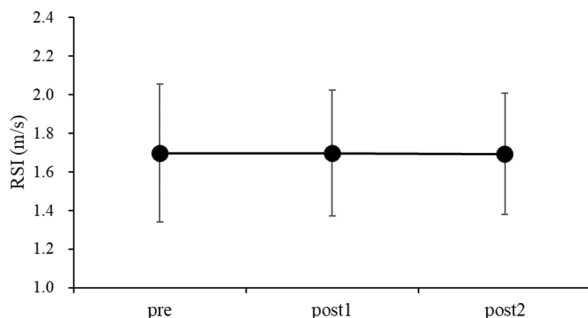
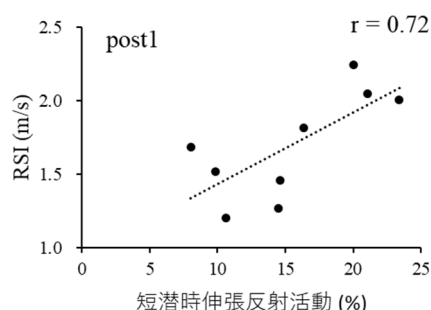
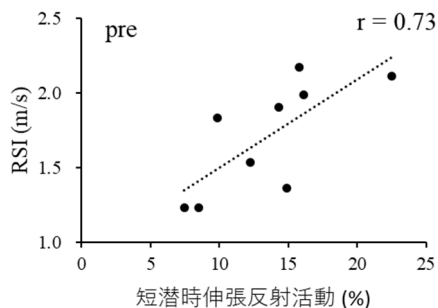


図2 トレーニング前後のRSI

*preは通常トレーニング前、post1は通常トレーニング後、post2は自転車トレーニング後を示している。



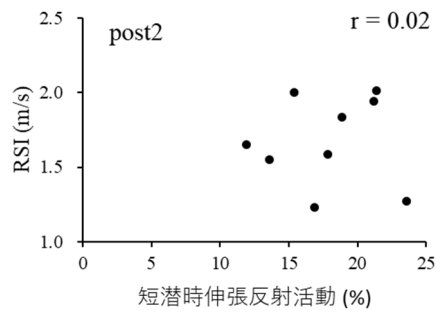


図3 RSIとヒラメ筋における短潜時伸張反射活動との関係
 *preは通常トレーニング前、post1は通常トレーニング後、post2は自転車トレーニング後を示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takahashi Keigo, Shirai Yusuke, Oki Shota, Nabekura Yoshiharu	4. 巻 25
2. 論文標題 The effect of a decrease in stretch-shortening cycle function after cycling on subsequent running	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Science and Medicine in Sport	6. 最初と最後の頁 261 ~ 265
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jsams.2021.09.004	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 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------