

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：33114

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19958

研究課題名（和文）長距離走者のパフォーマンスにもたらすスプリントトレーニングの効果の解明

研究課題名（英文）Elucidation of the sprint training effect on performance of long-distance runners

研究代表者

山中 亮（Yamanaka, Ryo）

新潟食料農業大学・食料産業学科・准教授

研究者番号：50632840

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）：長距離走者が高いレベルのパフォーマンスを発揮するためには、以前から示されているような最大酸素摂取量、ランニングエコノミーに優れていることが前提となり、それに加えて、これまで考えられていた以上にスプリント能力を高めることが重要となる可能性がある。

本研究では、スプリント能力と関連する大腰筋の筋横断面積を増大させること、そして、スプリント能力そのものをトレーニングによって高めることにより、長距離走者のパフォーマンスが向上するのかどうかを検討した。その結果、トレーニングにより大腰筋筋横断面積の増大もしくはスプリント能力の向上に伴い、長距離走者のパフォーマンスが向上したことを明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で実施した長距離走者のパフォーマンス向上に及ぼすスプリントトレーニングもしくはレジスタンストレーニングの効果を検証した研究は、国際的にみてもこれまで実施されていなかった。本研究では、その効果を実証し、長距離走者のための新たなトレーニング方法としてトレーニングの現場に提供できる社会的意義の高いデータとなると考えられる。

また、本研究のトレーニングの結果から、長距離走者のパフォーマンスを高めるためには、スプリント能力を向上させることが重要となるといった、これまでに報告されていない学術的意義のあるものとなったと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Maximal oxygen uptake, running economy are well-known related to performance in long-distance runners. However, some studies suggest that it is important for long-distance runners to enhance sprinting ability in order to improve their performance. The purpose of this research was to examine the relationships between the improvement of performance of long-distance runners and an enhancement of sprinting ability including an increase of cross-sectional area of psoas major by sprint or resistance training. As a result, the performance of long-distance runners improves with the enhancement of sprinting ability.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：100 m走 ランニングエコノミー 大腰筋 筋横断面積

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

長距離走者が高いパフォーマンスを発揮するためには、最大酸素摂取量や乳酸性作業閾値といった有酸素性能力が必要であることが広く知られている。その要素に加えて、走の経済性(ランニングエコノミー:以下 RE)の重要性も多くの研究において実証されている。一方、申請者は、高校トップレベル長距離走者を対象に実験を実施した結果、5,000 m 走の自己最高記録は、従来から提唱されている前述の要素ではなく、むしろ、スプリント能力に大きく貢献していると考えられている大腰筋の筋横断面積の大きさが関係していることを明らかとした(Yamanaka et al. 2016)。さらに、我々は、日本人シニアトップレベル選手を対象に実験を実施した結果、シニアトップレベル選手では 5,000 m 走の自己最高記録と 100 m の全力走のタイムとの間に有意な相関関係を示したことを実証した(学会発表のみ)。これらのことから、長距離走種目において、国際競技大会で入賞できるような高いレベルの記録を出すためには、以前から示されているような最大酸素摂取量、RE に優れていることが前提となり、それに加えて、これまで考えられていた以上にスプリント力を高めることが重要となる可能性が示唆された。

スプリント能力を向上させるようなトレーニングを実施することにより、長距離走者のパフォーマンスが実際に高まるのかどうかといったトレーニング実験が実施されておらず、そのトレーニング効果を検討する必要がある。実際に、世界トップレベルのケニア人長距離走者のデータを日本人選手のデータと比較した結果、日本人選手よりも世界トップレベルのケニア人選手のほうが、5,000 m 走の自己最高記録(平均走速度)が高く、かつ、スプリント能力と密接な関係にある大腰筋の筋横断面積も大きくなることが明らかとなった(Yoshioka et al. 2012, Yamanaka et al. 2016)。従って、日本人選手も大腰筋の筋横断面積を増大させる、つまり、スプリント能力を高めることにより、さらなる長距離走のパフォーマンスが向上する可能性がある。以上の仮説を明らかにすることで、幅広いレベルの長距離走者に対して、より適切で効果的な長距離走者のためのトレーニング方法を処方することが可能となると考えられる。

### 2. 研究の目的

そこで本研究では、長距離走者において、スプリント能力を向上させるようなトレーニングを普段のトレーニングに加えて取り入れることで、スプリント能力の向上に伴い長距離走者のパフォーマンスが向上するのかどうかを検証することを目的とする。これらのことが明らかになることで、陸上競技長距離走種目だけではなく、その他の持久系の競技においても活用することができるような画期的で新しいトレーニング方法としてスプリントトレーニングを提案することができる。

### 3. 研究の方法

本研究では、3つの実験(実験 I、II、III)を実施した。

実験 I では、スプリント能力と長距離走者のパフォーマンスが関連するのかどうかの検証を深めるために、長距離走者のパフォーマンスと、スプリント能力の指標である 100 m および 400 m の全力走のタイム、これまで重要であると考えられている指標との関係を検討した。被験者は、12名の長距離走者であった。測定項目は、スプリント能力(100 m および 400 m の全力走のタイム)、最大酸素摂取量、RE、血中乳酸濃度が 2 および 4 mmol/l 時の走速度であった。長距離走者のパフォーマンスの指標として、5,000 m 走のシーズンベストタイムを用いた。

実験 II では、スプリント能力と関連すると考えられる大腰筋のトレーニングを実施することによって大腰筋の増大に伴い、長距離走者のパフォーマンスが向上するのかどうかを検討した。被験者は、8名の長距離走者とした。大腰筋のトレーニングは、3種類(パーティカルレグレイズ、V字腹筋、機器を用いた股関節の屈曲運動)のトレーニングを用い、週に2回の頻度で12週の期間実施した。測定項目は、MRIを用いた大腰筋の筋横断面積、最大酸素摂取量、RE、血中乳酸濃度が2および4 mmol/l 時の走速度であった。長距離走者のパフォーマンスの指標として、トレッドミルを用いた一定負荷運動(運動強度:最大酸素摂取量相当時の走速度)時の運動持続時間とした。

実験 III では、スプリント能力が向上すると考えられるスプリントトレーニングを実施し、スプリントトレーニングに伴うスプリント能力の向上に伴い、長距離走者のパフォーマンスが向上するのかどうかを検討した。被験者は、11名の長距離走者であった。トレーニングは週に2回の頻度で6週の期間とした。測定項目は、スプリント能力(100 m および 400 m の全力走のタイム)、最大酸素摂取量、RE であった。長距離走者のパフォーマンスの指標として、3,000 m 走のタイムを用いた。なお、実験 III は国立スポーツ科学センターとの共同研究として実施した。

### 4. 研究成果

実験 I では、5,000 m 走のシーズンベストタイム(長距離走パフォーマンス)が、スプリ

ント能力の指標として測定した 100 m ( $r=0.68, P=0.014$ ) および 400 m ( $r=0.69, P=0.013$ ) の全力走のタイムと、それぞれ有意な正の相関関係を示すことを明らかにした(図 1)。さらに、5,000 m 走のシーズンベストタイムを従属変数とし、その他の要因を独立変数として重回帰分析をした結果、400 m の全力走のタイムのみ有意 ( $F=14.279, P=0.004$ ) な関係が認められたことが明らかとなった。

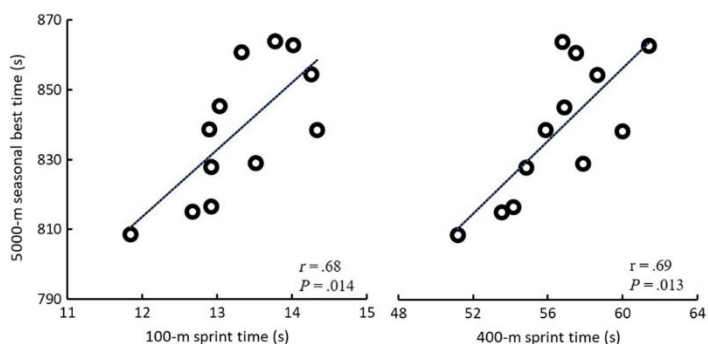


図 1. 5,000 m 走の SB とスプリント能力 (左: 100m, 右: 400m) の関係

実験 II では、長距離走者を対象に、スプリント能力に大きく貢献する大腰筋のレジスタンストレーニングを 12 週間実施することにより、スプリント能力と関連する大腰筋の筋横断面積がトレーニング前よりもトレーニング後において有意 ( $P<0.01, d=0.34$ ) に増大し、そして、長距離走パフォーマンスの指標として用いた一定負荷運動テスト時の運動持続時間がトレーニング前よりもトレーニング後において有意 ( $P<0.01, d=1.41$ ) に延長した(図 2)。しかしながら、トレーニング前後において、最大酸素摂取量、RE、血中乳酸濃度が 2 および 4 mmol/l 時の走速度は、有意な変化が認められなかった。また、長距離走者のパフォーマンスの指標として用いた一定負荷運動テスト時の運動持続時間の変化率を従属変数とし、他の要因の変化率を独立変数として重回帰分析を実施した結果、大腰筋の筋横断面積の変化率のみが有意 ( $\beta=0.746, R^2=0.556, P=0.034$ ) な関係を示した

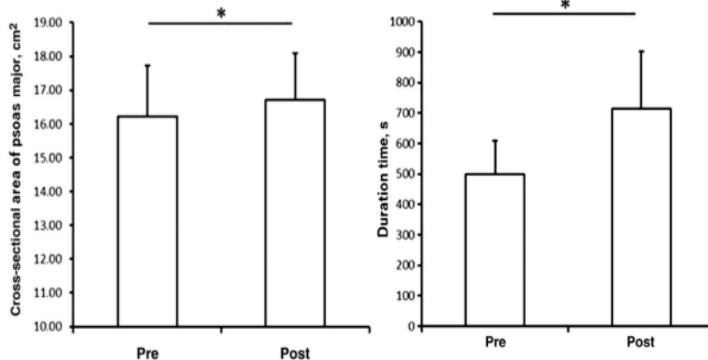


図 2. トレーニング前後の大腰筋筋横断面積 (左) と運動持続時間 (右) の変化

(Yamanaka et al. 2021)。

実験 III では、スプリントトレーニングによって、スプリント能力の指標として測定した 100 m 走 (pre:  $13.01 \pm 0.53$  s, post:  $12.77 \pm 0.55$  s) および 400 m (pre:  $57.07 \pm 2.34$  s, post:  $55.86 \pm 2.10$  s) の全力走のタイムがそれぞれ有意 ( $P<0.05$ ) に短縮し、そして、長距離走者のパフォーマンスとして測定した 3,000 m 走のタイム (pre:  $525.8 \pm 15.8$  s, post:  $521.1 \pm 13.3$  s) も有意 ( $P<0.05$ ) に短縮した (コロナ感染症拡大の影響で 6 名)。一方、最大酸素摂取量および RE には、トレーニングの前後において有意な変化が認められなかったが、RE はトレーニングによって改善傾向 (pre:  $3.41 \pm 0.33$  L/min, post:  $3.29 \pm 0.27$  L/min) を示した。

これらの結果から、本研究で対象とした長距離走種目において、より高いレベルの記録を出すためには、最大酸素摂取量、乳酸性作業閾値、RE を高めることに加えて、これまで考えられていた以上にスプリント能力を高めることが効果的な手法となることが示唆された。近年、長距離走者にとって最大酸素摂取量よりも RE が、高いパフォーマンス発揮に重要となることが示されている。申請者も、エリート長距離走者の集団を長距離走パフォーマンスのレベルによって分割し検討した結果、レベルが高い群では、レベルが低い群と比較して、最大酸素摂取量が同程度ではあるが、RE およびスプリント能力が高いことを確認している。実験 III の結果、スプリント能力および長距離走パフォーマンスが有意に向上し、RE が改善傾向を示したことを明らかにした。従って、長距離走者がスプリントトレーニングを実施することで、スプリント能力だけではなく RE が向上することにより、長距離走パフォーマンスが向上する可能性が考えられる。しかしながら、長距離走者に対するスプリントトレーニングが、なぜ、スプリント能力だけではなく RE を向上させるのか、そのメカニズムは必ずしも明らかではないため、今後、スプリントトレーニングに伴いどのような生体の機能変化が生じ、結果として RE が改善するのかを明らかにすることが必要である。

<引用文献>

- Yoshioka et al. Physiological and morphological characteristics of a Kenyan world-class long-distance runner: A case study. Japan J Phys Educ Helth Sport Sci. 2012, 57:237–248
- Yamanaka et al. Relationships between running performance and the cross-sectional area of the psoas major, peak oxygen uptake in elite junior long-distance runners. Jpn J Phys Fit Sport Med. 2016, 65: 307–313
- Yamanaka et al. Sprinting ability as an important indicator of performance in elite long-distance runners. Int J Sports Physiol Perform, 2020, 15: 141-145
- Yamanaka et al. Effect of resistance training of psoas major in combination with regular running training on performance in long-distance runners. Int J Sports Physiol Perform, 2021, 16: 906-909

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4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 Ando Ryosuke, Tanji Fumiya, Ohnuma Hayato, Ikeda Tatsuaki, Yamanaka Ryo, Suzuki Yasuhiro	4. 巻 81
2. 論文標題 Thigh Muscularity and Sprinting Performance of National Level Long Distance Runners	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Human Kinetics	6. 最初と最後の頁 65~72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2478/hukin-2022-0006	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 -

1. 著者名 Ryo Yamanaka, Hayato Ohnuma, Ryosuke Ando, Fumiya Tanji, Toshiyuki Ohya, Masahiro Hagiwara, and Yasuhiro Suzuki	4. 巻 15
2. 論文標題 Sprinting Ability as an Important Indicator of Performance in Elite Long-Distance Runners	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International journal of sports physiology and performance	6. 最初と最後の頁 141-145
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1123/ijssp.2019-0118	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 -

1. 著者名 Ryo Yamanaka, Shinya Wakasawa, Koya Yamashiro, Naoki Kodama, and Daisuke Sato	4. 巻 16
2. 論文標題 Effect of Resistance Training of Psoas Major in Combination With Regular Running Training on Performance in Long-Distance Runners	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International journal of sports physiology and performance	6. 最初と最後の頁 906-909
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1123/ijssp.2020-0206	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 -

1. 著者名 山中亮、丹治史弥、大沼勇人、安藤良介、前村公彦、鈴木康弘	4. 巻 8
2. 論文標題 5日間の低酸素トレーニングが日本トップレベル女子400m走者の無酸素性及び有酸素性能力に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J High Perform Sport	6. 最初と最後の頁 19-34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山中亮, 大沼勇人, 安藤良介, 丹治史弥, 若澤新也, 山代幸哉, 児玉直樹, 佐藤大輔, 鈴木康弘
2. 発表標題 長距離走者にスプリント能力は必要なのか？
3. 学会等名 第34回日本トレーニング科学会
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
---------	---------