

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：32403

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17878

研究課題名(和文) マラソンによる筋損傷の解明

研究課題名(英文) Clarification of a marathon-induced muscle soreness

研究代表者

石倉 恵介(Keisuke, Ishikura)

城西大学・経営学部・教授

研究者番号：90755258

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)：マラソンの壁の特徴であるマラソン終盤における速度低下が大きいランナーは、マラソン直後の血清クレアチンキナーゼ等の筋損傷指標が大きかった。これらのランナーは、序盤に比べて終盤のストライド長の短縮、ストライド頻度の減少、マラソン中のステップ数の増大を示していたが、酸化ストレス等とは関連性を認めなかった。また、マラソン序盤に比べて、終盤で走フォームの変化が大きいランナーは終盤に速度低下が大きかったが、筋損傷指標と明確な関連性は認められなかった。これらから、マラソン誘発性の筋損傷には、酸化ストレス等のメタボリックストレスよりもステップ数の増加によるメカニカルストレスの影響が大きいことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マラソン終盤のペースダウン、いわゆる「マラソンの壁」の要因として、古くからグリコーゲンの枯渇が指摘されているが、明確な根拠に乏しい。我々はこれまで、マラソン終盤の速度低下とマラソン誘発性筋損傷に関連があることを示してきた。本研究の結果から、マラソン誘発性の筋損傷には、酸化ストレス等のメタボリックストレスよりもステップ数の増加によるメカニカルストレスの影響が大きいことが明確になった。マラソン後半の失速を防ぐためには、ストライド長を維持するようにトレーニングすることが有効であると考えられる。

研究成果の概要(英文)： The purpose of this study was to investigate the relationships between the marathon induced muscle damage and metabolic and/or mechanical factors. Twenty-three healthy male non-professional runners ran at the full marathon with GPS watch to obtain the running parameters. We set video camera at the 8- and 38-kilometers points to record their running form.

Runners with reduced pace exhibited high muscle damage markers values, but not oxidative stress markers immediately after the marathon. Also, they were significantly decreased stride length and stride rate, hence they needed more steps than that maintained runners during whole the marathon. In addition, they had significant a large change of running form in 38 km point compared to that in the 8 km point, however, there were no relations between the change ratio and muscle damage values. These results suggest that marathon muscle damage is occurred by mechanical stress such as impact of a large steps rather than metabolic stress.

研究分野：運動生化学

キーワード：筋肉痛 マラソンの壁 ランニングペース ランニングフォーム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

アマチュアランナーの多くが経験する終盤に著しい速度の低下は一般的に「マラソンの壁 (30km・35kmの壁)」と呼ばれる。この「マラソンの壁」について、生理学的要因として、古くからグリコーゲンの枯渇が指摘されているが、明確な根拠が乏しい。一方、我々はマラソン終盤の速度低下とマラソン誘発性の筋損傷指標が関連することを見出した。この筋損傷の要因として、メタボリックストレス (活性酸素による酸化ストレスなど)、メカニカルストレス (脚への衝撃)、ランニングスピード、フォームの崩れなどが想定されている。

2. 研究の目的

マラソン終盤、急にペースが低下してしまう、いわゆる「マラソンの壁」の原因はマラソン誘発性の筋損傷を引き起こす何らかの要因であると仮説を立て、この筋損傷の生理学的・バイオメカニクスの要因を明らかにすることを目的とする

3. 研究の方法

実際のマラソン大会に出場する選手の中から研究対象者を募り実験を実施した。2018年11月に開催された第38回つくばマラソンの参加者の中から、応募のあった26名を対象者とした。対象者の特性を規定するために、マラソン大会の3週間以上前に身長、体重、体組成を測定し、有酸素能力として12分間走を実施した。対象者は、マラソンを自分の目標を達成すべく各自でトレーニングを実施していただき、自分のペースで走行してもらった。

マラソン大会のレース前、レース直後、2時間後、1日後に肘静脈より血液サンプルを採取した。得られた血液サンプルから筋損傷指標、炎症指標、白血球成分数、酸化ストレス指標など生化学成分を測定した。

マラソン走行時には、GPS、心拍計、加速度計の機能を持った機器を装着させ、走行速度、地面接地時間、上下動、上下動比、歩数、歩幅、走行速度、心拍数を測定した。自覚的な筋肉痛をNRS (Numeric Rating Scale)で、マラソン中の「マラソンの壁」の有無 (有る場合はその地点) を回答させた。マラソン8km地点、38km地点で真横からハイスピードデジタルカメラにより走フォームを撮影した。

4. 研究成果

終盤の速度低下が大きいランナーは、マラソン直後の筋損傷指標が大きく (図1)、終盤のストライド長が大きく減少していた。マラソン終盤の速度低下が大きかったランナーほど、終盤のストライド長が短く、ストライド頻度が減少していて、マラソン中に多くのステップ数を必要としていた。マラソンステップ数と筋損傷間接指標は正の相関関係を認めた (図2)。

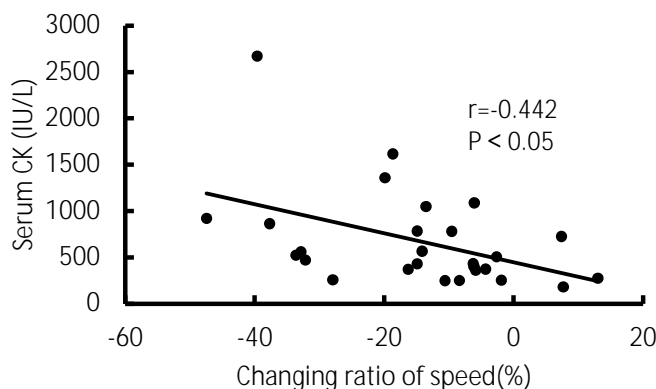


図1 終盤の速度変化率と血清CK活性の関係

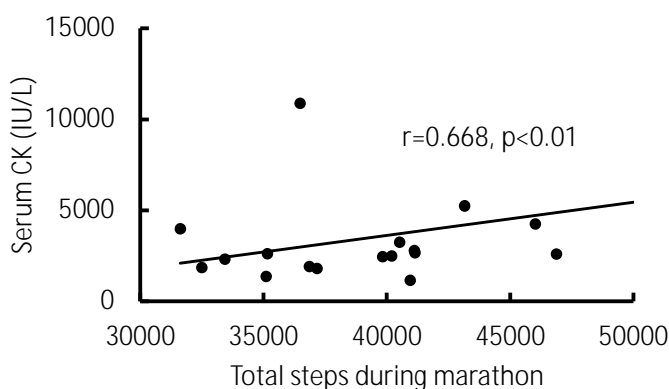


図2 総ステップ数と血清CK活性の関係

一方、酸化ストレス (d-ROMs)、抗酸化力 (BAP) と筋損傷指標との関連性を検討したところ、関連性を認めなかった。これらのことから、筋損傷にはメタボリックストレスよりもむしろメカニカルストレスが関与していることが示唆された。

映像から、ランナーの遊脚期股関節最大屈曲角度等を分析した。走速度で除して標準化した 6 ヶ所の角度において、8 km地点と比べ 38 km地点で有意に高値を示した。また、前半に比べた終盤の速度低下率と 2 地点の標準化した角度の変化率の関連性を検討したところ 3 力所の角度で有意な強い相関を示した (図 3)。これらのことから、マラソン序盤に比べて、終盤に走フォームが変化し、その変化が大きいランナーは速度低下が大きいことが明らかになった。しかしながら、フォーム変化の大きさと筋損傷指標と明確な関連性は認められなかった。

これらから、マラソン後半時には走フォームが変化大きいランナーは終盤の速度低下がみられるものの、マラソン誘発性の筋損傷には、ステップ数の増加によるメカニカルストレスの影響が大きいことが示唆された。

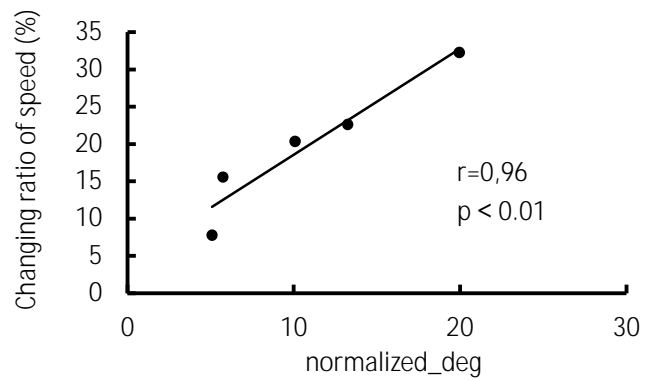


図 3 遊脚期股関節最大屈曲角 (標準化) と終盤の速度変化率の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Keisuke Ishikura, Katsuyuki Tokinoya, Yasuko Yoshida, Nanami Sekine, Keisei Kosaki, Shota Kumamoto, Seiji Maeda, Yoshiharu Nabekura, Kazuhiro Takekoshi
2. 発表標題 Runners with Reduced Pace Exhibit a Short Stride Length and High Muscle Damage Values of at the End of a Marathon
3. 学会等名 European College of Sports Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石倉恵介, 時野谷勝幸, 吉田保子, 関根七海, 小崎恵生, 隈元翔太, 前田清司, 鍋倉賢治, 竹越一博
2. 発表標題 フルマラソン時の歩調変化と筋損傷, 速度低下の関係
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宍倉康浩, 時野谷勝幸, 吉田保子, 関根七海, 菅澤威仁, 石倉恵介, 小崎恵生, 隈元翔太, 前田清二, 鍋倉賢治, 竹越一博
2. 発表標題 フルマラソン前後の尿Cell-free DNA中のミトコンドリアDNA量の変化
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 隈元翔太, 小崎恵生, 時野谷勝幸, 菅谷健, 石倉恵介, 鍋倉賢治, 竹越一博, 前田清司
2. 発表標題 若年男性におけるフルマラソンが尿中L-FABPIに与える影響
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019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
---------	---------