

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：82632

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K21228

研究課題名（和文）月経周期に伴う運動誘発性疲労の増加に対する新たな対処法の提案

研究課題名（英文）Proposal of a new method for increased exercise-induced fatigue associated with the menstrual cycle

研究代表者

松田 知華（Matsuda, Tomoka）

独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ科学・研究部・契約研究員

研究者番号：10963803

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：正常月経を有する女性アスリートを対象とし、月経周期が持久性運動時の糖代謝および消化吸收機能、胃腸症状に及ぼす影響について検討し、女性のコンディショニング法の開発に寄与することを目的とした。11名の若年女性を対象とし、70%Wmaxで60分間運動を実施した。その結果、消化吸收機能（特にI-FABP）は、フェーズ間に有意な差はなく、糖代謝とも関連性はみられなかった。したがって、運動誘発性疲労の増加に対する対処法（糖質摂取などの栄養摂取）に関しては、フェーズ間で変化させる必要がないという可能性が示唆されたものの、主観的胃腸症状ではフェーズ間で異なる変化が見られたため、今後も検討していく必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果から、月経周期によって運動時の消化吸收機能（特に小腸に関連する指標）は変化しないことが示唆された。これは、運動に伴う疲労の増加に対する対処法、特に糖摂取のような栄養摂取に対して、月経周期を考慮する必要がないことが考えられる。したがって、本研究は、女性アスリートの栄養摂取戦略を考える上で役立つ知見となる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to investigate the effects of menstrual cycle on glucose metabolism, digestive and absorption functions, and gastrointestinal symptoms during endurance exercise in female athletes, and to contribute to the development of female nutrition strategy. The study participants were 11 eumenorrheic women. All the participants exercised by cycling at 70% Wmax for 60 minutes during the early follicular phase, late follicular phase, and luteal phase. The results showed that digestive and absorptive functions (especially intestinal fatty acid binding protein) did not differ significantly between phases and were not related to glucose metabolism. Therefore, the results suggest that coping strategies (nutritional intake such as glucose intake) for increased exercise-induced fatigue do not need to be changed between phases. However, further investigations are necessary to explore changes in subjective gastrointestinal symptoms across the menstrual cycle.

研究分野：運動生理学

キーワード：月経周期 エストラジオール プロゲステロン 胃腸症状 持久性運動

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、健康増進および競技力向上を目的とした女性のスポーツ参加が増加し、2021年に開催された東京オリンピックは、全出場選手のうち48.8%を女性が占めた。わが国においても女性アスリートの活躍はめざましく、夏季オリンピックにおける金メダル獲得数は2004年のアテネ大会以降、五大会連続で男子を上回っており、今後も国際的に活躍することが期待される。しかし、スポーツ科学分野では主に男性を対象にトレーニングに関するエビデンスが構築され、それらをもとに指導がなされた結果、女性の健康障害が後を絶たない。これらの予防のためには、女性特有の生理反応のメカニズムを解明し、科学的知見を増やすことが必要不可欠である。

女性と男性は、骨格筋量や脂肪量、その分布状態など様々な部分で性差が存在するが^(Bredella MA.,2017)、その一つとして、思春期以降には性ホルモン濃度の差が大きく生じ、女性では、月経周期を有するようになる^(Sizoneko PC.,1978)。その月経周期に伴いコンディションが変化し、特に疲労感が強く現れることが挙げられている。先行研究において、月経周期に伴う筋グリコーゲンの減少を介して運動中の疲労を増加させる可能性があるということが知られている^(Hackney AC.,1999, Matsuda T et al.,2022)。そのグリコーゲンの減少・枯渇を予防するためには、食事や飲料による糖質摂取が最も重要となる^(Jentjens R et al.,2003)。また、その糖質を骨格筋へ供給するためには、スムーズに糖質を消化吸収することが重要となるが、月経周期と運動時の消化吸収機能の変化については明らかとなっていない。

2. 研究の目的

本研究では、正常な月経周期を有する女性を対象に、月経周期が運動時の消化吸収機能(循環指標の観点から、神経内分泌の観点から)に及ぼす影響について検討し、女性のコンディショニング法の開発やパフォーマンス向上、栄養摂取戦略に繋げることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 対象者

本研究では、体育系大学の部活動・クラブサークルに所属している女性アスリート11名を対象とした。なお、参加者は喫煙歴や慢性疾患歴はなく、実験の少なくとも6ヶ月間は経口避妊薬やそのほかのホルモン薬の使用歴がないものとした。

(2) 月経周期の確認およびフェーズ分け

正常な月経周期(25-38日)であるかを確認するために、参加者は実験前に少なくとも6ヶ月間の月経周期を報告するように求められた。また、月経周期のフェーズを推測および決定するために、婦人用電子体温計を用いて基礎体温の測定や、尿中のLHの急増を検出するために、排卵日予測検査薬を使用した。さらに、性ホルモン濃度を測定し、卵胞期前期(エストロゲン低値、プロゲステロン低値)、卵胞期後期(エストロゲン高値、プロゲステロン低値)、黄体期(エストロゲン高値、プロゲステロン高値)の3つのフェーズに分け、各フェーズでそれぞれ実験を行った。

(3) 実験デザイン

運動は、自転車エルゴメーターを用いて70%Wmaxの強度で60分間実施した。運動前、運動終了直後、運動終了60分後に採血を実施し、性ホルモン、腸型脂肪酸結合蛋白(I-FABP: intestinal fatty acid-binding protein)、消化酵素、コルチゾール、血糖値、主観的胃腸症状(13項目)などを測定した。

4. 研究成果

血清エストラジオールは、安静時において、卵胞期前期と比較して卵胞期後期および黄体期で有意に高値を示した(図1)。また、血清プロゲステロンは、安静時において、卵胞期前期および卵胞期後期と比較して黄体期で有意に高値を示した(図1)。

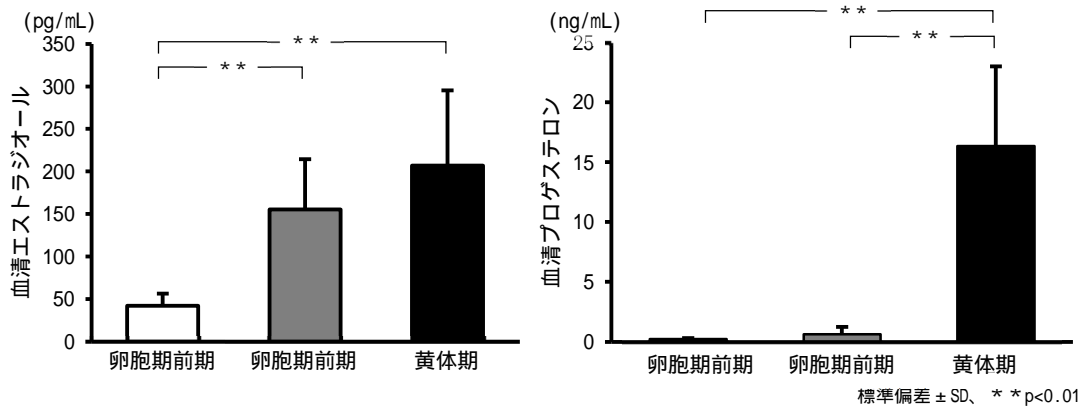


図1. 安静時の性ホルモン(血清エストラジオール、血清プロゲステロン)の変化

対象者全体では、I-FABP や消化酵素はフェーズ間に有意な差はみられず、月経周期に伴う糖代謝の変化と I-FABP や消化酵素に有意な相関関係はみられなかった。運動による消化吸収機能の低下は 循環系と 神経内分泌系に関わる要素によって惹起されるが、これらの間には有意な相関関係が見られたが、それぞれの指標においてフェーズ間に有意な差は見られなかった。しかし、主観的な胃腸症状は黄体期で運動による変化が見られ、フェーズで異なる変化が見られた。

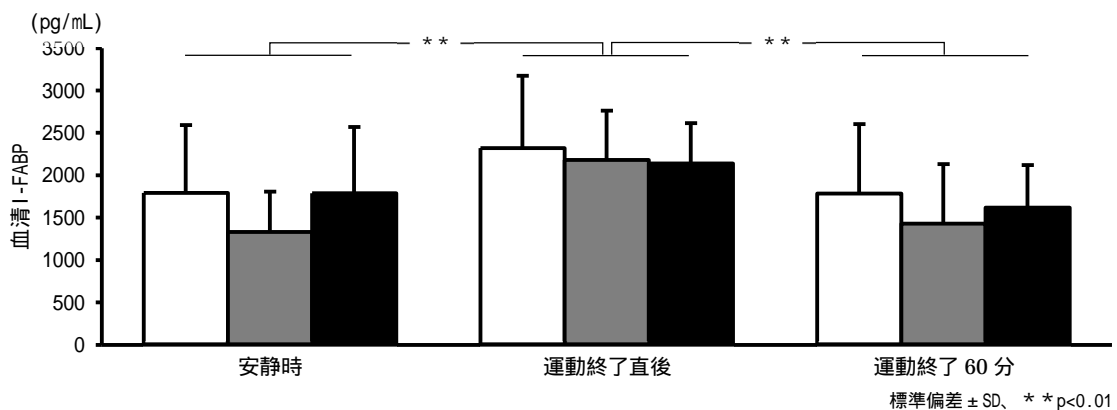


図2. 血清 I-FABP の経時的変化

したがって、生化学的指標においては、月経周期のフェーズ間に有意な差が見られなかったことから、運動誘発性疲労の増加に対する対処法(糖質摂取などの栄養摂取)に関しては、フェーズ間で変化させる必要がないという可能性が示唆されたものの、主観的な胃腸症状ではフェーズ間で異なる変化が見られたため、今後も検討していく必要がある。また、本研究で得られた知見は、女性アスリートのコンディショニング法の開発や栄養摂取戦略の検討に寄与する可能性があるが、個人差が大きかったため、個人差を考慮し再検討する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Matsuda Tomoka, Takahashi Hideyuki, Nakamura Mariko, Ogata Hazuki, Kanno Moe, Ishikawa Akira, Sakamaki-Sunaga Mikako	4. 巻 37
2. 論文標題 Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Glycogen Repletion After Exhaustive Exercise in Eumenorrheic Women	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Strength and Conditioning Research	6. 最初と最後の頁 e273 ~ e279
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1519/JSC.0000000000004306	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 Yamada Mizuki, Gam Hyunjun, Ikegami Nodoka, Nishikawa Yuriko, Ishikawa Akira, Funaki Akiko, Matsuda Tomoka, Kamemoto Kayoko, Hashimoto Yuto, Okamoto Takanobu, Yamazaki Hiroki, Tanaka Hirotohi, Sakamaki-Sunaga Mikako	4. 巻 14
2. 論文標題 Effects of acute aerobic exercise on arterial stiffness in transgender men	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 01-07
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fphys.2023.1294284	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 -

1. 著者名 ISHIKAWA Akira, MATSUDA Tomoka, IKEGAMI Nodoka, FUNAKI Akiko, YAMADA Mizuki, KAMEMOTO Kayoko, SAKAMAKI-SUNAGA Mikako	4. 巻 63
2. 論文標題 Effects of the menstrual cycle on EPOC and fat oxidation after low-volume high-intensity interval training	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	6. 最初と最後の頁 1165-1174
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.23736/S0022-4707.23.15209-1	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14件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Tomoka Matsuda, Nodoka Ikegami, Yumi Saito, Subaru Takahashi, Mikako Sakamaki-Sunaga
2. 発表標題 Effect of milk consumption after daily exercise in female athlete: considering the menstrual cycle
3. 学会等名 70th American College of Sports Medicine Annual Meeting（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Stephen Bawden, Louise Dexterr, Tomoka Matsuda, Mehri Kaviani, Penny Gowland, Guruprasad p Aithal
2. 発表標題 The effects of menstrual cycle on hepatic glycogen stores before and after exercise: Preliminary data from a 13C MRS study
3. 学会等名 2023 ISMRM Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田 知華, 山田 満月, 石川 明良, 市川 季穂, 須永 美歌子
2. 発表標題 月経周期が持久性運動時の胆汁酸に及ぼす影響
3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第73回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 市川 季穂, 山田 満月, 石川 明良, 松田 知華, 北島 彩音, 中山 真羽, 舟喜 晶子, 池上和, 亀本 佳世子, 須永 美歌子
2. 発表標題 血中ビタミン D濃度が月経前症候群の主観的重 症度に与える影響
3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第73回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田 知華, 中村 真理子, 川邊 莉香, 友利 杏奈, 能瀬 さやか, 中村 有紀, 山下 修平, 白井 克佳, 中嶋 耕平
2. 発表標題 ハイパフォーマンススポーツセンター (HPSC) における婦人科メディカルチェック問診票の分析 ~ 月経周期に伴う自覚的コンディションの変化について ~
3. 学会等名 第34回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 能瀬 さやか, 川邊 莉香, 松田 知華, 中村 真理子, 中村 有紀, 友利 杏奈, 山下 修平, 白井 克佳, 中嶋 耕平
2. 発表標題 ハイパフォーマンススポーツセンター (HPSC) における婦人科メディカルチェック問診表の分析～オリンピック選手における婦人科疾患とホルモン製剤使用の現状調査～
3. 学会等名 第34回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 友利 杏奈, 能瀬 さやか, 川邊 莉香, 中村 真理子, 松田 知華, 山下 修平, 中村 有紀, 白井 克佳, 中嶋 耕平
2. 発表標題 ハイパフォーマンススポーツセンター (HPSC) における婦人科メディカルチェック問診票の分析～女性アスリートへの取り組みと効果～
3. 学会等名 第34回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 有紀, 中村 真理子, 能瀬 さやか, 岩田 理沙, 川邊 莉香, 松田 知華, 友利 杏奈, 山下 修平, 白井 克佳, 中嶋 耕平
2. 発表標題 ハイパフォーマンススポーツセンター (HPSC) における婦人科メディカルチェック問診票の分析～女性アスリートの婦人科受診理由について～
3. 学会等名 第34回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田 知華
2. 発表標題 HPSC研究アワード受賞講演：月経周期に伴う運動時の糖・脂質代謝について
3. 学会等名 ハイパフォーマンススポーツ・カンファレンス2023 2023年12月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田知華
2. 発表標題 運動生理学からみた女性アスリート研究最前線：月経周期が運動時の糖・脂質代謝に与える影響
3. 学会等名 2023年度女性スポーツ医学研究会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田知華
2. 発表標題 研究者に求められる役割とキャリアーいかにバランスを取りキャリアを考えるか
3. 学会等名 若手の会第4回セミナー
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松田 知華
2. 発表標題 女性アスリートのコンディショニングに役立つ最新知見：月経周期を考慮した効果的なコンディショニング法の検討 - 運動時の糖・脂質代謝からの考察 -
3. 学会等名 第35回トレーニング科学学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoka Matsuda, Nodoka Ikegami, Yumi Saito, Subaru Takahashi, Mikako Sakamaki-Sunaga
2. 発表標題 Effect of milk consumption after daily exercise in female athlete: considering the menstrual cycle
3. 学会等名 70th American College of Sports Medicine Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 The effects of menstrual cycle on hepatic glycogen stores before and after exercise: Preliminary data from a 13C MRS study
2. 発表標題 Stephen Bawden, Louise Dexterr, Tomoka Matsuda, Mehri Kaviani, Penny Gowland, Guruprasad p Aith
3. 学会等名 2023 ISMRM Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2023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
---------	---------