

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：42663

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700685

研究課題名(和文) 月経周期が運動時の生体内代謝物質に与える影響

研究課題名(英文) Effects of the menstrual cycle phase on the metabolomic profiles during exercise

研究代表者

須永 美歌子 (Sunaga, Mikako)

日本体育大学女子短期大学部・その他部局等・准教授

研究者番号：70534064

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、月経周期に伴うエネルギー系代謝物質の変化と運動刺激との関連を検討することを目的とした。レジスタンス運動および持久性運動を実施し、その運動前後に採血を行い、性ホルモン濃度および血中代謝物質の変化を観察した。その結果、卵胞期に比べて黄体期に糖原性アミノ酸濃度が有意に低い値を示すことが確認された。このことから、月経周期が糖新生経路活性に影響をもたらす、コンディションおよびトレーニング効果に影響を与える可能性が考えられた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to determine whether the metabolite profile at rest and after exercise depended on the menstrual cycle phase in eumenorrheic women. The experiment was undertaken at the follicular phase and the luteal phase. There were differences in the levels of glycogenic amino acid during exercise according to the menstrual phases, which indicates that changes in the gluconeogenesis pathway activity occur during the menstrual cycle of premenopausal women.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学

キーワード：性周期 エネルギー代謝 メタボロミクス 女性 レジスタンス運動 持久性運動

1. 研究開始当初の背景

筋機能向上や脂質燃焼を目的としたトレーニングプログラムは、一般的には強度、頻度および運動時間など、すべてにおいて男女同条件に設定されている。しかしながら、性ホルモン濃度の差異から、運動刺激に対する生理反応において様々な性差が生じることが報告されている。さらに、成人女性は月経周期を有し、約1ヶ月の周期でエストロゲン、プロゲステロンなどの性ホルモン濃度が大きく変動する。性ホルモン濃度の変化が運動時反応に影響を与えるのであれば、女性のトレーニングプログラムは月経周期のフェーズを考慮することが望ましいのではないかと考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、月経周期が運動時の生体内代謝物質の変動に及ぼす影響について検討することを目的とした。メタボローム解析を用いて血中代謝物質を網羅解析し、フェーズ間変動の差異が大きいターゲット物質を探索し、レジスタンス運動および持久性運動において月経周期が生体内に与える影響を包括的に検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 月経周期がレジスタンス運動時の生体内代謝物質に与える影響 (2012年度)

被験者は、正常な月経周期を有し、婦人科疾患がなく経口避妊薬を服用していない成人女性6名とした。卵胞期と黄体期にそれぞれ膝伸展運動(レッグエクステンション)を行い、運動前後に採血を行った。膝伸展運動の強度は最大拳上重量の70%、セット数は3セットとし、各セット間の休息時間は2分とした。生体内代謝物質の分析には、血漿をサンプルとし、キャピラリー電気泳動-質量分析(CE-TOFMAS)法を用いてメタボローム解析を行った。

(2) 月経周期が持久性運動時の生体内代謝物質に与える影響 (2013年度)

被験者は、正常な月経周期を有し、婦人科疾患がなく経口避妊薬を服用していない成人女性6名とした。卵胞期と黄体期にそれぞれ自転車エルゴメーターを用いた持久性運動を行い、運動前後に採血を行った。持久性運動の強度は最大酸素摂取量の65-70%とした。生体内代謝物質の分析には、血漿をサンプルとし、CE-TOFMAS法を用いてメタボローム解析を行った。

4. 研究成果

(1) 月経周期がレジスタンス運動時の生体内代謝物質に与える影響 (2012年度)

血清エストラジオール濃度およびプロゲステロン濃度は、卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。メタボローム解析によって、112物質の代謝物質が検出

された。レジスタンス運動前後の変動にフェーズ間で有意傾向がみられた物質はオルニチンおよびピルビン酸であった ($p < 0.05$, 図1)。

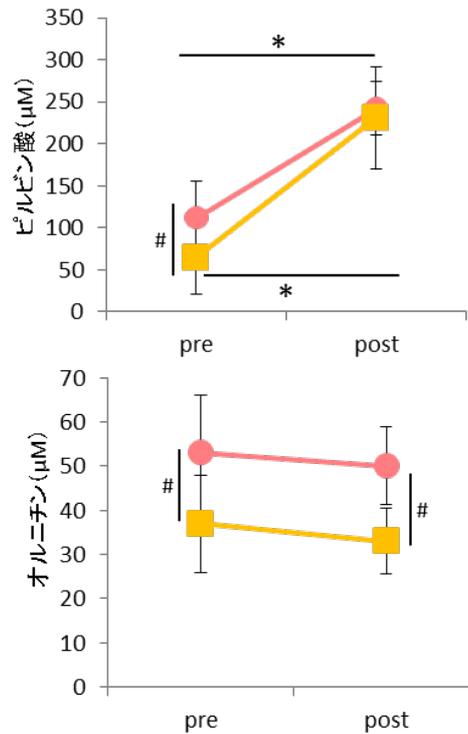


図1. レジスタンス運動前後の卵胞期(●)と黄体期(■)の代謝物質濃度の変化 * $p < 0.05$, pre vs post, # $p < 0.05$ FP vs LP

(2) 月経周期が持久性運動時の生体内代謝物質に与える影響 (2013年度)

血清エストラジオール濃度およびプロゲステロン濃度は、卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。メタボローム解析によって、149物質の代謝物質が検出された。そのうち、アラニン、オルニチン、シトルリンは卵胞期に比べて黄体期に有意に低い値を示した ($p < 0.05$, 図1)。さらに持久性運動前後の血中代謝物質の変動にフェーズ間で有意な差が認められた物質は、アスパラギン酸であった ($p < 0.05$)。

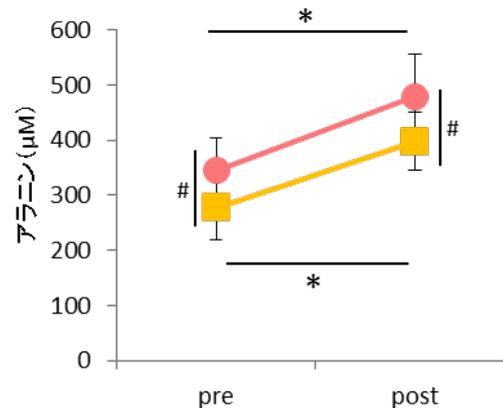


図2. 持久性運動前後の卵胞期(●)と黄体期(■)のアラニンの変化 * $p < 0.05$, pre vs post, # $p < 0.05$ FP vs LP

以上のことから、月経周期のフェーズによって、運動刺激に対する血中代謝物質変動が異なることが示された。本研究で得られた知見は、女性を対象とした月経周期を考慮したトレーニングプログラムの開発に貢献しうると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計6件)

- 1) Sakamaki M, Yasuda T, Sato Y, Abe T, Comparison of low-intensity blood flow-restricted training-induced muscular hypertrophy in eumenorrheic women in the follicular and luteal phase and age-matched men, *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 査読有, 32(3), 185-191, 2012
- 2) M. Sakamaki-Sunaga, J.P. Loenneke, R.S. Thibaud, T. Abe, Onset of blood lactate accumulation and peak oxygen uptake during graded walking test combined with and without restricted leg blood flow, *Comparative Exercise Physiology*, 査読有, 8(2), 17-122, 2012
- 3) 須永美歌子, 岡本孝信, 中里浩一, レジスタンストレーニングによる筋肥大効果は、卵胞期と黄体期で違うのか、*健康医科学*, 査読無, 28, 92-100, 2013
- 4) Hayao Ozaki, Tomohiro Yasuda, Riki Ogasawara, Mikako Sakamaki-Sunaga, Hisashi Naito, Takashi Abe, Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: role of blood pressure during training sessions, *European Journal of Applied Physiology*, 査読有, 113 (1), 167-174, 2013
- 5) Okamoto T, Sakamaki-Sunaga M, Min S, Miura T, Iwasaki T, Acute effect of brisk walking with graduated compression stockings on vascular endothelial function and oxidative stress, *Clin Physiol Funct Imaging*, 査読有, 33(6), 455-462, 2013
- 6) Okamoto T, Min S, Sakamaki-Sunaga M, Arterial compliance and stiffness following low-intensity resistance exercise, *European Journal of Applied Physiology*, 査読有, 114(2), 2013

[学会発表](計16件)

- 1) 砂見綾香、日田安寿美、片桐麻里、渡邊哲也、田村弘司、草野崇一、児玉俊明、横山友里、吉崎貴大、多田由紀、須永美歌子、川野因、発酵ニンニクサプリメントの摂取が一過性自転車運動後の疲労回復に与える影響、第66回日本栄養・食糧学会大会、2012.5.18~5.22、東北大学(宮城)
- 2) 岡本孝信、関石基、須永美歌子、疲労困憊に至る低強度レジスタンス運動は動脈ス

ティフネスを増加させる?第20回日本運動生理学会大会、2012.7.28~29、筑波大学(茨城)

- 3) 岡本孝信、関石基、須永美歌子、三浦隆、岩寄徹治、段階的圧迫機能を持つソックスを使用したウォーキングは血管内皮機能を向上させる、第155回日本体力医学会関東地方会、2012.7.7、横浜薬科大学(神奈川)
- 4) Seok Ki MIN, Fuminori KAWABATA, Takanobu OKAMOTO, Mikako SUNAGA, Koichi NAKAZATO Effect of Fish Protein Intake on Muscle Mass, Strength, Damage, and Serum Lipids Indicators in Collegiate Shorinji Athletes, The 23rd International Sport Science Congress, 2012.8.8, 韓国
- 5) 須永(坂牧)美歌子、中村亜紀、丸山麻子、藤田 聡、メタボローム解析からみた月経周期が女性アスリートのエネルギー系代謝物質に与える影響、第67回日本体力医学会、2012.9.14~16、長良川国際会議場(岐阜)
- 6) 岡本孝信、関石基、向本敬洋、須永美歌子、低強度筋力トレーニングにおける動脈スティフネスはトレーニング頻度を高めても増加しない、第67回日本体力医学会、2012.9.14~16、長良川国際会議場(岐阜)
- 7) 関石基、岡本孝信、須永美歌子、中里浩一、ACTN3 遺伝子 R アレルは加齢に伴う筋力低下を緩やかにする、第67回日本体力医学会、2012.9.14~16、長良川国際会議場(岐阜)
- 8) 砂見綾香、日田安寿美、片桐麻里、渡邊哲也、田村弘司、草野崇一、児玉俊明、横山友里、吉崎貴大、多田由紀、須永美歌子、川野因、ニンニク搾汁液乾燥粉末の摂取が一過性自転車運動後の免疫応答、疲労に与える影響、第157回日本体力医学会関東地方会、2013.3.30、日本体育大学(東京)
- 9) M. Sakamaki-Sunaga, SK. Min, K. Kamemoto, T. Okamoto, Comparison of resistance training-induced muscular hypertrophy in the follicular phase and luteal phase, 60th American College of Sport and Medicine Annual Meeting, 2013.5.28~2013.6.1, Indianapolis, Indiana
- 10) 砂見綾香、香取直貴、横田啓、田村弘司、草野崇一、児玉俊明、須永美歌子、横山友里、吉崎貴大、多田由紀、日田安寿美、川野因、2か月にわたる発酵ニンニクサプリメントの摂取が一過性自転車運動後の免疫能および疲労に与える影響、第67回日本栄養食糧学会大会、2013.5.24~2013.5.26、名古屋大学(愛知)
- 11) 須永美歌子、丸山麻子、運動習慣は月経周期による血中代謝物質の変化に影響を与えるか、メタボローム解析による検討、第21回運動生理学会大会、2013.7.28、東京国際大学(埼玉)
- 12) 岡本孝信、須永美歌子、関石基、三浦隆、岩寄徹治、段階的圧迫機能を持つストッキン

グを着用したウォーキングが血管内皮機能と酸化ストレスに及ぼす影響、第 21 回運動生理学大会、2013.7.27、東京国際大学(埼玉)

13) 岡本孝信、須永美歌子、関 石基、吉田翔、渡辺裕斗、小笠原理紀、筋力トレーニングにおける脱トレーニングは動脈スティフネスの増加を抑制する、第 68 回日本体力医学会大会、2013.9.21～2013.9.23、日本教育会館(東京)

14) 吉田 翔、渡辺裕斗、関 石基、須永美歌子、岡本孝信、筋力トレーニングにおける脱トレーニングが伸張性および短縮性筋力に及ぼす影響、第 68 回日本体力医学会大会、2013.9.21～2013.9.23、日本教育会館(東京)

15) 須永(坂牧)美歌子、丸山麻子、亀本佳世子、中村亜紀、佐藤幸治、藤田 聡
月経周期が女性アスリートの持久性運動時の血中代謝物質に与える影響、第 68 回日本体力医学会大会、2013.9.21～2013.9.23、日本教育会館(東京)

16) 須永美歌子、亀本佳世子、岡本孝信
月経周期を考慮したレジスタンストレーニングプログラムが筋機能向上に与える影響、第 23 回体力・栄養・免疫学会大会、2013.9.1、日本体育大学(東京)

〔図書〕(計 1 件)

1) 中里浩一、岡本孝信、須永美歌子、1 から学ぶスポーツ生理学、有限会社 NAP、2012

6. 研究組織

(1) 研究代表者

須永 美歌子 (SUNAGA MIKAKO)

日本体育大学女子短期大学部・体育科・准教授

研究者番号：70534064