

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：12102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K21199

研究課題名（和文）一過性運動後の身体活動の減少を抑える運動法の開発：断続的な運動形態に着目して

研究課題名（英文）Investigation of exercise strategy for preventing post-exercise reduction in physical activity: Focusing on exercise pattern during treadmill running

研究代表者

船橋 大介（Funabashi, Daisuke）

筑波大学・体育系・研究員

研究者番号：90963695

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000 円

研究成果の概要（和文）：運動は身体活動量を増やす有力な手段である一方で、運動時間外の身体活動量を減少させてしまうことも報告されている。本研究は、運動形態（断続運動 or 持続運動）に着目し、一過性運動がその後の身体活動量に及ぼす影響を検証した。その結果、断続運動よりも持続運動の方が運動後に身体活動量が減少しやすい運動形態である可能性が示された。いずれの条件でも運動量は同じであるため、運動時のエネルギー消費量とは別の要因により運動後の身体活動量が調節されている可能性がある。よって、身体不活動を防ぐために運動を活用するには、運動形態に着目し、運動後の身体活動量を減少させないような運動戦略を検討することが重要かもしれない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、たとえ同じ運動量であっても、運動形態の違いにより運動後の身体活動量の応答が変化することが明らかになった。つまり、身体不活動を防ぐために運動を活用するには「運動時にどれだけ身体活動量を増やすか」だけでなく、「運動後に身体活動量が減少しにくい」といった視点を持つことも重要であると考えられる。本知見は、不活動を防ぐための効果的な運動戦略の解明に新しい示唆をもたらし、不活動に関連した健康被害の改善に貢献する可能性を秘める。さらに、今回用いた動物モデルを活用することで、運動後に身体活動量が減少する生体内メカニズムの解明やバイオマーカーの検討が進むことが期待される。

研究成果の概要（英文）：Since physical activity is sometimes decreased following exercise, investigation of exercise strategies that prevent decreased physical activity following exercise is required for achieving a comprehensively active lifestyle. Therefore, this study examined the effect of the exercise pattern (intermittent or sustained) during treadmill running on post-exercise physical activity in mice. Consequently, despite mice engaged in the same volume of exercise, physical activity was decreased following exercise in mice that exercised in a sustained pattern, but not in mice that exercised in an intermittent pattern. Hence, to avoid post-exercise reduction in physical activity, it may be preferable to engage in exercise in an intermittent pattern.

研究分野：運動生理学

キーワード：運動 身体活動 非運動性身体活動 運動形態 身体不活動

1. 研究開始当初の背景

文明の発展に伴い人々の生活が便利になった一方で、身体活動の機会は減少し、身体不活動が世界的に蔓延した。特に高所得国では、国民の約 37% が身体不活動であり、この水準は年々悪化している (Guthold et al., *Lancet Glob Health*, 2018)。身体不活動は様々な生活習慣病や精神疾患の危険因子となることから (Booth et al., *Physiol Rev*, 2017)、人々の心身の健康を保つには不活動の予防・改善が必要不可欠である。しかしながら、新型コロナウイルス感染症の流行により生活様式が変化し、不活動はより深刻化した (Tison et al., *Ann Intern Med*, 2020)。特に、生活活動に付随する運動以外の身体活動 (NEPA: Non-Exercise Physical Activity) の著しい減少が懸念されている。運動は身体活動量を増やすための最も有力な手段とされているが、運動の実施によりマウスの NEPA が減少することも報告されている (Quintanilha et al., *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 2021)。よって、身体不活動の予防・改善を目指して運動を取り入れるには、どのような運動であれば運動後に NEPA が減少しにくいかどうか検討する必要がある。

当研究室の知見から、トレッドミルのレーン長に応じてマウスの運動形態は変化し、長いレーンでは運動形態が断続的になり、短いレーンでは持続的になることが示されている。さらに、持続運動よりも断続運動の方がマウスの走行可能時間が長くなり、断続運動は疲労しにくい運動形態である可能性が示されている。本知見を踏まえて、「持続運動と比較して断続運動はその後の NEPA を減少させにくい運動形態である」と仮説を設定した。

2. 研究の目的

本研究では、トレッドミル走時のマウスの運動形態がその後の NEPA に及ぼす影響を検証することとした。まず、持続運動と比較して断続運動は、その後の NEPA を減らしにくい運動形態かどうか検証した。また、各運動形態における運動後の生化学的応答について検証し、運動後に NEPA が変化する要因を検討した。

3. 研究の方法

(1) 被験動物

成体雄性 C57BL6J マウスを安静群と断続運動群、持続運動群の 3 群に分け、実験を行った。

(2) 実験 1 | Non-exercise Physical Activity の評価

マウスを搬入後、飼育環境に 1 週間慣らし、身体活動量を計測するための小型デバイスを腹腔内へ埋め込んだ。1 週間の回復期間の後、すべてのマウスに対してトレッドミル走への慣らしを行った。安静群と断続運動群は 30 cm のレーン長、持続運動群は 15 cm のレーン長のトレッドミルを使用した (図 1A)。2 日間の休息日を設けた後、計 5 日間の身体活動量を計測した。初めの 2 日間はベースライン値の測定とし、その翌日の明期初めにトレッドミル走を実施した。運動時間は 30 分、走行速度は 15m/分とした。ホームケージ内での身体活動量 (NEPA) (図 1B) を解析対象とし、運動時の値は除いた。

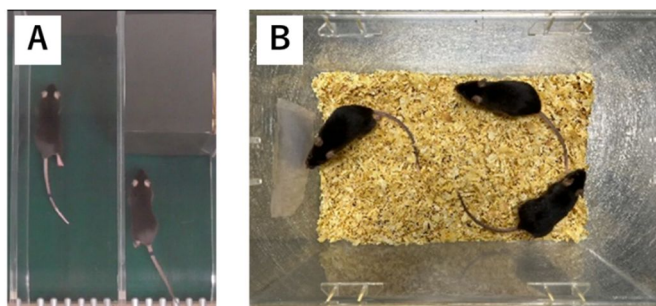


図 1：トレッドミル(左:長レーン, 右:短レーン)(A)と飼育ケージ(B)

(3) 実験 2 | 生化学的指標の評価

実験 1 と同様にマウスをトレッドミル走へ慣らした後、同様の運動を施した。運動直後に採血し、血中乳酸と血漿コルチコステロンを評価した。血中乳酸は YSI2500 により測定し、血漿コルチコステロンは ELISA 法により測定した。

4. 研究成果

(1) 運動形態の違いによる運動後 NEPA 応答の変化

各群における運動前と運動後 1 日目の NEPA の日内推移を示した (図 3A - C)。安静群では運動前後で NEPA は変化せず、断続運動群では運動後 1 日目の暗期 3 時間目に NEPA が減少し、持続運動群では運動後 1 日目の暗期 2, 3, 4, 6 時間目に NEPA が減少した。暗期の NEPA について、運動前から運動後 1 ~ 3 日目における変化率を示した (図 3D)。持続運動群でのみ、運動後 1 日

目に暗期の NEPA が減少した。

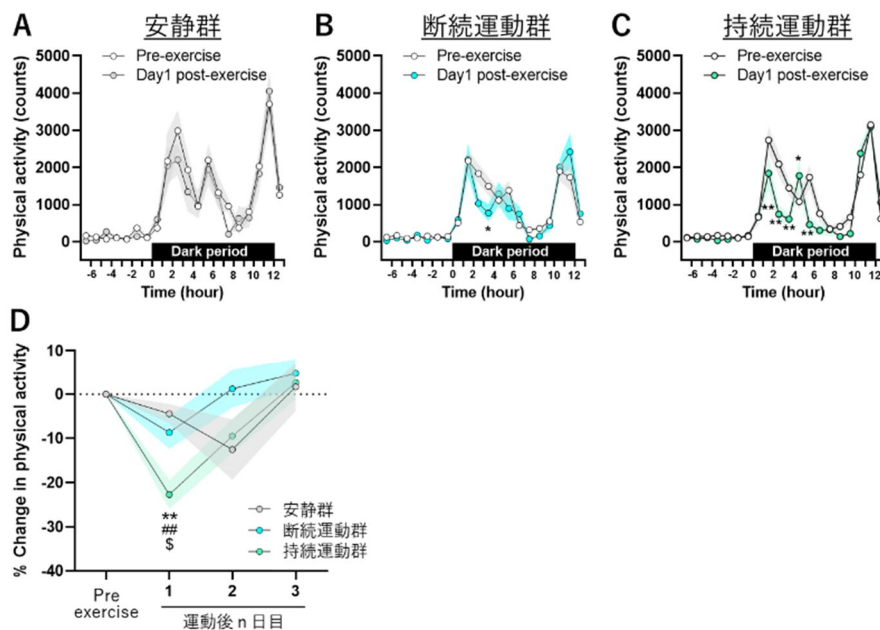


図 2：運動がその後の身体活動量に及ぼす影響

*p < 0.05, **p < 0.01 vs. Pre、##p < 0.01 vs. 安静群、\$p < 0.05 vs. 持続運動群

(2) 各運動形態における運動後の生化学的応答に関する検討

運動直後の血中乳酸と血漿コルチコステロンにおいては、群間で差は確認されなかった。

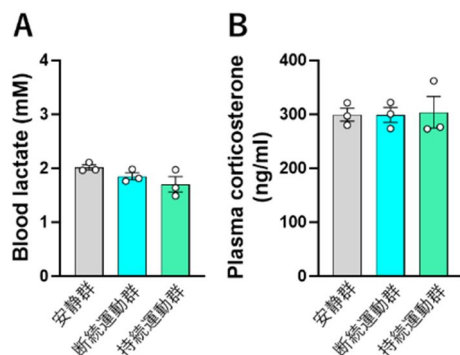


図 3：運動後の血中乳酸(A)と血漿コルチコステロン(B)

(3) まとめ

本研究より、断続運動は持続運動よりも運動後の NEPA を減少させにくい運動形態である可能性が示唆された。両運動群の走行距離は同じであることから、運動時のエネルギー消費量に依存しない要因により運動後の NEPA が調節されていることを意味する。今後の展開として、運動形態の違いにより運動後の NEPA 応答が変化する要因について更なる検証を進めていく必要がある。

<引用文献>

Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health*. 6(10):e1077-e1086, 2018.

Booth FW, Roberts CK, Thyfault JP, Rueggsegger GN, Toedebusch RG. Role of Inactivity in Chronic Diseases: Evolutionary Insight and Pathophysiological Mechanisms. *Physiol Rev*. 97(4):1351-1402, 2017.

Tison GH, Avram R, Kuhar P, Abreau S, Marcus GM, Pletcher MJ, Olgin JE. Worldwide Effect of COVID-19 on Physical Activity: A Descriptive Study. *Ann Intern Med*. 173(9):767-770, 2020.

Quintanilha ACS, Benfato ID, Santos RLO, Antunes HKM, de Oliveira CAM. Effects of acute exercise on spontaneous physical activity in mice at different ages. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 13(1):78, 2021.

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 1件）

1. 著者名 Funabashi Daisuke, Dobashi Shohei, Sameshima Kazuki, Sagayama Hiroyuki, Nishijima Takeshi, Matsui Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Acute Vigorous Exercise Decreases Subsequent Non-Exercise Physical Activity and Body Temperature Linked to Weight Gain	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Medine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1249/MSS.0000000000003487	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 -

〔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 橋 大介、土橋 祥平、鮫島 和貴、下山 寛之、西島 壮、松井 崇
2. 発表標題 一過性の高強度運動後に生じる自発活動性と体温の低下：コルチコステロンの関与
3. 学会等名 第31回日本運動生理学会大会
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
---------	---------