

<研究資料 (査読なし)>

大学生女子新体操選手における間欠的走運動後の エネルギー消費量

古泉 佳代¹⁾, 趙 秋華²⁾, 木皿久美子³⁾
Kayo KOIZUMI, Chuhwa CHO, Kumiko KISARA

I. 目的

アスリートが競技力向上をするために、体重管理は必要である。なかでも新体操競技では、しなやかで美しい痩身な身体が競技力を支えている⁵⁾。選手は、日常的に体重計測を行い、適正な体重や体脂肪率を維持するように努力しており、競技力により体型も異なることが報告されている¹⁾。しかし、トレーニング内容が同等であり、ほぼ同じ食事を摂取したとしても、体重変動には個人差があり、選手の中には思うように減量ができない者もみられる。女子アスリートの体重変動に関しては、欠食や偏食により貧血や骨粗鬆症といった健康へのリスクや、競技力の低下リスクを抱えている等の食生活に関する報告がみられる。新体操選手の身体活動量に関しては、木皿ら⁶⁾は、新体操選手の基礎代謝量は、同世代の参照体重による日本人女性と比較して高く、体重あたりの基礎代謝量や除脂肪量あたりの基礎代謝量もDRI式の基礎代謝基準値やJISS式と比べて高値を示す事を明らかにした。しかしトレーニングや、日常生活といったエネルギー消費量と減量との関連を検討した報告は少ない。

一日の総エネルギー消費量は、安静時代謝量、食事誘発性熱産生及び身体活動によるエネルギー消費量で構成される。運動でのエネルギー消費量は運動中のみならず運動後にも影響を及ぼす⁷⁾。運動後のエネルギー消費量は、レジスタンストレーニングの運動強度や運動時間が影響することや、休息時間を挟みながらの間欠的な運動においては、運動強度と運動時間の合計が同一であれば、連続的に運動した場合と同等のエネルギー消費量が得られ、運動終了後はより多大な運動後過剰酸素消費が得られること⁴⁾等が報告されており、運動後のエネルギー消費量には、運動強度・時間との関連があることは明らかである。さらに運動直後1時間程度の早い段階と、その後の長時間でのエネルギー消費量に分類され検討が行われている。しかし、個人の体重変動との関連を検討した報告はみられな

い。そこで本検討では体重変動の有無と運動直後のエネルギー消費量の関連を検討することとした。

II. 方法

1. 対象者

対象とした9名の年齢、身長、体重、BMI、最大酸素摂取量はそれぞれ、 19.7 ± 0.9 (最小18-最大21) 歳、 159.4 ± 3.8 (154.0-163.0) cm、 50.9 ± 4.4 (45.9-61.6) kg、 20.0 ± 1.5 (18.1-23.2) kg/m²、 45.9 ± 6.5 (37.4-54.1) ml/kg/minだった。本研究は、日本女子体育大学倫理委員会の承認を受けており(申請番号2015-14)、被験者全員にインフォームド・コンセントを実施し、書面での同意を得た。

2. 実験デザイン

全ての測定は2015年8~9月のトレーニング期に実施した。本実験は身体組成および体力測定、走運動及び安静状態の測定を含め、被験者一人につき測定を2回行った。被験者は実験初日に、身体組成及び最大酸素摂取量(以下、VO₂maxと示す)測定を実施した。次に、3~6週間の間隔を空けて、15分間3セット(10分休息)の間欠的有酸素運動及び走運動後の呼気ガスを測定した。安静時の呼気ガスは快適なベッドで仰臥安静を保ち、90分間測定した。被験者には、実験前日の運動、飲酒を禁止し、さらに夜9時以降に飲水以外の飲食およびカフェインの摂取を行わないこととした。食事は当日の朝食まで2日間(6食:朝昼夕各2食)の食事コントロール(1765±191kcal, PFC比率14.5%:19.0%:65.5%)をし、当日の朝食は測定開始の2時間前までに済ませておくようにした。これらの実験は、すべて空調設備のある実験室にて室内温度を24℃に設定して実施した。

3. 最大酸素摂取量の測定

VO₂maxはトレッドミル(BIOMILL BM-2200 S&ME社製)を用いて漸増負荷法で実施した。測定の2時間前までに食事を終え、常温の水のみ摂取するようにした。測定開始から最初の2分間は100m/minの速度で走行し(傾斜1%)、1分ごとに20m/minず

¹⁾ 日本女子体育大学(准教授)

²⁾ 大学院スポーツ科学研究科

³⁾ 日本女子体育大学(助教)

つ速度を上昇させ疲労困憊に至るまで測定した。運動中の酸素摂取量測定は呼吸ガス分析器（AR-1アルコシステム社製）を用いて測定した。心拍数は心拍計（ハートレートモニター 810i Polar社製）を用いて測定した。主観的運動強度（Rating of Perceived Exertion 以下RPE）は1ステージ（1分間）終了10秒前に自己申告してもらい記録した。最大酸素摂取量の基準⁸⁾を参考にして作成し、①酸素摂取量のプラトー現象がみられたとき、②HRが（220-年齢）に達したとき、③呼吸交換比が1.1以上するとき、④RPEが19または20のとき、のうち2つ以上当てはまった場合、または対象者の自己申告及び測定者の判断により測定を終了した。

4. 走運動条件

走運動時のプロトコルを図1に示した。すべての被験者は同じトレッドミルを用いて走運動を行った。運動強度は事前に測定したVO₂maxから一回帰直線を算出し外挿法で%VO₂maxを設定し、両運動条件ともに60%VO₂max速度に設定した。走運動は10分間の休息をはさみながら3セット実施した（RUN1～RUN3）。その後90分間の仰臥安静状態の呼吸ガス測定を行った。走運動間の休息1（REST2）、休息2（REST3）、休息3（REST4）はすみやかに座位姿勢になり、呼吸ガス分析装置に接続されたフェイスマスクを装着して後半5分間の呼吸を採気した（以下、REST2、REST3、REST4と示す）。座位安静の間は、音楽鑑賞およびDVD鑑賞を許可したが、移動および睡眠、摂水を禁止した。3セット目の休息（REST4）終了後に、呼吸ガス分析装置に接続されたフードを用いて仰臥安静を維持し90分間の呼吸ガスを測定した（REST5）。

走運動実験の当日、被験者は食後2時間以上絶食の状態を実験室に来室し、身体組成を測定後、心拍ベルトと呼吸ガス測定のマスクを装着した。そして、快適

な椅子にて10分間の座位安静を保った後、走運動前に10分間の安静時（以下、REST1と示す）の呼吸ガスを測定した。その後、走運動を行った。呼吸ガス及び心拍数の測定は運動開始5分前から走運動終了まで継続して測定した。

5. 測定項目及び測定方法

(1) 身体組成測定

身体組成測定は、身長（ST2Mヤガミ社製）、体重、体脂肪率を測定した。体重及び体脂肪率はInbody 430（インボディジャパン社製）を使用し、朝食前に測定した。

(2) 呼吸ガスの測定

全ての呼吸ガス測定は、ミキシングチャンバー方式のポータブルガスモニター（AR-1アルコシステム社製）を用いた。REST1～REST4はフェイスマスクを装着して換気量、酸素濃度、二酸化炭素濃度を15秒間隔で測定した。REST5の90分間の仰臥安静状態はフードを用いて換気量、酸素濃度、二酸化炭素濃度を1分間隔で測定した。VO₂maxと二酸化炭素排出量から呼吸交換比（respiratory exchange ratio, 以下、RER）を求め、エネルギー消費量はWeirの式で算出した。

6. 分析

体重変動に関しては指導者の観察と体脂肪率により、体脂肪率の平均値22%以上で体重変動が有る群5名（以下、High群と示す）と、体脂肪率の平均値22%未満で変動が無い群3名（以下、Low群と示す）に群分けした。2群間の身体組成及び測定値に関してはt検定を用い、REST1～REST5のエネルギー消費量の推移に関しては、測定回数もしくは時間×群の2要因の繰り返しのある2元配置分散分析を用いた。

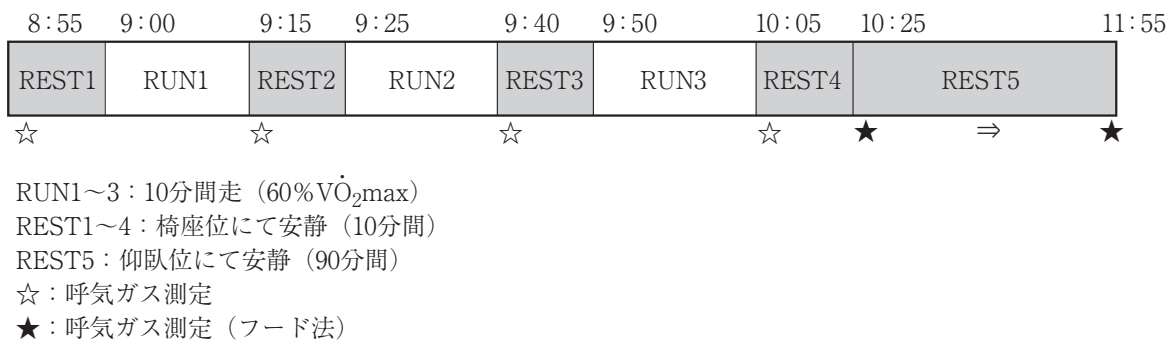


図1 測定プロトコル

表1 身体組成

	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI	体脂肪率 (%)	骨格筋量 (kg)	体脂肪量 (kg)	除脂肪量 (kg)
High群 (n=3)	159.4±3.8	53.9±6.8	21.1±2.1	26.3±3.3	21.5±2.2	14.2±3.4	39.6±3.7
Low群 (n=5)	159.6±4.3	48.9±2.0*	19.2±0.7	19.2±1.4*	21.5±0.6	9.4±1.0*	39.5±1.2

*：t検定の結果、有意差有り

Ⅲ. 結果及び考察

1. 身体組成及びエネルギー消費量

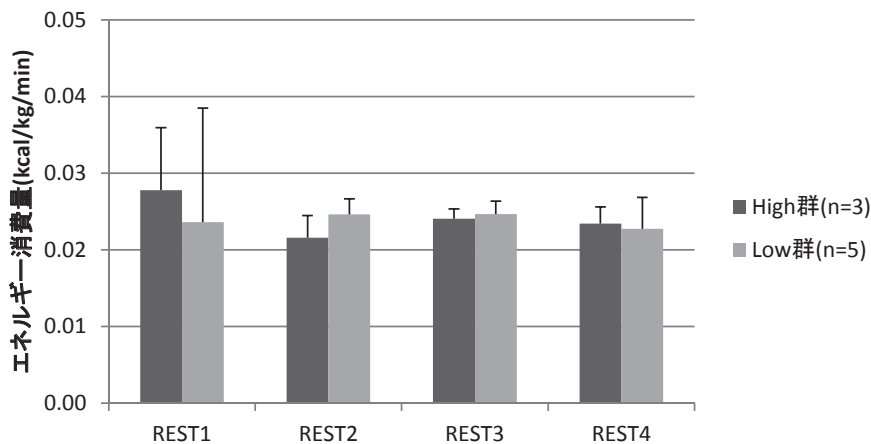
体重変動の有無による2群間で、体脂肪率はLow群が $19.2 \pm 1.4\%$ に対しHigh群は $26.3 \pm 3.3\%$ と有意に高値を示した(表1)。また体脂肪量においてもLow群が $9.4 \pm 1.0\text{kg}$ に対しHigh群は $14.2 \pm 3.6\text{kg}$ と有意に高かった。しかし、最大酸素摂取量には有意差は認められなかった(表1)。走運動前のエネルギー消費量及び、休息時のエネルギー消費量にも有意差は認められなかった。REST1ではHigh群のエネルギー消費量が $0.028 \pm 0.008\text{kcal/kg/min}$ に対し、Low群が $0.024 \pm 0.015\text{kcal/kg/min}$ でありHigh群が高い傾向を示した(図2)。

思春期前のエリート新体操選手を対象にしたMichopoulouら⁸⁾の研究では、 VO_2max は一般女子より有意に高値を示し、 43.5ml/kg/min であることを報告している。本検討は大学生女子選手であるが、ほぼ違いが見られなかった。

2. 90分間の安静時のエネルギー消費量及びRER

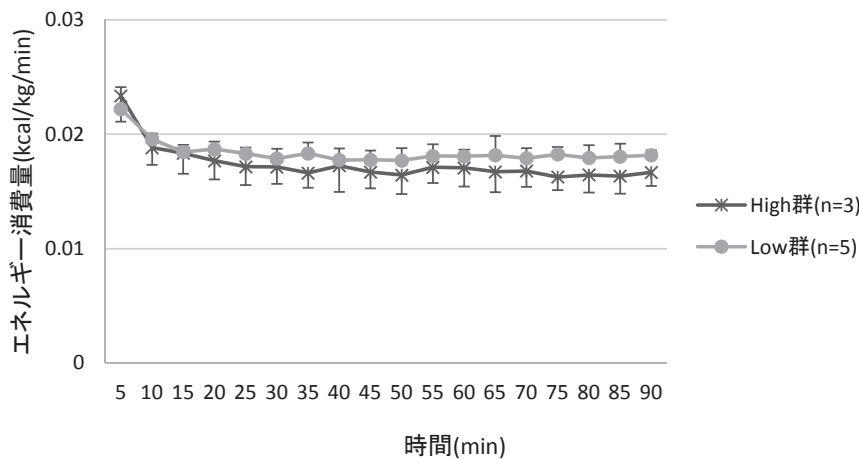
本検討では、新体操の練習を想定し、走運動は $60\% \text{VO}_2\text{max}$ 速度で15分間の走運動を3回実施した。その結果、走運動後のエネルギー消費量及びRERは、体重変動の有無による2群間で有意差は認められず、90分間のエネルギー消費量は $83 \pm 5\text{kcal}$ だった(図3、図4)。走運動後のエネルギー消費量は、High群はLow群より高値を示しながら推移していた。運動後のエネルギー消費量にはトレーニング効果の影響を受けるとの見解と受けないという見解がある。本検討では日常的に運動習慣がある者が対象であったため、運動後のエネルギー消費量には体重変動の影響はみられないことが推察された。RERは有意差は認められなかったものの、High群の方が高値を推移していたことから、High群はLow群より糖質代謝が亢進していたことが考えられた。

本検討では、体脂肪率の22%を基準とし、体重変動のしやすさを指導者が判断した結果、90分間のエネルギー消費量の推移には有意差が認められなかった。



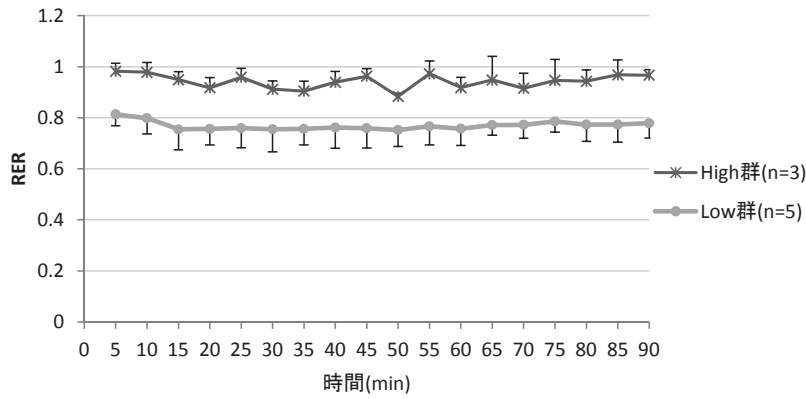
- 二元配置分散分析の結果、測定回数、群、測定回数×群に有意差無し

図2 安静時のエネルギー消費量



- 二元配置分散分析の結果、群、時間×群に有意差無し、時間 : $p < 0.05$

図3 走運動後のエネルギー消費量



• 二元配置分散分析の結果, 群, 時間×群に有意差無し, 時間 :p<0.05

図4 走運動後のRER

対象者数を増やすとともに, 体重変動の有無を示す客観的な指標を用いて検討をすることが課題である。

IV. 結論

本検討では, 新体操の練習を想定し, 走運動は60%VO₂max速度で15分間の走運動を3回実施した。その結果, 走運動後のエネルギー消費量及びRERは, 体重変動の有無による2群間で有意差は認められなかった。

付 記

本研究は平成27年度共同研究費の補助を受けて行ったものである。

謝 辞

本研究の実施にあたり, 快くご協力頂きました, 新体操部の部員のみなさまに厚くお礼申し上げます。

引用文献

1. 趙秋華, 高橋弥生, 大森茜, 木皿久美子, 古泉佳代 (2017) 大学生新体操選手の競技レベルによる形態の違い, 日本女子体育大学スポーツトレーニングセンター紀要20: 13-16.
2. Eleni Michopoulou, Alexandra Avloniti, Antonios Kambas, Diamanda Leontsini, Maria Michalopoulou (2011) Elite Premenarcheal Rhythmic Gymnasts Demonstrate Energy and Dietary Intake deficiencies during Periods of Intense Training. 23, 560-572.
3. Guidetti L., Baldari C., Capranica L., Persichini C., Figura F. (2000) Energy cost and energy sources of ball routine in rhythmic gymnasts. Int. J. Sports Med. Apr; 21 (3) : 205-209.

4. 韓一栄, 向本敬洋, 植田央, 清田寛, 大野誠 (2012) 間欠的な有酸素運動における運動中および運動後の酸素摂取動態, 1: 1-7日本体育大学スポーツ科学研究.
5. 石崎朔子, 小久保友貴, 横山友里, 木皿久美子, 橋爪みすず, 川野因 (2014) 新体操競技における身体組成のとらえ方, 体育の科学64: 186-193.
6. 木皿久美子, 川野因, 中井あゆみ, 橋爪みすず, 古泉佳代, 夏井裕明, 石崎朔子 (2015) 減量期新体操選手の基礎代謝量の推定式の検証, 日本女子体育大学紀要, 第45巻, 97-104.
7. Kazunori Ohkawara, Yuki Hikiyara, Tomoaki Matsuo, Edward L. Melanson, and Masanobu Hibi. (2012) Variable factors of total daily energy expenditure in humans. J. Phys. Fitness Sports Med., 1 (3) : 389-399.
8. 山地啓司 (2001) 最大酸素摂取量の科学, 杏林書院, 東京.

抄 録

本研究では, 日ごろから体重コントロールを行なっている女子大学生新体操選手を対象にして, 体重変動の有無で2群に群わけし, 走運動後のエネルギー消費量と体重変動との関連を検討した。走運動は60%VO₂max速度で15分間の走運動を3回実施した。その結果, REST1~4ではHigh群とLow群の有意差は認められなかった。走運動後のエネルギー消費量及びRERにおいても, 体重変動の有無による2群間で有意差は認められなかった。運動習慣があり, 日常的に体重変動を繰り返している者の運動後のエネルギー消費量には, 体重変動の影響はみられない可能性が考えられた。