

令和元年6月24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：2017～2018

課題番号：17H07402

研究課題名(和文) 減量前体脂肪率を指標としたアスリートの減量のためのエネルギー摂取目安量の確立

研究課題名(英文) Required energy deficit for weight loss of athletes based on percentage of body fat

研究代表者

近藤 衣美 (KONDO, EMI)

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・スポーツメディカルセンター・契約研究員

研究者番号：50515707

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)：本研究は、アスリートの減量前の体脂肪率と1kg減量するために身体から喪失するエネルギー量(エネルギー密度)との関連を明らかにし、減量時のエネルギー摂取量の目安を検討した。29名のアスリートを対象に、減量前後の体重と身体組成を測定し、体脂肪減少量を9,500 kcal、除脂肪減少量を1,020 kcalとして、身体から喪失したエネルギー量、1kgの減量のエネルギー密度を算出した。その結果、1 kgの減量時のエネルギー密度は $2,150 \pm 1,354$ kcalだった。また、減量前の体脂肪率と減量時のエネルギー密度に正の相関関係がみられたが、減量期間の影響を考慮すると、この関係性は認められなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、体重1 kgの減量には約7,500 kcalのエネルギーを不足させなければならないと考えられている。しかし、本研究のアスリートの減量で失われたエネルギー量は体重1 kgあたり2,150 kcalであり、現在用いられている約7,700 kcalよりも少なかった。その要因として減量前の体脂肪率と減量の日数が関与していると考えられた。アスリートの減量にはこれらを考慮した新たな減量時のエネルギーバランスの目安を提案できる可能性が考えられた。

研究成果の概要(英文)： This study aimed to investigate the relationship between the percentage of body fat and energy deficit required to lose 1 kg of body mass, considering the optimal energy intake for athletes to lose weight. The body mass and body composition of 29 athletes were measured before and after weight loss, and the energy deficit and energy density to lose weight were calculated from body composition changes, which came to 9,500 kcal as fat mass and 1,020 kcal as fat-free mass. Results revealed that the energy density of weight loss was $2,150 \pm 1,354$ kcal. When we controlled for length of weight loss on the relationship between percentage of body fat and energy density, we did not find partial correlation. Therefore, it is possible that energy density of weight loss for athletes is less than what is suggested by the current theory, which says that an energy deficit of 7,700 kcal is required per kg of body mass.

研究分野：スポーツ栄養学

キーワード：減量 エネルギー密度 身体組成 アスリート

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

一般的に体重 1 kg を減少させるために不足させるエネルギー量は 7,400~7,700 kcal だと考えられ、減量のための栄養指導やトレーニング指導が行われている。その根拠は脂肪組織の約 80%が脂肪 (9 kcal/g)、約 20 %が水分であり、体重減少の全てを脂肪組織で減少させることが前提となっている (Wishnofsky 1958、Webster 1984)。しかし、減量すると脂肪組織だけでなく除脂肪組織も減少する (Forbes 1987、Beavers 2011)。減量前の体脂肪量が 60 kg の人では体重減少に占める除脂肪組織の割合が少ないが、体脂肪量が 30 kg の人ではその割合が高く、さらに減量前の体脂肪量が同じ 30 kg でもエネルギー摂取量が 450 kcal 未満と極端に少ない場合には体重減少に占める除脂肪組織の量が多いことが報告されている (Forbes 2000)。このように減量によって減少する身体組成は減量前の体脂肪量とエネルギー摂取量によって異なる。除脂肪組織 1kg を 1,020 kcal、脂肪組織 1kg を 9,500 kcal (Silva et al. 2017、Heymsfield et al. 2014) とすると、体脂肪量 30kg の人の場合は体重 1 kg の減量で不足させるエネルギー量は約 4,600 kcal でありと考えられた。したがって、さらに体脂肪量の少ないアスリートでは体重 1 kg を減少させるために不足させるエネルギー量は現在、減量指導で用いられている 7,400~7,700 kcal よりも少ない可能性が考えられた。

表 1. 減量前の体脂肪量と一日あたりの摂取エネルギーの違いによる身体組成変化

減量前の体脂肪量 (一日の摂取エネルギー量)	体重減少に占める割合 (%)	
	除脂肪組織	脂肪組織
60kg (0-450 kcal)	32	68
30kg (0-450 kcal)	57	43
30kg (500-1000 kcal)	34	66
30kg (>1000kcal)	18	82

(Forbes GB 2000 より作成)

体脂肪量 30kg の人の 1kg の減量で
身体から失われたエネルギー量

$$1020\text{kcal} \times 0.57\text{kg} + 9500\text{kcal} \times 0.43\text{kg} = 4,666\text{kcal}$$

2. 研究の目的

本研究では、アスリートの減量前の体脂肪率と減量による身体からのエネルギー喪失量を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、29 名のアスリート (男性 27 名、女性 2 名) を対象に、減量前後の体重及び身体組成を測定した。減量期間及び減量幅は対象者の希望に合わせて設定した。対象者は、測定前日の 22 時まで夕食を終え、10 時間以上の絶食状態で研究室に集合した。測定 1 時間前まで水の摂取を許可した。対象者は水着に着替え、体重を体重計で測定した後、身体組成を二重エネルギー X 線吸収法 (DXA)、空気置換法 (ADP)、生体電気インピーダンス法 (BIA) で測定した。測定は減量前と減量後で同時刻に実施した。ADP の測定を実施できなかった 3 名のデータは、身体組成の 4 成分モデルの解析から除外した。

体重 1 kg の減量に身体から喪失したエネルギー量 (エネルギー密度) の算出には、現在身体組成測定法のゴールドスタンダードと考えられている DXA 及び身体組成の 4 成分モデルを用いた。身体組成の 4 成分モデルは、ADP による身体体積、DXA による骨塩量、BIA による体水分量及び体重を用いて算出した (Heymsfield et al. 1996)。減量前後の身体組成変化から、体脂肪減少量を 9,500 kcal/kg、除脂肪減少量を 1,020 kcal/kg とした (Silva et al. 2017、Heymsfield et al. 2014)、身体から喪失したエネルギー量、体重 1kg の減量で喪失したエネルギー密度を算出した。

4. 研究成果

対象者の減量期間は 15 ± 31 日 (2~120 日)、体重減少量は 4.2 ± 1.0 kg (0.9~5.6 kg) だった。DXA 法で測定した体脂肪減少量は 0.5 ± 0.6 kg (-0.3~2.4 kg)、除脂肪軟組織量 (除脂肪量から骨量を除いた重量) は 3.7 ± 1.3 kg (0.1~5.3 kg) であり、体重減少量に占める体脂肪の割合は $14 \pm 16\%$ 、除脂肪軟組織の割合は $83 \pm 22\%$ だった (図 1)。その結果、総エネルギー喪失量は $8,653 \pm 5,799$ kcal (1,405~25,098 kcal)、体重 1kg を減少させるためのエネルギー密度は $2,150 \pm 1,354$ kcal (312~5,591 kcal) だった。

一方、身体組成の 4 成分モデルで算出した体脂肪減少量は 1.1 ± 0.9 kg (-0.7~4.0 kg)、除脂肪減少量は 3.1 ± 1.3 kg (-0.3~5.7 kg) であり、体重減少量に占める体脂肪の割合は $29 \pm 27\%$ 、除脂肪量の割合は $71 \pm 27\%$ だった。体重 1 kg を減少させるためのエネルギー密度は $3,486 \pm 3,486$ kcal (-138~11,998 kcal) だった。

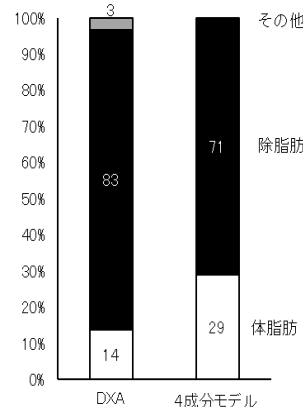


図 1. 体重減少量に占める体脂肪及び除脂肪量の割合

減量前の体脂肪率と減量時のエネルギー密度との間に有意な正の相関関係がみられた(図2、図3)。しかし、減量期間を変数として偏相関係数を算出すると、減量前の体脂肪率と減量時のエネルギー密度との関係に有意な関係は認められなかった($r=0.137$, $p=0.486$)。したがって、減量前の体脂肪率と減量時のエネルギー密度に見かけ上は関係があるようにみえたが、それは減量期間が影響していることによるものと推測された。

本研究の結果は、従来の減量指導で用いられている体重1kgの減量には7,400~7,700kcalを不足させるべきとの説を否定する結果であった。この結果は、アスリートの減量計画の考え方を見直すきっかけとなる可能性がある。本研究で得られた結果は肥満者や健康な人を対象にした、減量前の体脂肪量と減量時のエネルギー密度との関連をみた研究(Hall 2008)と一致しており、妥当な結果だったと考えられた。しかし、体脂肪率の低いアスリートは短期間で減量していたため、減量期間の影響を考慮すると減量前体脂肪率と減量時のエネルギー密度との関連性がみられなかった。その他の課題として、121日で1.0kgの減量した1名のアスリートでは、身体組成の4成分モデルによる身体組成変化では除脂肪量を0.3kg増加させ、体脂肪量を1.3kg減少させていたため、1kgの減量のためのエネルギー密度は11,998kcalと従来の7,700kcalを超えていた。アスリートにおいては、除脂肪量を増加させながら体脂肪量を減少させるケースは少なくない。このような場合には、筋量増加のために身体に貯蔵するエネルギーのほか、筋量やホルモンの合成のためのエネルギー消費量なども加算される一方で体脂肪量の減少によるエネルギーが身体から喪失することとなるため、さらに複雑化することが予測される。したがって、体脂肪率別の減量時のエネルギー密度の目安を検討するためには、さらなる検討が必要である。特に、体脂肪率の低いアスリートが長期間で減量した場合や筋量を増加させながら体重を減少させる場合については課題が残っている。しかし、体脂肪率の低いアスリートが長期間摂取エネルギー摂取量を制限した場合には、相対的なエネルギー不足による健康上の問題がみられる可能性がある(Mountjoy et al. 2018)ため、慎重に検討する必要がある。

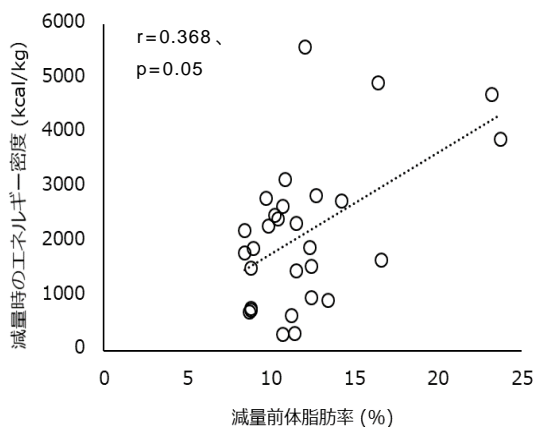


図2. DXA法による減量前体脂肪率と減量時のエネルギー密度の関係

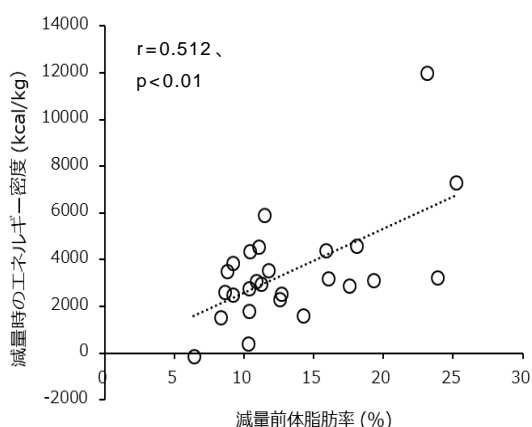


図3. 身体組成の4成分モデルによる減量前体脂肪率と減量時のエネルギー密度の関係

<引用文献>

- Wishnofsky M. Caloric equivalents of gained or lost weight. *Am J Clin Nutr.* 1958; 6:542-546.
- Webster JD, Hesp R, Garrow JS. The composition of excess weight in obese women estimated by body density, total body water and total body potassium. *Human nutrition Clinical Nutrition.* 1984; 38:299-306.
- Forbes GB. Lean body mass-body fat interrelationships in humans. *Nutrition reviews.* 1987; 45:225-231.
- Beavers KM, Lyles M, Davis CC, Wang X, Beavers DP, Nicklas BJ. Is lost lean mass from intentional weight loss recovered during weight regain in postmenopausal women? *Am J Clin Nutr.* 2011; 94:767-774.
- Forbes GB. Body fat content influences the body composition response to nutrition and exercise. *Ann NY Acad Sci.* 2000; 904:359-365.
- Heymsfield S, Wang Z, Withers R. Multicomponent molecular level models of body composition analysis. *Human Kinetics: Champaign, IL, USA,* 1996.
- Silva AM, Matial CN, Santos DA, Thomas D, Bosy-Westphal A, Mu LM, Heymsfield SB, Sardinha LB. Compensatory changes in energy balance regulation over one athletic season. *Med Sci Sports Exerc.* 2017; 49:1229-1235.
- Heymsfield SB, Gonzalez MC, Shen W, Redman L, Thomas D. Weight loss composition is

one-fourth fat-free mass: A critical review and critique of this widely cited rule. *Obes. Rev.* 2014; 15:310-321.

Hall KD. What is the required energy deficit per unit weight loss? *Int J Obes (Lond)*. 2008; 32(3):573-576.

Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, Lebrun C, Lundy B, Melin A, Meyer N, Sherman R, Tenforde AS, Torstveit MK, Budgett R. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018; 28(4):316-331.

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

Emi Kondo, Hiroyuki Sagayama, Yosuke Yamada, Keisuke Shiose, Takuya Osawa, Keiko Motonaga, Shiori Ouchi, Akiko Kamei, Kohei Nakajima, Yasuki Higaki, Hiroaki Tanaka, Hideyuki Takahashi, Koji Okamura. Energy deficit required for rapid weight loss in elite collegiate wrestlers. *Nutrients*. 査読有, 10, 2018, 536.

DOI:10.3390/nu10050536

Emi Kondo, keisuke Shiose, Yosuke Yamada, Takuya Osawa, Hiroyuki Sagayama, Keiko motonaga, Shiori Ouchi, Akiko Kamei, Kohei Nakajima, Hideyuki Takahashi, Koji Okamura. Effect of thoracic gas volume changes on body composition assessed by air displacement plethysmography after rapid weight loss and regain in elite collegiate wrestlers. *Sports*. 査読有, 7, 2019, 48.

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。