

主論文の要旨

**Resting energy expenditure depends on energy intake
during weight loss in people with obesity:
a retrospective cohort study**

肥満者において減量中の安静時エネルギー消費量は
エネルギー摂取量に依存する：
後ろ向きコホート研究

名古屋大学大学院医学系研究科 総合医学専攻
病態内科学講座 糖尿病・内分泌内科学分野

(指導：有馬 寛 教授)

半田 朋子

【緒言】

エネルギーバランスはエネルギー摂取量とエネルギー消費量によって調整される。エネルギー摂取量は食事により規定される一方、エネルギー消費量は安静時エネルギー消費量(REE、約 60%)、身体活動によるエネルギー消費量(約 30%)、食事誘発性熱産生(約 10%)から構成される。肥満症治療では、エネルギー摂取量をエネルギー消費量以下にコントロールする必要がある。しかし、肥満症患者において減量維持は容易ではなく、これは減量治療中に REE が低下することが一因となっている。減量後の REE は体組成の変化から予測される値以上に低下することが報告されており、Metabolic adaptation(代謝適応)と呼ばれている。これまでに減量とともに REE 低下が持続することが報告されている一方で、体重が減少しても REE が回復することを明らかにした報告もある。しかし、どのような条件で REE が回復するかは未だ不明である。本研究では、減量過程において REE 低下や回復を規定する因子を明らかにするために、肥満症治療目的に入院中の患者を対象に、減量過程における REE、エネルギー消費量、エネルギー摂取量、体重変化の関連を検討した。

【対象および方法】

2011 年 4 月から 2020 年 5 月までに名古屋大学医学部附属病院で肥満症治療目的に入院した患者 44 名の電子カルテデータを後ろ向きに解析した。対象は、20 歳以上で入院前は減量を行っておらず BMI(body mass index)が $30\text{kg}/\text{m}^2$ 以上の症例とした。入院中は主治医により設定された個別の食事が提供され、実際の摂取量が記録されるとともに、必要に応じてエネルギー摂取量が調整された。さらに運動可能な患者には理学療法士による運動療法が行われた。REE は携帯型間接熱量計を用いて週 1 回測定し、1 回目、2 回目、3 回目の測定をそれぞれ 1~3 日目(ベースライン)、5~11 日目(1 週目)、12~18 日目(2 週目)に施行した。REE 予測値(REEp)は Ganpule の式を用いて求め、REEm-p(代謝適応の指標)を REE 測定値(REEm)と REEp の差として定義した。減量中の体重、BMI、エネルギー摂取量、REE の前後比較には、一元配置分散分析と Tukey 検定を使用し、減量中のエネルギー消費量の前後比較には、paired t 検定を使用した。相関分析は Pearson 相関係数を用いた。検定有意水準は 5%未満とした。

【結果】

1 回目(ベースライン)、2 回目(1 週目)、3 回目(2 週目)の REE 測定を、それぞれ 44 名、38 名、17 名の患者に対して施行した(Fig. 1)。全 3 回の REE データのある 17 名において、男性は 12 名で平均年齢は 47.6 ± 12.4 歳、平均 BMI は $42.4 \pm 9.3\text{kg}/\text{m}^2$ であり、約 70.6%が 2 型糖尿病、94.1%が高血圧、88.2%が脂質異常症を有していた(Table. 1)。体重は 1 週後($-4.7 \pm 2.0\text{kg}$, $P < 0.001$)および 2 週後($-5.7 \pm 2.2\text{kg}$, $P < 0.001$)に有意に減少し、17 名全員が減量した(1 週間で $1.8 \sim 8.7\text{kg}$ 、2 週間で $2.7 \sim 9.7\text{kg}$ 減量)。REEp は 1 週後($-53.6 \pm 23.4\text{kcal}/\text{日}$, $P < 0.001$)および 2 週後($-65.6 \pm 25.1\text{kcal}/\text{日}$, $P < 0.001$)に有意に低下した。一方、減量過程で REEm または REEm-p に有意な変化

は認めなかった (Table. 2)。

1 週目または 2 週目のエネルギー摂取量/エネルギー消費量比と 1 週間または 2 週間後の REEm 変化はそれぞれ正の相関を認めた (1 週目で $r = 0.66$ 、 $P = 0.004$ 、2 週目で $r = 0.71$ 、 $P = 0.002$) (Table. 3、Fig. 2A、2B)。また、2 週目のエネルギー摂取量/エネルギー消費量比と 2 週間後の REEm 変化における回帰式は $y = 0.5257x - 43.579$ と示された (Fig. 2B)。これは 2 週目のエネルギー摂取量/エネルギー消費量比が 82.9 %であれば、減量中の REEm 変化は 0 % (すなわちベースライン時と同等)であることを示している。

また、1 週目または 2 週目のエネルギー摂取量/エネルギー消費量比と 1 週間または 2 週間後の REEm-p 変化に正の相関を認めた (1 週目で $r = 0.58$ 、 $P = 0.015$ 、2 週目で $r = 0.64$ 、 $P = 0.005$) (Table. 3、Fig. 2C、2D)。

さらに、1 回目と 2 回目の REE 測定を施行した 38 名においても、1 週目のエネルギー摂取量/エネルギー消費量比と 1 週間後の REEm または REEm-p 変化に有意な相関を認めた (Fig. 3)。また、エネルギー摂取量/REEm 比と、REE または REEm-p 変化においても有意な相関を認めた (Fig. 4)。体重変化と、REEm または REEm-p 変化、エネルギー摂取量/エネルギー消費量比の間には有意な相関は認めなかった (Table. 4)。

【考察】

本研究では REE 変化とエネルギー摂取量/エネルギー消費量比に有意な相関を認めたが、それぞれ体重変化とは相関を認めなかった。腎不全・心不全の患者や利尿剤内服中の患者では、入院中の塩分制限により体重が減少する可能性があり、体重変化はエネルギーバランスのみを反映しない場合もある。そのため、本研究のような減量過程急性期の変化においては、このような因子が体重変化を修飾していた可能性が示唆される。

また、REE 測定値と REE 予測値の差、すなわち代謝適応の指標がエネルギー摂取量/エネルギー消費量比と相関した。これよりエネルギー摂取量の制限を厳格にするほど代謝適応が大きくなること、すなわち REE が体組成変化からの予想値よりもさらに低下することが示された。さらに、減量 2 週目においても REE 変化がエネルギー摂取量/エネルギー消費量比と相関していることが示された。これまでに間欠的にエネルギー摂取制限を緩和することにより、長期的な体重減少を達成しながら減量に伴う REE 低下を抑制出来たことが報告されているが、エネルギー摂取制限の緩和は体重増加につながる可能性がある。本研究では減量開始 1 週後にエネルギー摂取量/エネルギー消費量比を一定以上に設定すると REE が低下しても 2 週間後の REE はベースラインレベルまで回復することが示された。従って、減量過程においても正確にエネルギー消費量を推定しそれに見合ったエネルギー摂取量を設定することで、代謝適応を最小限にとどめ、体重が増加することなく REE が回復する可能性が示された。

【結語】

REE 変化はエネルギー摂取量/エネルギー消費量比に依存し、減量過程においても正

確にエネルギー消費量を推定しそれに見合ったエネルギー摂取量を設定することで、REE 低下を最小限に抑えられる可能性が示唆された。