

キーワード: 除脂肪組織, 脂肪組織, 増加比率

【緒言】

アスリートでは脂肪組織 (Fat tissue: FT) を増加させず除脂肪組織 (Lean tissue: LT) を増加させることが望ましい。エネルギー含量は LT で約 1,000 kcal/kg、FT で 7,000 kcal/kg とされている。一方、これらの組織を合成するためのエネルギーは、合成されるタンパク質の多い LT が FT より多いと考えられる。組織を増加させるためのエネルギーは蓄積するものと合成のためのものとの合計なので、体重増加に要するエネルギーは、理論的には LT と FT の増加割合によって異なる。LT の増加は成長期に多く、成長につれて FT の増加が多くなると考えられる。

本研究では LT と FT のエネルギー含量を実測するとともに、成長時期の異なるラットを対象として、体重増加のためのエネルギーを検討し、LT を増加させるためのエネルギーを明らかにすることを目的とした。

【方法】

実験 1: 連立方程式によるエネルギー含量の求め方の妥当性の検討

1-1 <LT と FT のエネルギー含量>

7 週齢のラット 6 匹を安楽死させ、LT として腓腹筋とヒラメ筋、FT として腎周囲と後腹壁の脂肪組織を採取して、エネルギー含量をボンブカロリーメーターで定量した。得られた値を実験 1-2 および実験 2 の計算に用いた。

1-2 <屠体のエネルギー含量に基づく検討>

6 週齢と 8 週齢のラットを 6 匹ずつ安楽死させ、屠体のエネルギー含量をボンブカロリーメーターで求めた。LT と FT の蓄積量をそれぞれ ΔLT 、 ΔFT とし、6 週齢と 8 週齢の平均体重の差を Δ 体重、平均蓄積エネルギーの差を Δ 蓄積エネルギーとして以下の連立方程式で求めた。

$$\begin{cases} \Delta LT(g) + \Delta FT(g) = \Delta \text{体重}(g) \cdots (1) \\ \Delta LT(g) \times 1.25(\text{kcal/g}) + \Delta FT(g) \times 7.4(\text{kcal/g}) = \Delta \text{蓄積エネルギー}(\text{kcal}) \cdots (2) \end{cases}$$

実験 2: エネルギー摂取量および消費量に基づく検討

4 週齢 (W4)、6 週齢 (W6)、9 週齢 (W9)、14 週齢 (W14) の雄ラット (各群 6 匹) をエネルギー消費量測定チャンバーで 2 週間飼育した。飼育期間中は

飼料と水を自由摂取させ、体重、摂食量、消費エネルギーを毎日測定した。

飼育期間中の摂取エネルギーは、摂食量を代謝可能エネルギー効率 (75.1%) で補正して求めた。蓄積エネルギーは摂取エネルギーと消費エネルギーの差として求めた。合成・蓄積に利用されるエネルギーは消費エネルギーから推定基礎代謝量を差し引いて算出した。LT と FT の蓄積量は実験 1-2 の連立方程式で求めた。

【結果】

実験 1:

LT は 1.25 kcal/g、FT は 7.4 kcal/g だった。

6 週齢の平均体重は 132.4 g、8 週齢の平均体重は 346.6 g だった。ボンブカロリーメーターによる全身のエネルギー含量の平均は 6 週齢で 200.3 kcal、8 週齢で 648.5 kcal だった。したがって、2 週間で 448.2 kcal が 214.2 g の組織に蓄積していた。蓄積量は LT が 184.9 g、FT が 29.3 g、重量の増加比率は LT:FT = 86:14 だった。

実験 2:

平均体重増加は W4 が 132g、W6 が 118g、W9 が 44g、W14 が 28g だった (図 1)。

図 2 に代謝可能エネルギーとその分布を示した。

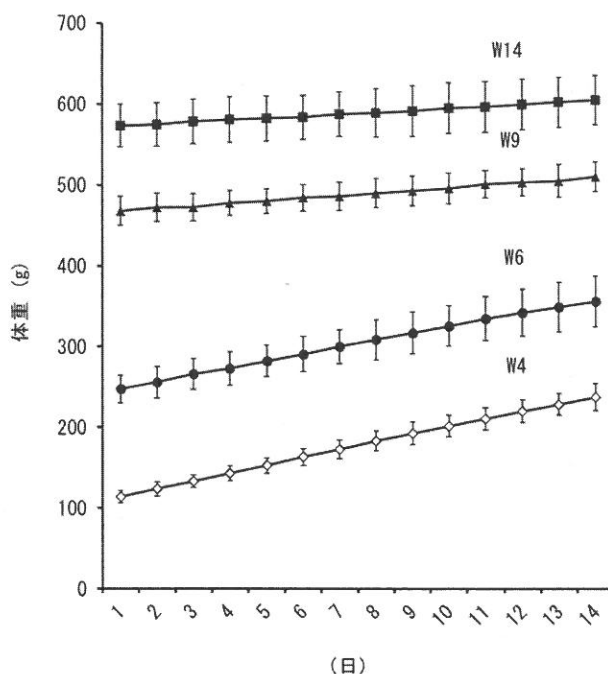


図1 実験2の体重の推移平均と標準偏差

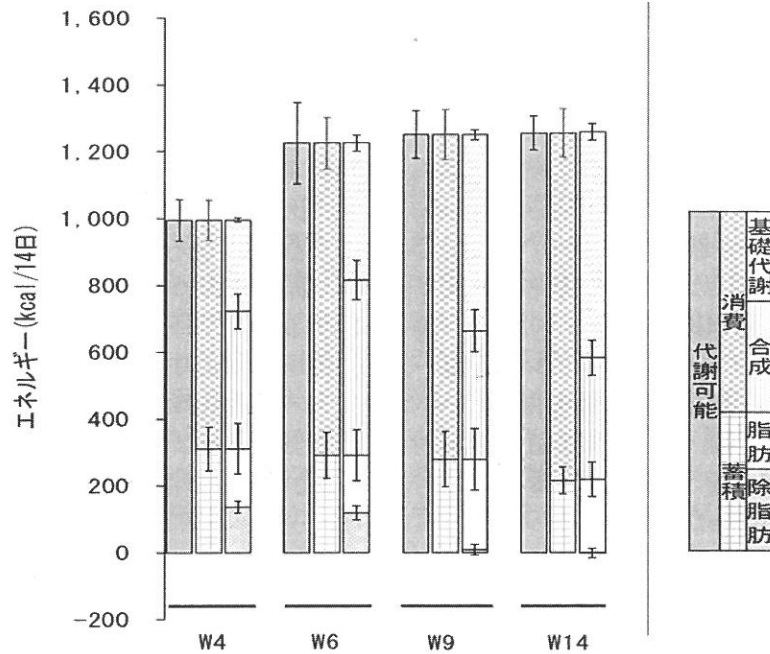


図2 実験2の代謝可能エネルギーとその分布
平均と標準偏差

合成・蓄積に利用されたエネルギーの平均値はW4群が411.4 kcal、W6群が524.5 kcal、W9群が384.3 kcal、W14群が364.6 kcalだった。体重増加量と成長・合成に利用されたエネルギーとから算出した、体重を1 g 増やすための推定必要エネルギーは、W4群が3.1 kcal(SD 0.4)、W6群が4.5 kcal(SD 0.5)、W9群が9.4 kcal(SD 3.2)、W14群が13.8 kcal(SD 3.6)だった。

LT と FT の重量の平均増加比率は、W4群が82:18、W6群が80:20、W9群が12:88、W14群が-16:116だった(図3)。

体重増加に占めるLTの比率が高いほど合成・蓄積に必要なエネルギーは少なかった(図4)。回帰分析の結果、LTで体重を増加させるのに必要なエネルギーは2.8 kcal/gだった(図4)。

【考察】

6週齢からの2週間のLTとFTの重量の増加比率に、屠体のエネルギー含量に基づく検討(86:14)とエネルギー摂取量および消費量に基づく検討(80:20)とで大きな差はなかった。このため、組織の増加量は後者の方法で評価できることが示唆された。

体重増加が緩慢になるにつれて体重増加に占めるFTの割合が増えた。W14のラットではLTは減少し体重増加はFTのみによっていた。

LTで体重を増加させるのに必要なエネルギー2.8 kcal/gは、スポーツ現場で実践されている>6 kcal/gよりも少なく、トレーニングによる消費エネルギーを増やさずに摂取エネルギーだけ増やすと、体脂肪の増加につながると考えられた。

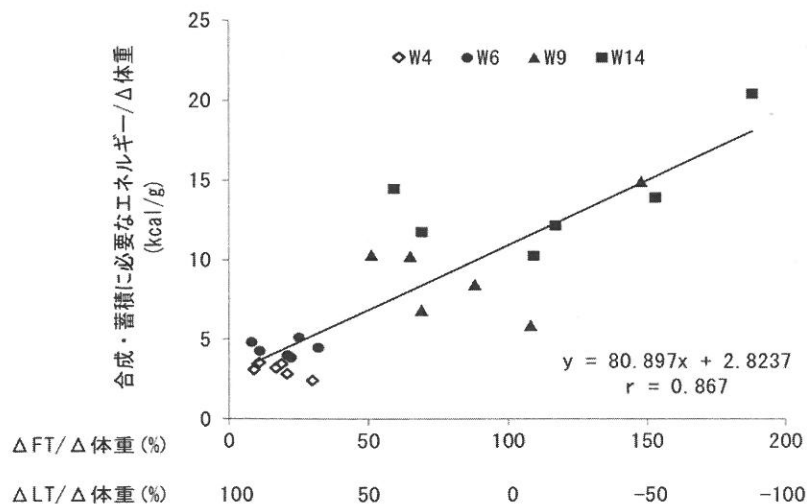


図4 体重増加量に占めるLTおよびFTの増加比率と合成・蓄積に必要なエネルギーとの関係
各ラットの値