

習慣的な身体活動がエネルギー摂取調節機能に与える影響

身体運動科学研究領域

5008A003-5 安藤 貴史

研究指導教員： 樋口 満 教授

緒言

世界的に肥満者数は増え続けており、肥満を原因の一つとする疾病は、死亡率の上位を占め大きな問題となっている。肥満は、エネルギー摂取量（EI）がエネルギー消費量（EE）を上回る、エネルギー過多の状態が続くことにより引き起こされる。これまで、肥満予防や減量においては、EIを少なくするか、EEを多くすることが個別に考えられてきた。しかし、ヒトの生体内にはエネルギーバランスを調節する機能が備わっており、負のエネルギーバランスを維持し続ける事は難しく、減量に挑んでも多くの場合、途中で挫折してしまう。そのため、EIあるいはEE単独ではなく、それらの交互作用も含めて、長期間にわたるエネルギーバランスに与える影響を検討する必要がある。

Stubbs et al. (2004) は、身体活動レベル（PAL）が 1.8 から 1.4 に低下すると、エネルギーバランスをうまく調節ができず、エネルギー過多の状態が続く事をヒューマンカロリーメーターを用いて実証した。また、Long et al. (2002) は、習慣的な運動を行うことで、短期的なエネルギー摂取調節機能の反応性を向上することができる事を示した。

このように、身体活動がエネルギー摂取調節に影響を与えていることは示唆されているが、PAL の増加が重要なのか、運動のような高強度かつ連続的な活動が重要なのかは分かっていない。

よって本研究の目的は、3 次元加速度計により測定した、日常の習慣的な身体活動が、2 種類の異なるエネルギーを有する飲料を飲んだ後の自由摂取量に与える影響を調査し、短期的なエネルギー摂取調節機能にどのような身体活動の内容または量が寄与しているのか検討することとした。

方法

対象者：

健康で喫煙習慣の無い BMI<25 の 20 代男性 11 名

測定プロトコル：(Figure 1)

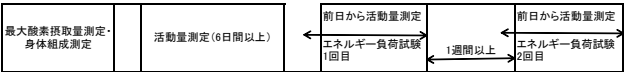


Figure 1 測定全体の流れ

身体活動量測定：Active Style Pro HJA-350IT

※高強度（6METs 以上）かつ連続的（600 秒以上）な活動を独自に Continuously Vigorous と表記し、中央値で群分けした。その他の身体活動は平均値にて群分けを行った。また、1 以上 3METs 未満を Low, 3METs 以上 6METs 未満を Moderate, 6METs 以上を Vigorous とした。

エネルギー負荷試験：

飲料（Table 1）摂取 75 分後、パン（P:F:C=16:30:54）の自由摂取を行い、摂取量を測定した（Figure 2）。

Table 1 エネルギー飲料の栄養組成と含有物

Low		High	
含有物	g	含有物	g
水	45.0	水	30.0
高脂肪乳	380.0	低脂肪乳	310.0
マルトデキストリン	10.0	生クリーム	60.0
エリスリトール	15.0	マルトデキストリン	35.0
バニラエッセンス		グラニュー糖	15.0
		バニラエッセンス	
総重量	g	450.0	450.0
たんぱく質	g	12.9	11.7
脂質	g	16.9	31.7
炭水化物	g	19.2	65.6
エネルギー	kcal	320.7	594.0



Figure 2 エネルギー負荷試験日の流れ

※（低エネルギー飲料のエネルギー＋低エネルギー飲料摂取後の自由摂取エネルギー）－（高エネルギー飲料のエネルギー＋高エネルギー飲料摂取後の自由摂取エネルギー）＝0 の時、適切に調節が行われていると見なし、「0」からの差がより大きいほどエネルギー調節が速やかに行われていないとした。また、その「0」からの差を、Difference from Ideal energy gap（DIEG）とした。

心拍変動による自律神経測定：交感神経活動割合、副交感神経活動を計 7 回測定した（Figure 2）。

食欲変動測定：

満腹感（腹部膨満感）、満足感、糖質欲求感、脂質欲求感を 0 から 10 までの主観的強度評価法（VAS 法）によって評価した（Figure 2）。

統計処理：

すべての測定値は、平均値±標準偏差で表した。各群の

平均値の比較は、対応のない Student の t 検定を行った。各身体活動パラメータとエネルギー摂取量との比較は、Pearson の積率相関係数を求めた。Continuously Vigorous は、Spearman の順位相関係数を求めた。いずれの解析においても危険率 (p) 5% 未満を有意とした。

結果

対象者の特性は、年齢：23.4±3.2 歳，BMI：20.5±1.7kg/m²，PAL：1.86±0.23 であった。身体活動量の増加とともに、DIEG はゼロに近づくが、VO₂max が高い対象者で他の対象者と異なる傾向がみられた (Figure 3)。

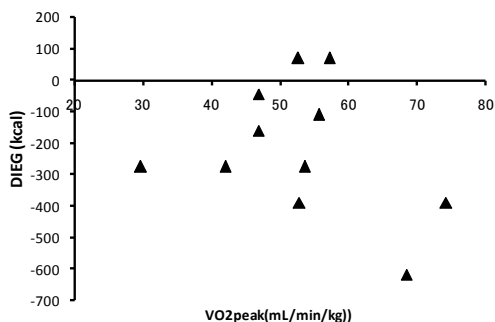


Figure 3 最大酸素摂取量と DIEG の関係

【VO₂max が非常に高い 2 人を除外した解析結果】

PAL と DIEG に最も強い相関がみられた ($r=0.64$, Figure 4)。交感神経活動の割合は、PAL と相関は無かったが、Vigorous および Continuously Vigorous との間に相関がみられた。安静時の交感神経活動の割合は、PAL との間に有意な相関は無かったが、Continuously Vigorous との間に相関がみられた ($p=0.60$, Figure 5a, Figure 5b)。

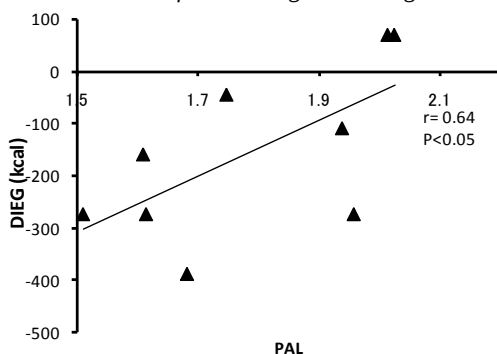


Figure 4 PAL と DIEG の関係 (2 人除外)

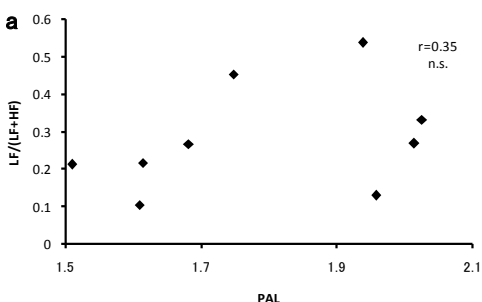


Figure 5a PAL と安静時の交感神経活動の割合の関係

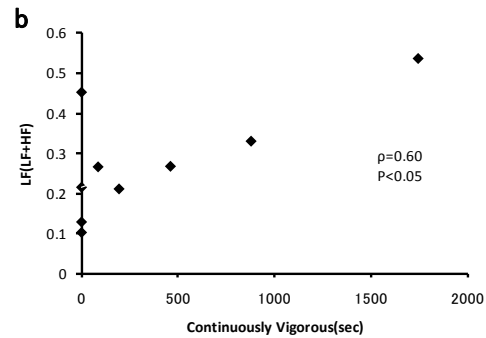


Figure 5b Continuously Vigorous と安静時の交感神経活動の割合の関係
考察

【主な知見】

非常に高い最大酸素摂取量を持つ対象者を除くと、身体活動量が増加するとエネルギー摂取調節能が向上することが示唆された。対象者が少なかったことにより、身体活動の内容や量、特に PAL と高強度かつ連続的な活動のどちらがエネルギー摂取調節能に寄与しているか断定はできないが、本研究の対象者では、より高強度かつ連続的な活動が影響をもたらしていた可能性が示唆された。

【VO₂max が非常に高い 2 人を除外した理由】

安静時の交感神経活動は、身体活動量の増加とともに高まるとされる。しかし、心拍変動の結果より、2 人は身体活動量が非常に多いにもかかわらず、他の対象者に比べ、安静時の交感神経活動の割合が低いことが分かった。本研究において、交感神経活動の割合は、身体活動がエネルギー摂取調節に寄与するためのメカニズムとなるべき仮説の一つで、他の対象者における身体活動と交感神経活動の割合の傾向とは逆の結果をもたらしていると考えられたため、食欲、エネルギー摂取調節に異なる影響を及ぼしていると判断し、最終的に除外して解析を行った。

【生理的メカニズム】

本研究では、先行研究と同様に、身体活動と交感神経の働きが関係している事が確認できた。Lamb et al.より、交感神経活動が低下すると脂質代謝量が低下する事、身体活動量が低下すると脂質代謝量が低下し、肥満になりやすい事が示されている。先行研究では、脂質代謝量を増加する因子として、運動が必要なのか、身体活動量全体の増加が必要なのか明らかにされていなかったが、本研究の結果により、最大酸素摂取量が著しく高い対象者を除き、運動特有の高強度かつ連続性のある活動が必要である可能性が示唆された。

【今後の展望】

今後対象者を増加するとともに、将来的に食欲関連ホルモンなどの測定などを行い、生理的メカニズムを明らかにする必要がある。