

《原著》

日常運動が生活習慣病患者の安静時エネルギー消費量に及ぼす影響

谷口 可純¹⁾ 岡田 巳紀¹⁾ 長縄 幸枝¹⁾
塚原 丘美^{1,2)} 立花 詠子²⁾ 渡邊 源市¹⁾

要旨

運動による骨格筋の増加によって基礎代謝量が増すことは以前から明らかにされている。しかし、生活習慣病指導で推奨されている軽度の日常運動によって基礎代謝量が上昇するかについて検討した報告は少ない。どのような運動習慣によって基礎代謝量を増すことができるのかを明らかにできれば、今後の療養指導に有益なツールになる。そこで、日常運動習慣と安静時エネルギー消費量(REE)の関係について検討した。

平成27年2月より、当院に通院する2型糖尿病を中心とした生活習慣病患者99名を対象とした。REEは間接カロリーメーターを用いてマスク方式にて測定した。性別、年齢および体格の因子を排除するために、測定値をハリスベネディクトの計算式で求めた基礎エネルギー消費量(BEE)で除して% BEEを算出した。また、生活と運動に関する問診を行った。運動の種類、頻度、時間、1週間の運動消費エネルギー量、1週間の合計運動時間、職種および喫煙習慣の各項目における% BEEへの影響を横断的に検討した。

その結果、1回の運動時間が30分以上の群と30分未満の群で比較したところ、% BEEはそれぞれ114%および107%と、30分以上の群で有意に高値を示した。その他の項目は% BEEに影響を与えなかった。以上のことから、1回の運動時間を30分以上にすることがREEの増加に有効であることが示唆された。

索引用語：安静時エネルギー消費量、生活習慣病、運動習慣

1 はじめに

基礎エネルギー消費量(basal energy expenditure : BEE)は、正常な状態にある人が生命を維持していく上で必要とする最小限のエネルギー消費量である。基礎代謝として消費されているエネルギーは、筋および脳、肝臓、心臓、腎臓である除脂肪組織で利用されたものを示している¹⁾。一日あたりの総エネルギー消費量は、BEEと食事誘発性熱産生(DIT)に、身体活動によるエネルギー消費量と寒冷刺激や運動

後の代謝亢進などの熱産生の総和である。普通の日常生活では、総エネルギー消費量の約60%がBEEであるとされている²⁾。早朝空腹下の安静状態における、各臓器・組織別のエネルギー消費量は骨格筋が25~40%と、単独組織では筋肉が最大部分を占め、骨格筋の豊富なアスリートの基礎代謝が高いことは周知されている。しかしながら、同じ除脂肪量でも高齢になるにつれて安静時エネルギー消費量(resting energy expenditure : REE)は低下することも報告されている³⁾。これはBEEが骨格筋量と代謝活

1) 医療法人社団健翔会わたなべ内科クリニック

2) 名古屋学芸大学管理栄養学部

性の動きを反映することを示しており、生活習慣病予防のターゲットである中高年者の肥満はBEEの減少が一つの原因と考えられる。つまり、中高年者がBEEを高く維持することは、肥満や生活習慣病の発生を予防し、また糖尿病治療において運動療法は食事療法とともに、基本治療であることは改めて述べるまでもない。にもかかわらず、現時点で運動療法は、「糖尿病食事療法のための食品交換表」に相当する学会レベルのテキストが存在しないなど、食事療法に比べて、多くの面で立ち遅れており⁴⁾、生活習慣病予防を見据えたBEEと運動に関する研究が必要である。

BEEは消化管運動の他に、体表面積、年齢、性、体格、体温、ホルモン、季節、月経によって影響を受ける⁵⁾。このようなことから、BEEの測定は、DITの影響をなくすだけでなく、あらゆる条件を整えて測定を行わなければならない。すなわち、早朝空腹時に、快適な温度条件下で、排尿後覚醒して静かに仰臥している状態で行われる。しかし、クリニック等の受診時にこのような条件下で基礎代謝量を測定することは不可能である。そこで、我々は、30分の安静を確保した場合のREEは測定開始後約15分で安定し、BEEと十分に相関することを確認し、クリニック内の条件を同一にして測定したREEを食生活指導の指標にしている。1ヶ月間の栄養食事指導約120件のうちの約半数の患者に対

してREEを測定している。

骨格筋の増加によって基礎代謝量が増すことはわかっているが、同じ除脂肪体重でも運動選手の方が高いBEEであるとも報告されている⁶⁾。つまり、BEEを増すため、あるいは維持するために、身体活動を増やすことが大切である。しかし、生活習慣病の指導で推奨されている軽度の日常運動によって基礎代謝量が上昇するかについて検討した報告は少ない。そこで、今後の療養指導に役立てることを目的として、習慣的な軽度の日常運動によって基礎代謝量が増加するのか、またどのような運動習慣によって基礎代謝量を増すことができるのかについて検討した。

2. 方法

(1) 対象者

平成27年2月から平成27年3月の期間に当クリニックを受診した生活習慣病患者99名を対象にREEを測定した。対象者の背景を表1に示す。本研究内容は名古屋学芸大学研究倫理委員会によって承認され、対象者に研究内容を十分に説明し、同意を得て測定を行った。

(2) 安静時エネルギー消費量(REE)の測定

医師(糖尿病専門医)の指示・監督の下で、栄養食事指導時に間接カロリーメーター(呼気ガス分析装置FIT-2000シリーズフィットメイト; 日本光電工業株式会社)を用いてREEをマス

表1 患者背景

	全体(99)	男性(58)	女性(41)
年齢(歳)	67±10	67±11	69±9
BMI(kg/m ²)	24.0±3.7	24.6±3.8	23.1±3.4
HbA1c(%)	6.7±0.8	6.7±0.8	6.7±0.9
LDLコレステロール(mg/dL)	108±28	104±24	113±32
HDLコレステロール(mg/dL)	59±14	56±12	63±15
トリグリセライド(mg/dL)	137±74	140±73	133±76
収縮期血圧(mmHg)	126±15	127±16	123±13
拡張期血圧(mmHg)	67±10	68±10	66±10
%BEE(%)	111±13	113±14	108±11

ク式にて測定した。安静時エネルギー消費量を測定するにあたっては、できる限り時間をかけて一定の呼吸量に安定させた。測定前には30分以上の安静を保ち、呼吸換気量が安定してから測定を開始し、開始10分より15分の5分間の平均値をREEとした。測定値は%BEEとして比較に用いた。すなわち、測定したREEをハリスベネディクトの計算式で求めたBEEで除して算出し、性別、年齢及び体格の因子による影響を排除した。

(3) 調査項目

対象者の年齢、性別、BMI、HbA1c、LDLコレステロール、HDLコレステロール、トリグリセライド、収縮期血圧、拡張期血圧、服薬の他に、生活調査項目として、運動習慣、職種、喫煙習慣を問診した。運動習慣の内容は運動の種類、運動の頻度、運動の時間、一週間の運動量、一週間の運動時間とした。これら食生活に関する項目と%BEEについて横断的に検討した。

(4) 統計解析

統計処理は、統計ソフトSPSS Base14.0J for windowsを用いて、平均値の差の検定はStudent's t検定、あるいは3群以上の比較には一元配置分散分析(ANOVA)の後、Bonferroniの検定を行った。有意確率(p)が0.05未満を有

意差ありとした。

3. 結果

運動の種類を有酸素運動群、無酸素運動群および有酸素・無酸素運動群の3群に分けて比較したところ、それぞれの%BEEは $111 \pm 13\%$ 、 $115 \pm 12\%$ および $115 \pm 15\%$ と、明らかな差は認められなかった(図1)。

一週間の運動頻度を週5日以上群、週2~4日群、週1日以下群の3群に分けて比較したところ、それぞれの%BEEは $111 \pm 13\%$ 、 $110 \pm 10\%$ および $110 \pm 10\%$ と、明らかな差は認められなかった(図1)。

一回の運動時間を2分位に分け、30分未満の群と30分以上の群で比較したところ、一回の運動が30分未満の群 $107 \pm 10\%$ に対し、30分以上の群は $114 \pm 15\%$ と有意に高い値を示した(図1)。この時の2群間で平均年齢はそれぞれ 66 ± 11 歳と 70 ± 9 歳と30分以上の群の方が有意に高かった。BMIに差は認められなかった。

一週間の運動消費エネルギー量と一週間の合計運動時間について比較したところ、どちらも明らかな相関は認められなかった(図1)。

また、職種をデスクワーク群、営業群、肉体労働群、無職群に分けて比較したところ、明らかな

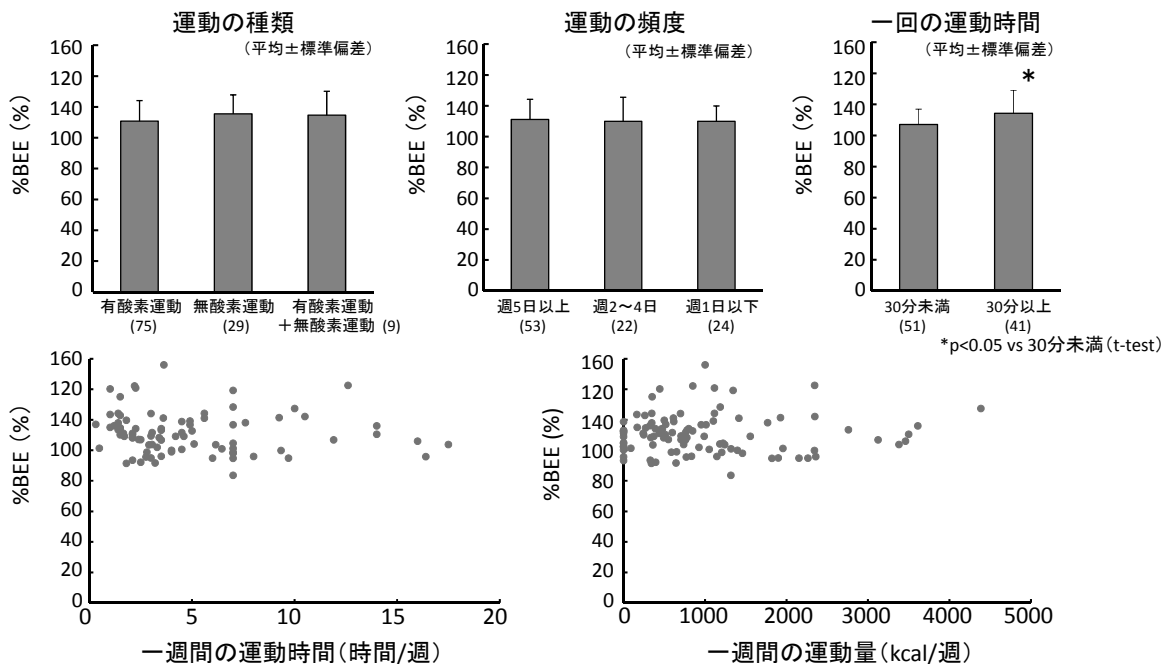


図1 安静時エネルギー消費量に及ぼす運動の影響

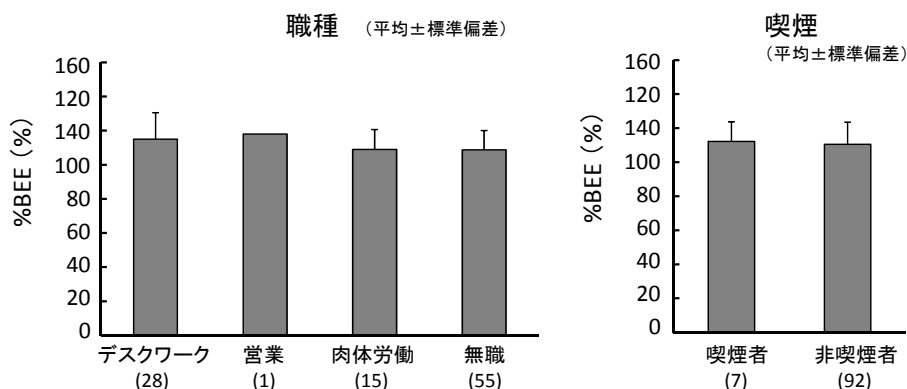


図2 安静時エネルギー消費量に及ぼす職種と喫煙の影響

な差は認められなかった(図2)。さらに、喫煙習慣を喫煙あり群と喫煙なし群に分けて比較したところ、明らかな差はみとめられなかった。

4. 考察

軽度の日常的な運動習慣とREEの関連について検討したところ、運動の種類、頻度、一週間の運動量、一週間の運動時間による差は認められなかったが、一回の運動時間が30分未満の群に対し、30分以上の群の%BEEは有意に高かった。

以前より、基礎代謝量を増すには体たんぱく質の合成力の強化作用をもつレジスタンス運動が有効であるとされている⁷⁾。特に、Matsuoら⁸⁾は、重量級のバーベルなどの高度な筋トレーニングよりも、0.5~2kg程度の軽量ダンベルを使う1日15分前後のダンベル体操のほうで、3ヶ月程度の体操で基礎代謝量の増大をもたらすと報告している。しかしながら、本研究では運動の種類に明らかな差は認められなかった。本研究は運動の量に関係なく、運動の種類だけで群分けをしており、さらに横断研究ということもあり、明らかな差が認められなかった。さらに患者数を増やすとともに、運動の基準レベルを設けて群分けを検討する必要がある。

運動量については、一回の運動時間が30分以上の群は以下の群に比べて%BEEは有意に高かった。運動の種類に関わらず、30分の運動時間がより骨格筋量の維持や増加につながるのか、より高い代謝活性を維持できるのかは定かではない。この度の対象患者の年齢や有酸素運動を行っている患者が多かったことから考える

と、骨格筋量に関係している可能性は少ないと考えられる。軽度のレジスタンス運動の場合、骨格筋量の増加を認める前にBEEは上昇することも報告されている^{8,9)}。今後は精密な体組成計等を用いて、この群間の骨格筋量を比較することが望まれる。また、太田ら¹⁰⁾が行った身体活動レベルと基礎代謝の関係を検討した研究においても、60歳以上の高齢者225人を対象にして、ゲートボールなどの軽度運動習慣のある群はない群に比べて基礎代謝量が高いと報告している。この報告は本研究の結果を支持するものと考えられ、軽度の運動でも、一定時間以上の運動はBEE上昇の効果が期待できると考えられる。

一方、本研究は横断研究であり、群間の性別、年齢及び体格の因子による影響を排除するために、ハリスベネディクトの計算式で算出したBEEを基準にした%BEEで比較した。しかし、この計算式は70歳までの成人を対象にしたものであり、高齢者のBEEがこの計算式で算出された値と多少異なる可能性がある。本研究の有意な差がみられた一回の運動時間で分けた2群間に、年齢の差が認められ、その平均年齢は70±9歳であった。より確かな結果を得るためには、同一の対象者による前向きな運動介入研究が必要である。

以上のことから、生活習慣病患者の運動習慣の中で、基礎代謝量を上昇させるためには、一回の運動時間を30分以上継続することが必要であると考えられる。この結果を療養指導に用いるためには、更なる研究も望まれる。

文献

- 1) 長崎大, 佐藤祐造. 身体活動・運動とエネルギー代謝: 身体活動量の計算方法, METS, PAL. 内分泌・糖尿病・代謝内科 2012 : 35 (4) : 309-315.
- 2) 田中茂穂. エネルギー代謝の概論: 基礎代謝, 食事による熱産生, 運動, NEAT. 内分泌・糖尿病・代謝内科 2012 : 35 (4) : 292-301.
- 3) Bosy-Westphal A, Eichhorn C, Kutzner D, Illner K, Heller M, Müller MJ. The age-related decline in resting energy expenditure in humans is due to the loss of fat-free mass and to alterations in its metabolically active components. *J Nutr* 2003 : 133 : 2356-2362.
- 4) 佐藤祐造, 渡邊智之, 宇野智子. 糖尿病の運動療法 1. 日本の現状 2010 : 27 (5) : 493-498.
- 5) 上田伸男, 岸恭一, 塚原丘美. 運動と栄養 健康づくりのための実践指導. 東京: 講談社, 2013 : 18.
- 6) Sjödin AM, Forslund AH, Westerterp KR, Andersson AB, Forslund JM, Hambreaus LM. The influence of physical activity on BMR. *Med Sci Sports Exerc* 1996 : 28 : 85-91.
- 7) 細谷憲政. 今なぜエネルギー代謝か 生活習慣病予防のために. 東京: 第一出版, 2000 : 103.
- 8) Matsuo T, Suzuki M. Effects of dumbbell exercise with and without energy restriction on resting metabolic rate, diet-induced thermogenesis, and body composition in mildly obese women. *Asia Pacific J Clin Nutr* 1999 : 8 : 136-141.
- 9) 松尾達博, 鈴木理, 鈴木正成. ダンベル体操の減量効果に関する研究. 体力科学 1998 : 45 : 755.
- 10) 太田壽城, 樋口満, 吉武裕, 淵時雄, 橋本勲, 白川修. 老年者のエネルギー代謝. 日本老年医学会雑誌1993 : 30 : 582-585.