

研究発表15

携帯型 カロリーメーターの開発時における 信頼性の検討

○坂牧美歌子* 鳥井嘉彦** 井川正治*

* 日本体育大学、(株) ヴァイン

Examination of reliability in development of portable calorimeter

○ Mikako SAKAMAKI* Yoshihiko TORII** Shoji IGAWA*

*NIPPON SPORT SCIENCE UNIVERSITY, **VINE corporation

The purpose of this study is to examine the reliability of a newly developed portable calorimeter in comparison with Benchmark Exercise test parameter. The device now avails to determine the rough individual resting calorie consumption by taking Oxygen intake during resting period.

The subjects were 20 healthy males and families, aged between 18 - 24 years. The results were as follows;

1) Up to the current, a 7-30 min. measurement time is said to be necessary to determine the resting calorie consumption, but it is sometimes too long and unbearable the subject to keep his /her absolute repose. However, the results showed a 3 min. measurement time was proper.

2) There is extremely high correlation in Oxygen intake and carbon dioxide discharge, and there are also few change of RQ. Accordingly, it is testified to obtain the rough resting calorie consumption by measuring only Oxygen intake.

As things mentioned above, this device is thought about enough to measure resting period consumption calorie.

緒言

人間が生活するのに必要なエネルギー量を測ることは、非常に重要なことである。活動代謝量は心拍数から推定し算出する方法があるが、そのベースとなる安静時代謝量の測定は難しく、特に生活環境の変化による安静時代謝量の測定は困難を要している。現在、年齢・性別・身体活動強度をベースに安静時代謝量を算出する方法が一般的に多く用いられているが、個人個人のエネルギー消費量は生活環境や疾病状況によって大きく変化するために呼気ガスによる直接法によって正確に測定することが必要である。しかし、従来の機器は持ち運びができず、高価であり、操作も困難である。携帯型カロリーメーターは、持ち運びができ、操作が簡便であり、比較的安価であるため消費カロリーのスクリーニングに最適

である。この携帯型カロリーメーターの特徴として以下のことが挙げられる。第一に、安静時のRQは0.82であるという条件に基づいて酸素摂取量と換気量の測定により安静時代謝量を算出すること (= 分時酸素摂取量 × 4.825) であり、第二に、測定時間が3分間と短いことである。

本研究は、RQの固定測定、測定時間3分間のそれぞれの有意性の検討を行うことにより、携帯型カロリーメーターの信頼性を検討し、今後の研究において十分な機動力となるかを考えた。また、現在まで安静時代謝量の測定法について基準が明確にされていないため、我々なりの基準値を定めるために測定前の安静時間を検討することを目的とした。

方法

本実験は、N 体育大学人工気象室内において気温 23℃、湿度 55% の条件下で行った。

被検者は、体育大学に所属する健康な男女 20 名（男 4 名、女 16 名）であり、食物摂取後 2 時間以上経った後に実験を行った。実験は、Benchmark 型 exercise test（英国 morgan 社製、以下 benchmark）を用いて仰臥姿勢で呼気ガスを breath by breath 法により 20 分間連続採気を行った。その後、流量計センサーを付け替えて METAVINE (VINE 社製) を用いて 3 分間測定を行った。心拍数は実験開始より終了まで胸部双極誘導により連続測定を行った。

検討項目

1. 安静時間: 測定前の安静時間がどれくらい必要であるかを検討するために、酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$)、二酸化炭素排出量 ($\dot{V}CO_2$)、呼吸商 (RQ)、換気量 (VE) を 20 分間測定し、値が安定する時間を確認した。
2. 測定時間: 携帯型カロリーメーターの測定時間が 3 分間であるため、それが有効であるかを検討するために安静状態であるところから 1 分、2 分、3 分、4 分、5 分のそれぞれの累計分時酸素摂取量により 1 日の安静時代謝量を算出し、その値を比較した。
3. RQ 固定: 安静時の RQ は 0.82 であるという条件に基づいて酸素摂取量と換気量の測定により安静時代謝量を算出することが有効であるかを検討するために RQ の変動を経時的に追うことにした。
4. METAVINE の値の信頼性: 呼気ガスを 20 分間測定し、最も酸素摂取量の値が安定している 3 分間の平均の分時酸素摂取量により算出した安静時代謝量の値と METAVINE により測定した安静時代謝量の値の相関をみることにした。

結果

Table 1 に被検者の男女別の体格の特性および安静時代謝量の平均値を示した。 $\dot{V}O_2$ の経時変化を Fig.1 に示した。10 分以降に呼吸の変動が安定し、安静状態になった。

Table1 The characteristics and resting metabolic rate of subjects.

Items	Male	Female
	n=4	n=16
Age(yrs)	22.5±1.5	19.6±2.02
Height(cm)	174.3±3.73	161.3±5.85
Weight(kg)	68.5±6.75	54.8±5.29
RMR(Benchmark)	1711.0±274.05	1225.7±190.20
(METAVINE)	1743.0±156.66	1279.1±92.33

RMR: Resting metabolic rate, Values are means ± S.D.

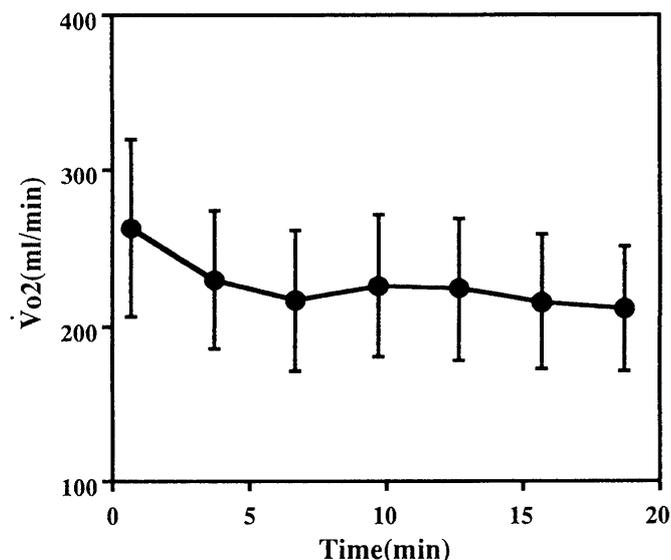


Fig.1 Temporal change of $\dot{V}O_2$

RQ の経時変化を Fig.2 に示した。RQ の最大値は 0-3 分の 0.87 ± 0.073 であり、最小値は 17-20 分の 0.82 ± 0.058 であった。これは酸素摂取量 1 l あたりの kcal にすると、わずか 0.062 kcal の差である。さらに本実験の被検者の平均酸素摂取量 ($226.7 \text{ ml/min} \pm 45.2$) においては、0.014 kcal の差であった。

1 分、2 分、3 分、4 分、5 分の累計分時酸素摂取量により算出した安静時代謝量を Fig.3 に示した。1 分、2 分は低い値を示したが、3 分以降はほぼ一定の値を示した。

METAVINE と Benchmark の安静時代謝量の値の相関を Fig.4 に示した。相関係数は 0.762 であり、非常に高い相関を示した ($P < 0.05$)。

考察

1. 安静時間

先行研究において基礎代謝量の測定前の安静時間は、30 分³⁾ などとされていたが、本実験においては 10 分が適当であるという結果が得られた。人間の呼吸は、安静時においても一定に定まるものではなく、様々な生体状態や生活環境によって変化をする。本実験の被検者は初めて実験に参加するものが多く、マスクに慣れていないことと実験室まで歩いてきたために実験開始後しばらく換気量が高く、酸素摂取量の値も高いと考えられた。しかし、10 分目頃から次第にマスクにも慣れ、被検者の状態も安定し、呼吸の変動がおさまってきた。また、予備実験により 20 分以降は再び呼吸の変動が大きくなり、被検者も眠気がひどくなり飽きてくるということから、安静時間は 10 分が適当であることが示唆された。

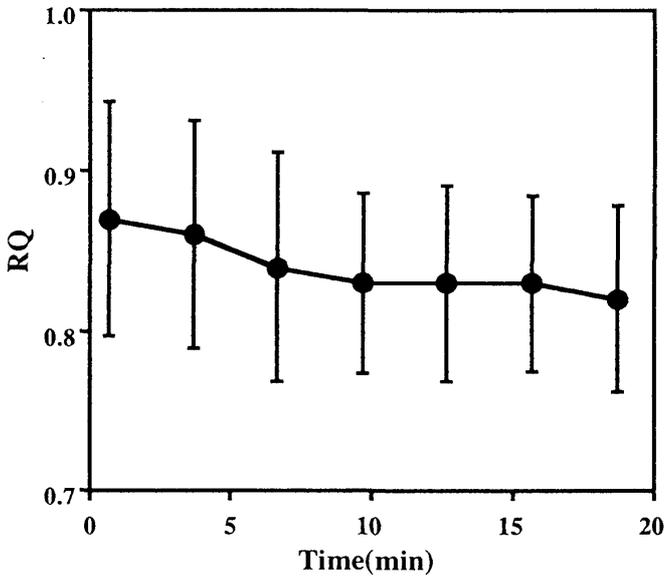


Fig.2 Temporal change of RQ

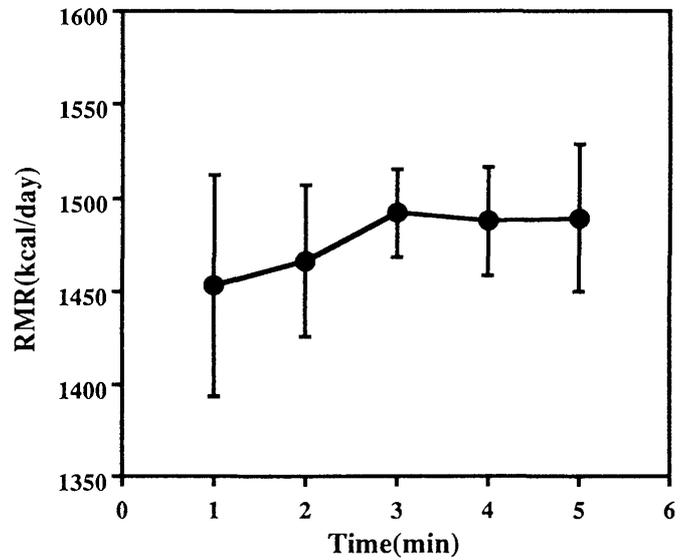


Fig.3 Effect of difference analysis on Resting metabolic rate(RMR)

2.RQの変動

これまでエネルギー消費量を測定する場合には、RQの変動によって糖質や脂質などがどれだけの割合で燃焼し、使われているのかを考えてきた。しかしRQの変動は、最大値 (0.87 ± 0.073) と最小値 (0.82 ± 0.058) の差はkcalにすると1分間当たり0.014kcalの差が生じるだけであった。これは、呼吸量の変動と考えられるので各栄養素の燃焼の割合を綿密に検討することは、安静時代謝量のスクリーニングにおいては必ずしも必要ではない。したがって安静時のRQは0.82であるという条件に基づいて酸素摂取量と換気量の測定により安静時代謝量を算出することは有効であると示唆された。

3.測定時間

被検者の負担を軽くし、より有効に安静時代謝量の測定を行うためには出来るだけ短時間で測定を行うことが必要である。測定時間は先行研究によるとダグラスバック法では7分⁶⁾ キャンピー法では15分⁷⁾ などとされてきた。これらはそれだけの時間を採り、酸素摂取量の値が安定しているところの平均によりエネルギー量を算出していると考えられる。しかし、本実験において3分間以降は算出された安静時代謝量の値は、ほぼ一定であるという結果が得られた。これは、個人個人の呼吸変動のサイクルが1分から6分の間で変動を繰り返していることと、長時間の測定の場合に被検者に精神的な動揺が表われ、換気量にも大きな変化が表われることが原因ではないかと考えられる。したがって、測定時間は1分から6分程度が望ましいということが示唆された。

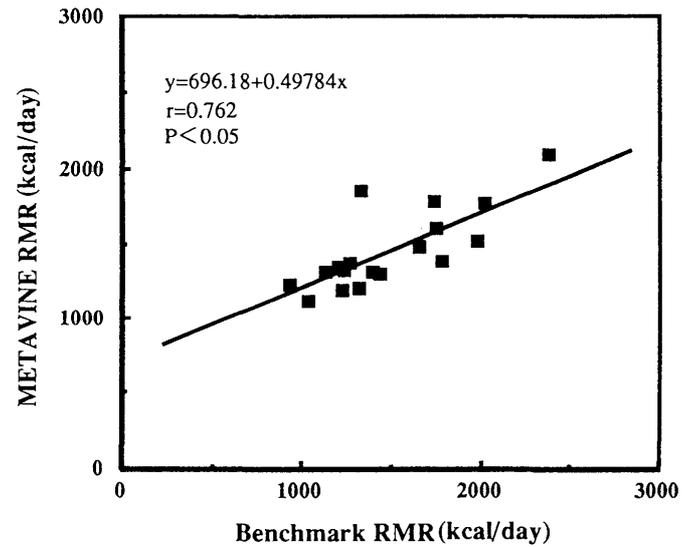


Fig.4 Relationship between METAVINE and Benchmark on RMR

以上のことから携帯型カロリーメーターは測定時間が3分と短く、持ち運びにも便利であり、値段も比較的安価であることから様々な環境においての測定が可能であるといえる。血圧が呼吸ごとに変動しているように呼吸もまた安静時においてもある一定のリズムで変動を繰り返している。あらゆるもののベースとなる安静時代謝量を血圧のように測定し、様々な環境下での生体状態の変化を知ることが今後大切である。

まとめ

1.安静時間：個人個人によって差はあるが、測定前に激

第20回 人間-生活環境系シンポジウム (福岡 1996年12月)

しい運動を行っていない限り安静時代謝量の測定前の安静時間は10分が適当である。

2. RQ固定: 安静時代謝量の測定に関しては、RQの変動は非常に小さく、呼吸変動によっての変動の方が大きいためエネルギー消費量のスクリーニングではRQを一定の定数としてあてはめても酸素摂取量のみの測定で十分である。

3. 測定時間: 呼吸変動は個人個人によって異なり、1、2分では安定した測定ができないので、安静時代謝量の測定時間は3分以上6分程度が適当である。

4. 今後の課題: 安静時代謝量は環境や生体状態の変化、体組成、室内の温湿度、食事の種類や量などによって変化すると考えられる。このような環境や体質による変化の測定を行うことにより、今まで年齢や性別から算出されていた代謝量ではなく個人個人の直接の代謝量を測定することを今後研究課題をしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 杉山みち子 他、高齢者エネルギー代謝測定のための携帯型簡易熱量計の妥当性の検討、第50回日本栄養・食糧学会発表、1996
- 2) 島岡 章、町田和彦 他、基礎代謝の季節変動について、日本生気象学会誌 24 (1)、3/8、1987
- 3) 長野真弓、宮下充正 他、運動後の安静時代謝量の測定法の検討、福岡大学体育学研究、vol.22、(1)、31/39、1993
- 4) Edward Saltzman, M.D. and Susan B. Roberts, B.S., The Role of Expenditure in Energy Regulation-Findings from a Decade of Research, Nutrition Reviews vol.53, (8), 1994
- 5) 臼谷三郎、エネルギー消費量推定法、最近の動向、日本衛生学会誌、vol.47、(5)、881/889、1992
- 6) 櫻村修生、中井誠一 他、種々のスポーツにおける基礎代謝量、日本衛生学会誌、vol.42、(4)、809/814、1987