

# 高齢者のエネルギー消費量に関する基礎的検討 — 歩行時について —

川崎医療短期大学 第一看護科 川崎医療福祉大学 臨床栄養学科\* 宇部短期大学\*\*

杉田 明子 太湯 好子 關戸 啓子 初鹿真由美  
酒井 恒美 松枝 秀二\* 西村 洋子\*\*

(平成5年8月23日受理)

## A Study on Energy Expenditures of Aged People in Walking

Akiko SUGITA, Yoshiko FUTOUYU, Keiko SEKIDO  
Mayumi HATSUSHIKA, Tsunemi SAKAI, Shuji MATSUEDA\*  
and Yoko NISHIMURA\*\*

*Department of Nursing  
Kawasaki College of Allied Health Professions  
Kurashiki, Okayama 701-01, Japan  
Department of Clinical Nutrition, Faculty of Medical Professions  
Kawasaki University of Medical Welfare\*  
Kurashiki, Okayama 701-01, Japan  
College of Ube\*\*  
Ube, Yamaguchi 755, Japan  
(Received on Aug. 23, 1993)*

**Key words** : エネルギー消費量, RMR, 高齢者, 歩行

### 概 要

徘徊行動のある痴呆老人では、徘徊による消費エネルギーを補う必要があると考えられるが、その消費エネルギーを算出する方法は、我が国独自の方法であるRMRに基づいて算出するのが一般的である。しかしながら、RMRは青壮年を対象に実測されたものであり、高齢者に適用することは疑問に思われた。そこで、高齢者の歩行時のエネルギー消費量をグラスバッグ法によって実測し、検討した。

実測した安静時代謝量は、基礎代謝基準値の1.2倍とした安静時代謝基準値より有意に高い値を示した。また、実測による歩行時のエネルギー消費量は、既知のRMR:1.5および安静時代謝基準値に基づいて算出した値に比べて有意に高く、実測エネルギー消費量および実測安静時代謝量に基づいて算出した歩行時のRMRは2.28であった。また個人差に関する変動係数は28%にも及び、60歳代と70歳代の値の間には有意の差を認めており、既知のRMRおよび安静時代謝基準値に基づいて算出する高齢者の歩行時のエネルギー消費量には問題があると考えられた。

### I. はじめに

痴呆老人では長時間に及ぶ徘徊行動がみられる例が少なくないが、その看護に当たっては徘徊行動の消費エネルギーを所要カロリーとして

補う必要があることはいままでもない。しかし、その配慮がなされず痩せが起る老人がみられるという報告<sup>1)</sup>がある。その徘徊行動の消費エネルギーを求めるために一般に広く行われている方法は、時間調査法とそれに基づくエネルギー

代謝率(RMR)を使った算出方法と思われるが、RMRは青壮年の被験者を対象に実測されたものであり、高齢者に適用することには問題がある。このような視点から、60歳代と70歳代の男女を対象に、ゆっくり歩行をした場合のエネルギー消費量をダグラスバッグ法によって実測し、検討を行った。

## II. 対象および方法

### 1. 対象者

特定の疾患に罹患していない在宅生活者で60歳代と70歳代の男女それぞれ5名ずつ(平均年齢:60歳代男62.8±2.9歳,60歳代女61.0±1.2歳,70歳代男72.6±2.8歳,70歳代女75.8±1.6歳)を対象とした。

### 2. 安静時代謝量の測定

ダグラスバッグ法<sup>2)</sup>により、マスクを装着して椅座位安静とし、30分後から5分間ずつ2回呼吸を採気した。その呼吸について、呼吸ガスモニター(サンエイ製IH2HA)によって呼吸中の酸素および二酸化炭素濃度を測定した。同時に、呼吸量、ガスメーター温度、気温、気圧を測定し、その測定値および被験者の性、年齢、身長、体重に基づいてエネルギー消費量(Kcal/hr)を算出した。

### 3. 歩行時のエネルギー消費量の測定

歩行速度は、83歩/分とした。所定の歩行テンポは、携帯カセットテープレコーダーで再生したメトロノーム音によってコントロールした。以下、この歩行をぶらぶら歩きとよぶ。

エネルギー消費量の測定は、ダグラスバッグ法により、歩行開始約1分後から4分間ずつ2回呼吸を採気した。

エネルギー消費量(Kcal/hr)の算出法は、安静時代謝量の測定にけると同様である。

### 4. 基礎代謝基準値および安静時代謝基準値の算出

基礎代謝基準値は、被験者の体表面積と性別・年齢別単位体表面積当たりの基礎代謝基準値<sup>3)</sup>より算出した。体表面積は下記の藤本式<sup>4)</sup>によった。

$$A = H^{0.663} \times W^{0.444} \times 88.83 \div 10,000$$

ただし、A:体表面積(m<sup>2</sup>)、W:体重(kg)、

H:身長(cm)

安静時代謝基準値は、基礎代謝基準値の1.2倍とした<sup>3)</sup>。

### 5. 既知のRMRおよび安静時代謝基準値に基づくぶらぶら歩きのエネルギー消費量推定値の算出

既知のRMRは、沼尻<sup>5)</sup>による1.5を当て、次式によって算出した。

$$\begin{aligned} & \text{エネルギー消費量推定値} \\ & = \text{安静時代謝基準値} + \text{基礎代謝基準値} \times 1.5 \\ & = \text{基礎代謝基準値} \times 2.7 \end{aligned}$$

## III. 結果

### 1. 被験者の属性と基礎代謝基準値および安静時代謝基準値

被験者の各年代・男女別の年齢、身長、体重、体表面積は表1に示すとおりである。

また、各年代・男女別の基礎代謝基準値は表2に示すとおりである。

表1 被験者の属性

	被験者数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体表面積(m <sup>2</sup> )
60歳代男性	5	62.8 ±2.9	164.6 ±3.1	59.6 ±4.1	1.61 ±0.06
70歳代男性	5	72.6 ±2.8	160.6 ±7.2	55.4 ±5.6	1.53 ±0.11
60歳代女性	5	61.0 ±1.2	153.2 ±3.0	54.0 ±2.8	1.47 ±0.05
70歳代女性	5	75.8 ±1.6	145.2 ±1.9	51.4 ±2.9	1.39 ±0.04

平均値±標準偏差を示す

表2 基礎代謝基準値および安静時代謝基準値

	被験者数	基礎代謝基準値(Kcal/hr)	安静時代謝基準値(Kcal/hr)
60歳代男性	5	54.44 ±2.57	65.33 ±3.08
70歳代男性	5	49.49 ±3.71	59.39 ±4.45
60歳代女性	5	46.37 ±1.64	55.64 ±1.97
70歳代女性	5	42.85 ±1.13	51.42 ±1.35

平均値±標準偏差を示す

表3 性別および年代別にみた既知のRMRおよび安静時代謝基準値に基づいて算出したぶらぶら歩きのエネルギー消費量推定値

		被験者数	エネルギー消費量推定値 (Kcal/hr)	分散分析
性	男性	10	140.30±10.75 (120.95~155.64)	**
	女性	10	120.45±6.15 (110.48~129.33)	
年代	60歳代	10	136.09±12.73 (118.79~155.64)	**
	70歳代	10	124.66±11.74 (110.48~144.12)	
全被験者		20	130.38±13.28 (110.48~155.64)	

RMR: 1.5, 平均値±標準偏差 (レンジ) を示す  
\*\* : p<0.01

表4 性別および年代別にみた実測によるぶらぶら歩きのエネルギー消費量

		被験者数	実測エネルギー消費量 (Kcal/hr)	分散分析
性	男性	10	194.19±31.29 (144.15~250.05)	ns
	女性	10	168.58±29.75 (117.30~210.43)	
年代	60歳代	10	174.95±38.82 (117.30~250.05)	ns
	70歳代	10	187.82±25.09 (144.15~223.98)	
全被験者		20	181.38±32.49 (117.30~250.05)	

平均値±標準偏差 (レンジ) を示す, ns : p>0.05

2. 既知のRMRおよび安静時代謝基準値に基づいて算出したぶらぶら歩きのエネルギー消費量推定値

既知のRMR (1.5) および安静時代謝基準値に基づいて算出したぶらぶら歩きのエネルギー消費量推定値を性別・年代別に集計した結果は、表3に示すとおりである。男性は女性より、また60歳代は70歳代より有意に高い値を示した。

3. 実測によるぶらぶら歩きのエネルギー消費量

各被験者について2回ずつ繰り返して実測したぶらぶら歩きのエネルギー消費量について、測定誤差 (偶然誤差) に関する標準偏差および変動係数を求めるとそれぞれ6.61Kcal/hrおよび3.6%で、十分満足できるものと思われた。

表5 性別および年代別にみたぶらぶら歩きの実測エネルギー消費量と既知のRMRおよび安静時代謝基準値に基づいて算出したエネルギー消費量推定値との差

		被験者数	実測値-推定値 (Kcal/hr)	対応のある場合の差のt検定
性	男性	10	53.89±31.58 (8.68~101.28)	**
	女性	10	48.13±30.42 (-1.49~87.55)	**
年代	60歳代	10	38.86±32.88 (-1.49~101.28)	*
	70歳代	10	63.16±23.07 (8.68~87.55)	**
全被験者		20	51.01±30.32 (-1.49~101.28)	—

RMR: 1.5, 平均値±標準偏差 (レンジ) を示す  
\*\* : p<0.01, \* : p<0.05

表4は、実測によるぶらぶら歩きのエネルギー消費量を性別、年代別に示したものである。性、年代による有意な差はなかった。

4. ぶらぶら歩きの実測エネルギー消費量と既知のRMR (1.5) および安静時代謝基準値に基づいて算出したエネルギー消費量推定値との比較

表5は、ぶらぶら歩きの実測エネルギー消費量と既知のRMR (1.5) および安静時代謝基準値に基づいて算出したエネルギー消費量推定値との差を性別、年代別に示したものである。男性でも女性でも、また60歳代でも70歳代でも実測値の方が有意に高く、全被験者での平均値で51Kcal/hrの差があった。個別にみると、60歳代女性で実測値がRMRおよび安静時代謝基準値に基づく推定値より1.49Kcal/hr下回った例もあるが、他では実測値の方が高く、最高101.28Kcal/hrに達し、その推定値は実測値の59.5%に過ぎなかった。

5. 実測による安静時代謝量と安静時代謝基準値との比較

全被験者について2回ずつ繰り返して実測した安静時代謝量について、測定誤差 (偶然誤差) に関する標準偏差および変動係数を求めると、それぞれ4.96Kcal/hrおよび6.9%で、ほぼ満足できるものと思われた。

実測安静時代謝量を性別、年代別に集計した結果は表6のようである。年代による差は有意

表6 性別および年代別にみた実測による安静時代謝量

		被験者数	実測安静時代謝量 (Kcal/hr)	分散分析
性	男性	10	80.40±13.33 (58.84~100.65)	*
	女性	10	64.19±14.33 (36.15~87.71)	
年代	60歳代	10	74.75±13.61 (58.84~100.65)	ns
	70歳代	10	69.84±18.17 (36.15~96.56)	
全被験者		20	72.29±15.83 (36.15~100.65)	—

平均値±標準偏差 (レンジ) を示す

\* : p<0.05, ns : p>0.05

表7 性別および年代別にみた安静時代謝量の実測値と基準値との差

		被験者数	実測値—推定値 (Kcal/hr)	対応のある場合の差の t 検定
性	男性	10	18.04±13.49 (-6.75~34.53)	**
	女性	10	10.65±13.37 (-16.26~30.72)	*
年代	60歳代	10	14.27±13.24 (-6.75~34.53)	**
	70歳代	10	14.43±14.69 (-16.26~33.57)	*
全被験者		20	14.35±13.61 (-16.26~34.53)	—

平均値±標準偏差 (レンジ) を示す

\*\* : p<0.01, \* : p<0.05

ではなかったが、男性は女性より有意に高い値を示した。全被験者でみた実測安静時代謝量の基礎代謝基準値に対する率は、150%に達した。

実測安静時代謝量と安静時代謝基準値との差を性別、年代別に集計した結果は表7である。男性でも女性でも、また60歳代でも70歳代でも実測値の方が有意に高く、全被験者での平均値で14Kcal/hrの差があった。

#### 6. 実測エネルギー消費量および実測安静時代謝量に基づいて求めたぶらぶら歩きのRMR

表8は、実測エネルギー消費量および実測安静時代謝量に基づいて求めたぶらぶら歩きのRMR (実測RMRとよぶ)を性別、年代別に集計した結果である。性による差は有意ではなかったが、60歳代では70歳代に比べて有意に低かった。全

表8 性別および年代別にみた実測安静時代謝量および実測エネルギー消費量に基づいて算出したぶらぶら歩きの実測RMR

		被験者数	実測RMR	分散分析
性	男性	10	2.20±0.47 (1.29~2.87)	ns
	女性	10	2.35±0.79 (1.22~3.88)	
年代	60歳代	10	1.97±0.44 (1.22~2.71)	*
	70歳代	10	2.58±0.67 (1.29~3.88)	
全被験者		20	2.28±0.63 (1.22~3.88)	—

平均値±標準偏差 (レンジ) を示す

\* : p<0.05, ns : p>0.05

表9 性別および年代別にみたぶらぶら歩きの実測エネルギー消費量と実測安静時代謝量および実測RMRに基づいて算出したエネルギー消費量推定値との差

		被験者数	実測値—推定値 (Kcal/hr)	対応のある場合の差の t 検定
性	男性	10	-4.48±23.51 (-49.54~26.61)	ns
	女性	10	2.86±34.74 (-46.33~69.92)	ns
年代	60歳代	10	-14.52±20.97 (-46.33~23.99)	ns
	70歳代	10	12.90±30.53 (-49.54~69.92)	ns
全被験者		20	-0.81±29.11 (-49.54~69.92)	—

実測RMR : 2.28, 平均値±標準偏差 (レンジ) を示す  
ns : p>0.05

被験者での平均値±標準偏差は2.28±0.63で、既知の1.5よりもはるかに高い値を得た。また、個人差に関する標準偏差および変動係数は0.63および27.6%に及んだ。

#### 7. ぶらぶら歩きの実測エネルギー消費量と実測安静時代謝量および実測RMRに基づいて算出したエネルギー消費量推定値との比較

ぶらぶら歩きの実測エネルギー消費量と実測安静時代謝量および実測RMR (2.28) に基づいて算出したエネルギー消費量推定値との差を性別、年代別に集計した結果は表9である。性による差も年代による差も有意ではなかったが、

60歳代でも70歳代でもその差は13Kcal/hrを越え、かなり大きかった。

#### IV. 考 察

RMRは、古沢<sup>6)</sup>、沼尻<sup>5)</sup>によって提案された我が国独自の肉体労働強度の表示法であり、性、年齢などによる差が消去された客観性のある値とされている。その算出式は下記のようなものである。

RMR

$$= (\text{作業時の消費エネルギー} - \text{安静時代謝量}) / \text{基礎代謝量}$$

この式から次式が得られる。

作業時の消費エネルギー

$$= \text{安静時代謝量} + \text{基礎代謝量} \times \text{RMR}$$

安静時代謝量は、基礎代謝量の1.2倍とする方法が一般的に広く用いられている<sup>3)</sup>。したがって、次式によって作業時の消費エネルギーを求めることができる。

作業時の消費エネルギー

$$= \text{基礎代謝量} \times (1.2 + \text{RMR})$$

さて、歩行のRMRとして沼尻による提示値は、40m/分で1.3、50m/分で1.5、60m/分で1.8である。また、日本人の栄養所要量策定検討委員会<sup>3)</sup>は日常生活活動と運動の強度の目安として、ゆっくりした歩行（買物、散歩）のRMRに1.5を提示している。本報で実施したぶらぶら歩きは、歩行速度を一定にすることは実際上不可能であるので、歩行テンポを83歩/分と一定にしたが、その歩行速度で30m/分および65m/分を示した例があったが、大部分の者では40m/分から60m/分の間にあった。したがって、そのRMRには1.5を用いた。このRMRに基づいて算出したぶらぶら歩きのエネルギー消費量推定値は、実測エネルギー消費量に比べて男性でも女性でも、また60歳代でも70歳代でも有意に低く、全被験者での差の平均値は51Kcal/hrに及んだ。

RMRに基づくエネルギー消費量の推定値が正確な値として得られない原因としては、RMRの値とともに基礎代謝量および安静時代謝量に関与する。本報では、安静時代謝量について検討を行った。実測による安静時代謝量を基礎代謝量の1.2倍とする安静時代謝基準値と比較すると、実測値は基準値に比べて性別にも年代別にも有意に高く、全被験者での平均値で14Kcal/hrの差

がみられた。

そこで、実測エネルギー消費量と実測安静時代謝量に基づいて求めたRMRについてみると、全被験者での平均値は2.28であり、1.5に比してかなり高値が得られた。また、個人差に関する変動係数は28%に及んだ。さらに、70歳代での値は60歳代での値に比して有意に高く、それぞれ2.58および1.97であった。得られた平均値は、沼尻による70m/分の並歩のRMR：2.1よりも高い。渡辺<sup>7)</sup>、桂<sup>8)</sup>は、労働の型によっては老年者でのRMRは若年者でのそれに比して高値を示すと報告している。本報の結果は、これらの報告と一致するものである。青壮年の者ではどうか、現時点では何もいえないが、高齢者の場合RMRは年齢による差が消去された肉体的活動強度の評価法とはいえないようである。

実測RMRの平均値2.28は、全被験者での平均値において実測値と等しい推定値が得られるようにするためのRMRである。そこで、この値をRMRとして当てはめ、ぶらぶら歩きのエネルギー消費量を算出してみると、性別にも年代別にも実測値との間に有意の差を認めなかったが、60歳代および70歳代での差は平均値で13Kcal/hrを越えた。このことは、RMRに基づくエネルギー消費量の推定値はRMRの値の検討だけでは正確を期することができないことを示しているように思われる。

白谷<sup>9)</sup>は、RMRに基づくエネルギー消費量の推定について、多くの問題点を指摘し、各生活動作へのRMRの当てはめは軽々しく行われるべきでないと述べている。本報の結果は、これを強く支持するものであった。とはいえ、エネルギー消費量の実測は極めて煩雑で実用的ではない。簡便で、正確な測定法あるいは推定法の開発がまたれるところである。

#### V. ま と め

特定の疾患に罹患していない60歳代と70歳代の男女を対象に安静時代謝量およびぶらぶら歩きによるエネルギー消費量の実測をダグラスバッグ法を用いて行い、一般に広く適用されている既知のRMRおよび安静時代謝基準値に基づいて算出したエネルギー消費量推定値との比較検討を行った。得られた結果は以下のようである。

1. 実測によるぶらぶら歩きのエネルギー消費量は、既知のRMR:1.5および安静時代謝基準値に基づいて算出したそれに比べて有意に高く、その差の平均値±標準偏差は $51 \pm 30$  Kcal/hrで、最高101Kcal/hrに達した。

2. 実測による安静時代謝量は、安静時代謝基準値より有意に高く、その差の平均値±標準偏差は $14 \pm 14$  Kcal/hrで、最高35Kcal/hrに達した。

3. 実測エネルギー消費量および安静時代謝量に基づいて算出したぶらぶら歩きのRMRの平均値±標準偏差は $2.28 \pm 0.63$ で、既知の70m/分の並歩のRMR:2.1よりも高く、また、個人差に関する変動係数は28%に及んだ。さらに、60歳代と70歳代の値の間には有意の差が認められ、後者の値の方が高かった。

4. 実測安静時代謝量および実測RMRに基づいて算出した実測によるぶらぶら歩きのエネルギー消費量推定値を実測エネルギー消費量と比べると、60歳代では平均値で15Kcal/hr高く、70歳代では13Kcal/hr低かった。

5. 得られた結果から、既知のRMRおよび安静時代謝基準値に基づいて算出した老人のぶらぶら歩きのエネルギー消費量には問題があることがわかった。

## 謝 辞

本研究にあたり、ご協力頂いた被験者の皆様

に深く感謝致します。

財団法人私学研修福祉会の補助金を受けた研究の一部であり、要旨は、第19回日本看護研究学会総会において発表した。

## 文 献

- 1) 西村洋子, 他: 徘徊行動のある痴呆老人の日常生活行動と総消費エネルギー, 日本老年医学会雑誌, **29**, 総会講演抄録集, 118, (1992)
- 2) 川村一男, 宮川豊美: 栄養生理学病理学実験指針, 154-175, 相川書房, 東京, (1979)
- 3) 厚生省保険医療局健康増進栄養課: 日本人の栄養所要量(第四次改定), 26-50, 第一出版, 東京, (1991)
- 4) 藤本薫喜, 他: 日本人の体表面積に関する研究, 第18篇, 三期にまとめた算出式, 日本衛生学雑誌, **23**, 443, (1968)
- 5) 沼尻幸吉: 労働のエネルギー代謝, 労働科学叢書, **37**, 労働科学研究所, 東京, (1979)
- 6) 古沢一夫: 労働の生理学的観察, 日本生理学雑誌, **1**, 310-311, (1936)
- 7) 渡辺 孟: 老年者のエネルギー代謝, 第17回日本医学会総会, 学術講演集III, 558-561, 医歯薬出版, 東京, (1967)
- 8) 桂 英輔: 老年者の栄養(中川一郎他編: 新栄養学), p. 463, 朝倉書店, 東京, (1965)
- 9) 白谷三郎: エネルギー消費量推定法, 最近の動向, 日本衛生学雑誌, **47**, 881-889, (1992)