

運動負荷による消費エネルギーについて — カロリーカウンターの有用性 —

宇和川 小百合

(平成8年9月30日受理)

About Consumption Energy by Additional Exercise — Availability of Calore Counter —

Sayuri UWAGAWA

(Received September 30, 1996)

1. はじめに

健康な生活をおくることは、誰しもの願いであり、そのためには、適正な摂取エネルギーと消費エネルギーのバランスがとれていることが大切な要因の1つである。国民栄養調査の結果では¹⁾、1人1日当たりの栄養素摂取量は、カルシウムを除いてほぼ適正であるという結果がでていますが、しかし、若い年代において、特に20~29歳で欠食率が高い²⁾。また、女子学生においては、食事制限によるダイエットをする者も多く³⁾、問題がある。そして、消費エネルギーの面からは、一日の歩数も平成5年の国民栄養調査の結果よりも、平成6年の同調査結果の方が増加傾向にあるが、女性では20歳代が少なく^{1) 4)}、運動量も低い傾向にあると思われる。

日本人の栄養所要量の策定⁵⁾においても日常の生活活動の他に200 kcal程度の運動を行うことが望ましいとされているが、ふだんの生活の中で運動を行うには、時間、場所、および器具等の制約があり、実際には容易ではない。また、運動に伴って、どの程度のエネルギーが消費されるかは個人差がある。

このため手軽にできる運動について消費エネルギー、100 kcal当たりの運動時間、歩行の場合の歩数および歩幅等を測定した。

特に歩行については、特定の用具を必要とせず、いつでもどこでも使用できる利便があり、あわせて、容易に運動のエネルギー量が表示される用具が市販されているので、これらの用具使用について調査し、運動量のめや

すとして出されているデータと比較して有用性を検討した。

2. 調査方法

1) 時期 : 平成7年6月~12月

2) 被験者 : 本学栄養学科3~4年生, (20歳3名・21歳6名・22歳4名, 計13名) 身長 158.4±3.2cm, 体重50.5±3.8kg, 基礎代謝量1196±54kcalである。

3) 調査方法

(1) 測定器具

カロリーカウンター : Calore Counter

カルトラック : Caltrac

マイカロリー : My Calory

(2) 内容

① 基礎代謝量

ア. 器具による測定

イ. 計算値 (体表面積×体表面積当たり基礎代謝基準値×24時間)

② 歩数および歩幅

普通歩行と急ぎ歩行の各種器具による測定

③ 運動エネルギー消費量

ア. 器具による測定

イ. 計算値 (運動当たりEa値×体重×時間)

④ 100kcal当たり運動時間

(3) 方法

① 歩行

ア. 本学外周 : 普通歩行・急ぎ歩行

イ. 学内2周 : 普通歩行・急ぎ歩行

ウ. 学内2周 : 荷物10kg負荷

- ② 駆け足
学内2周：普通・急ぎ
- ③ 自転車走行
ア. 腰に装着：普通走行・急ぎ走行
イ. 足首に装着：普通走行・急ぎ走行
- ④ 階段昇降
- ⑤ 縄跳び
ア. 123回/分
イ. 66回/分
- ⑥ トレドミル

3. 結果および考察

1) 測定各種器具の特徴(表1)

表1 消費エネルギー等測定各種器具の特徴

器具名	機能	価格	制作	備考
カロリーカウンター Calorie Counter	消費エネルギー 基礎代謝量 運動エネルギー 運動目標量 歩数 前日記録メモリ	6500 円	K.K スズケン	重量42g 運動強度10段階 多機能
カルトラック Caltrac	消費エネルギー 運動エネルギー カロリーバランス	16800 円	(保証) K.K 誠編社	重量81g 米国製(英語表示) 電源OFF なし 1分未満表示なし
マイカロリー My Calory	運動強度別 エネルギー 歩行距離 歩数	4000 円	山佐時計計器K.K	重量43g 機種によって歩行 距離または歩数

(1) カロリーカウンター

見やすく、使いやすい、多機能。大久保ら⁷⁾の報告でも「栄養指導の立場で扱いやすいカロリーカウンターを利用することは意義があると考えられる」とある。

(2) カルトラック

表示が見にくく、使いこなすのに時間がかかる。電池がかかり、交換もしにくい。蓋がなく、操作ミスのおそれがある。使用中表示を見にくい。振動加速度センサーによる無段階測定なので、横向きにつけてもきちんと測定できる。なお、1分毎の表示なので、測定値が段階的に増加する。

(3) マイカロリー

機能がシンプルでわかりやすい。エネルギー消費量と同時に歩行距離が測定できるが、歩行の種類(ゆっくり歩行、早足、駆け足等)が違って同じ歩幅を入力するため、実際とは異なる測定値となる可能性がある。

2) 歩幅

(1) 身長と歩幅の関係

身長と歩幅の関係は図1の通りであった。急ぎ歩行の場合は、身長と歩幅の間には相関は見られなかったが、ゆっくり歩行の場合の歩幅は、身長に比例して広がっている。これは速度が速くなると歩幅が広がるためゆっくり歩き(4.5km/時以下)……相関係数=0.586
 回帰式 $Y = 105.4 + 0.821X$ で、身長155cmの場合の歩幅は約60cm、身長165cmの場合の歩幅は約73cmとなる。

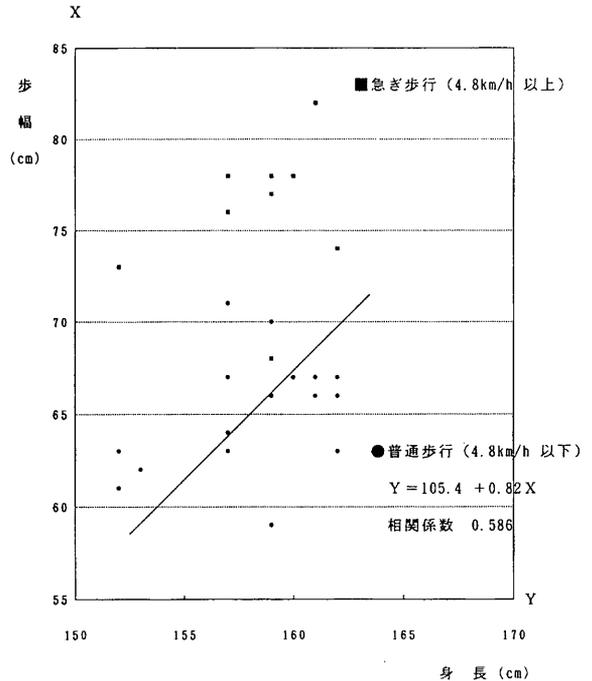


図1 身長と歩幅の関係

(2) 速度と歩幅の関係

歩行の場合の歩幅は、ある程度身長にも関係し、個人差もあるが平均的には速度が速くなると歩幅は広がっている(図2)。

相関係数=0.929, 回帰式 $Y = -4.00 + 0.127X$ で、速度4km/時の歩幅は約63cm、速度5km/時の歩幅は約71cmとなる。

(3) 10kcal当たり歩数

歩行と消費エネルギーの関係は同じ歩行でも基礎代謝量によって消費エネルギーは異なるので、一概には言えないが、平均では速度が速くなる程1分当たり消費エネ

運動負荷による消費エネルギーについて

ルギーは多くなるので、10kcal当たりの歩数は速度が速くなるほど少なくなる。10kcal当たりの歩数は、速度3.9km/時では286歩、4.8km/時では269歩であった(表2)。

3) 運動の消費エネルギー

(1) 歩行

データ数が少ないので一部に一致しないものがあるが、運動種別実測値ならびに1時間当たり歩行による

表2 消費エネルギー10Kcal当たり歩数

氏名	調査内容	速度	歩数	消費エネルギー	10kcal当たり歩数
6-1	大学1周普通	3.9km/時	2559	92	278
6-2			2559	100	256
6-3			2752	74	372
6-4			2697	95	284
6-5			2716	101	269
6-6			2575	104	248
S-1	校内2周普通		810	29	279
S-2			822	33	249
S-3			886	26	341
				Ave	286.2
S-1	大学1周普通	4.8km/時	2431	95	256
S-2			2391	96	249
S-3			2425	80	303
7-2		4.5km/時	2552	109	234
7-3			2541	79	322
7-6			2712	73	372
7-7			2529	86	294
				Ave	290.0
S-1	大学1周急ぎ	6.0km/時	2175	87	250
S-2			2175	94	231
S-3			2183	84	260
				Ave	247.0
7-2	校内2周普通	4.4km/時	795	34	234
7-3			782	25	313
7-6			852	22	387
7-7			785	26	302
				Ave	309.0
S-1	校内2周急ぎ	5.2km/時	681	28	243
S-2			689	33	209
S-3			771	26	297
7-3		5.9km/時	674	24	281
7-9			703	24	293
7-2		6.2km/時	640	32	200
7-6			718	18	399
				Ave	274.6

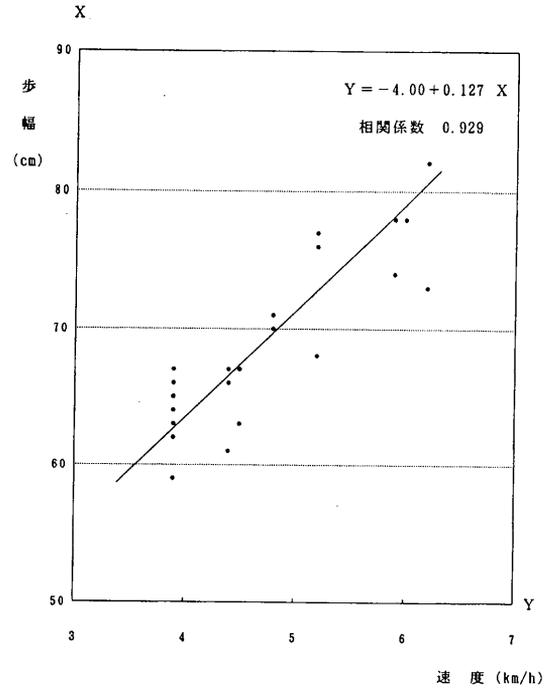


図2 速度と歩幅の関係

表3 運動の消費エネルギー

運動種類	速度 km/時	時間	人数 名	測定値			消費エネルギー		参考値 kcal/kg/分	平均体重 kg
				平均値	標準偏差	変異係数	kcal/時	kcal/kg/分		
歩行・大学1周 (1700m)	3.9	26' 00"	6	85.2 ± 9.7	11	196	0.064	0.043	51.2	
	4.5	22' 50"	4	78.0 ± 14.1	18	205	0.069	0.055	49.8	
	4.8	21' 03"	3	81.3 ± 8.1	10	229	0.077	0.053	50.3	
	6.0	17' 00"	3	79.7 ± 4.7	6	288	0.093	0.076	50.3	
歩行・校内2周 (523m)	3.9	8' 00"	3	26.3 ± 3.5	13	197	0.066		50.3	
	4.4	7' 06"	4	24.3 ± 4.8	20	205	0.069		49.8	
	5.2	6' 02"	3	26.0 ± 3.6	14	259	0.086		50.3	
	6.1	5' 11"	4	22.3 ± 5.3	24	258	0.086		49.8	
歩行・校内2周 荷物10kg	5.2	6' 04"	3	25.2 ± 2.3	9	249	0.083	0.100	50.3	
自転車 ゆっくり 急ぎ	11.7	2' 41"	3	5.1 ± 0.5	10	114	0.038	0.074	50.3	
	17.1	1' 50"	3	4.8 ± 1.0	21	157	0.052	0.112	50.3	
自転車 ゆっくり 足首急ぎ	11.2	2' 47"	3	8.4 ± 2.8	33	181	0.060		50.3	
	16.9	1' 52"	3	8.4 ± 2.6	31	270	0.090		50.3	
駆け足	11.4	1' 23"	3	11.4 ± 2.1	18	496	0.164		50.3	
階段 昇り 降り		1' 31"	6	4.8 ± 1.1	23	189	0.063	0.117	51.2	
		1' 15"	6	4.5 ± 0.8	18	216	0.072	0.059	51.2	
縄跳び 123回/分 66回/分		1' 00"	3	9.3 ± 1.0	11	558	0.184		50.3	
		1' 00"	3	8.7 ± 0.5	6	522	0.173	0.130	50.3	
トレッドミル		5' 00"	3	7.2 ± 0.9	13	86	0.029		50.3	

消費エネルギー（平均体重の場合）は表3の通りで、
 3.9km/時…… 196kcal, 4.5km/時…… 205kcal,
 4.8km/時…… 229kcal, 6.0km/時…… 288kcalで
 あった。

なお、10kgの荷物を持っての消費エネルギーは 5.2k
 m/時で平均約 250kcalであり、何も持たない場合と
 比べ、むしろ、10kcal程少なかった。これは使用した
 測定器具が身体の振動により作動する仕組みのため荷物
 を持つエネルギー消費量は加算されないためと思われる。

(2) 駆け足

11.4km/時で消費エネルギーは体重50.3kgの場合、
 平均 496kcalであった。歩行の消費エネルギーと比べ
 ると4.5km/時の普通歩きの約 2.4倍、急ぎ歩き（6.0
 km/時）の約 1.8倍になる。

(3) 自転車走行（表3）

自転車走行による消費エネルギーは測定器具を腰に装
 着した場合は急ぎ走行の場合でも1時間では 157kcal
 で、歩行のゆっくり（3.9km/時）の 196kcalより低
 く、逆に足首に装着した場合は急ぎで 270kcalで、歩
 行の急ぎ（6.0km/時）とほとんど同じ消費量となり、
 自転車の場合の測定値は真の消費量と異なるように思わ
 れる。

(4) 階段昇降

百周年記念館の地下1階から5階までの階段総数は95
 段であったが消費エネルギーは昇りは時間が1分31秒で
 平均 4.8kcal, 降りでは1分15秒で平均 4.5kcalであっ
 た。昇りの消費エネルギー量は体重1kg/分当たりで
 はゆっくり歩行（3.9km/時）の消費エネルギーとほ
 とんど変わらず、また、昇りより降りの方が消費エネ
 ルギーが高かったが、昇りの方が時間を多く要しており、
 体重1kg/分当たりにすると降りの方が時間が短い
 で消費量が高くなるためである。したがって同じ時間
 で昇降すると当然昇りの方が消費エネルギー量は多
 くなる。しかし、何れにしても階段昇降では実際の
 消費エネルギー量は表さないように思う。

(5) 縄跳び

調査した運動のうち最もエネルギー消費量の多
 かったのは縄跳びで、実際には困難であるが体重50kg
 の女子が1時間縄跳びをすると、ゆっくりした縄跳び
 でも522kcalとなり、歩行に比べゆっくり歩行の約
 2.7倍、急ぎ歩行の約2倍となる。

(6) トレドミル

急ぎ走行は慣れないと危険であると思われ、ゆっ
 くりした走行で5分間調査した。その結果の消費エ
 ネルギー量は非常に低かった。

1) 100kcal当たり運動時間

各種運動の100kcal当たり運動時間は表4および
 図3の通りで、縄跳びが最も短い時間で100kcal
 のエネルギー

表4 100Kcal 当たり運動時間（女、20～25歳）

運動種類	速度 km/時	消費エネルギー kcal/kg/分	100kcal 当たり運動時間		
			体重45kg	体重50kg	体重55kg
歩 行	3.9	0.066	34	30	28
	4.4	0.068	33	29	27
	4.5	0.068	33	29	27
	4.8	0.077	29	26	24
	5.0	0.086	26	23	21
	6.0	0.093	24	22	20
	6.2	0.087	26	23	21
自転車 ゆっくり 急ぎ	11.7	0.038	58	53	48
	17.1	0.051	44	39	36
	11.2	0.059	38	34	31
	16.9	0.089	25	23	20
駆け足	11.4	0.165	13	12	11
		0.063	35	32	29
階段 昇り 降り		0.072	31	28	25
		0.185	12	11	10
縄跳び	123回/分	0.173	13	12	11
	66回/分				
歩行（荷物10kg負荷）		0.083	27	24	22

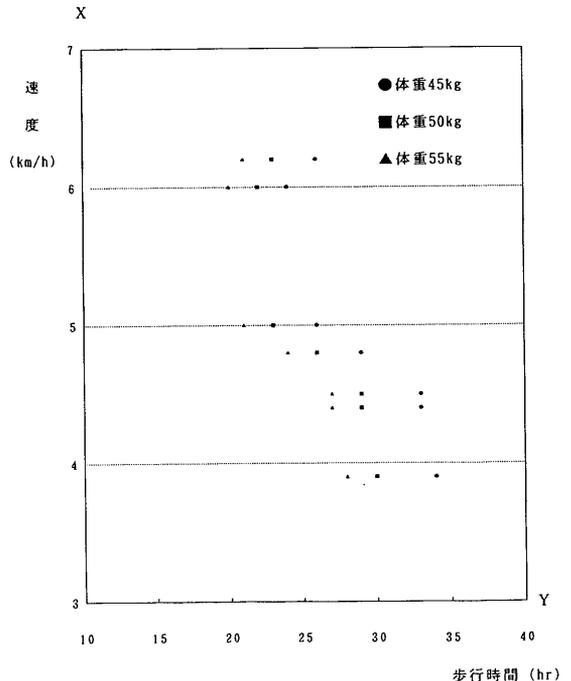


図3 歩行における100Kcal歩行時間

運動負荷による消費エネルギーについて

表5 エネルギー測定器具の機能比較(女・体重50kg)

	3.9km/時			4.8km/時			5.2km/時			6.0km/時		
	平均値	標準偏差	変異係数	平均値	標準偏差	変異係数	平均値	標準偏差	変異係数	平均値	標準偏差	変異係数
カロリーカウンター	194	± 15.7	8.1	230	± 14.2	6.2	257	± 32.1	12.5	279	± 14.8	5.3
マイカロリー	159	± 15.6	9.8	198	± 4.8	2.4	210	± 26.0	12.4	237	± 2.6	1.1
カルトラック	194	± 22.9	11.8	247	± 58.0	23.4	267	± 29.5	11.0	358	± 10.05	28.1

ギーを消費する。縄跳びでは体重55kgの女子では約10分で、また、体重50kgでは11分、45kgでは12分である。これに比べ、自転車走行ではゆっくり走行の場合、体重45kgの女子では、ほぼ1時間を要することになる。

2) エネルギー測定器具の精度(表5)

同じ運動でも消費エネルギーは測定器具によって多少異なり、測定値が平均して低かったものはマイカロリーで、逆に測定値が高かったのはカルトラックであった。

参考値(第五次改定日本人の栄養所要量)⁶⁾と比較すると最も近かったのはカロリーカウンターである。(測定用具は特異動的作用による平均10%が加算)

4. ま と め

1) 運動と消費エネルギー

厚生省がすすめる200kcalの運動は縄跳びでは24分、駆け足では26分を必要とし(体重45kgの場合)毎日継続して行うことは一般に難しい。

2) 歩行

これに比し歩行はいつでもどこでも、また特別な用具を必要としないので習慣として行うのに適しており、継続実施が可能である。ただし、消費されるエネルギー量は1分間約4kcal程度で(体重45kg女子、5.0km/時の場合)200kcalを消費するためには52分の歩行が必要となる。また、エネルギー消費だけでなく充分な酸素消費も考えると、ゆっくり歩くのではなく、急いで歩くことが必要であり、この場合は200kcalを消費するためには約48分歩くことが必要となる。

いずれにしても歩行はエネルギー消費のみでなく姿勢が良くなり、気分転換が図れ、足腰が丈夫になるなど多くの効果もあるため、毎日できるだけ歩く習慣をつけたものである。

ただし、以上は健康な人の場合であり、病気がちであ

たり、高血圧症や心臓病の持病あるいは疑いを持つ人は医師に相談する必要がある。

3) カロリーカウンター

カロリーカウンターは腰に装着するだけで運動の消費エネルギーが量的に表示されるため、目標に対する達成の度合いも知ることができ、継続しての実行が期待できるが、検定を受けた計測器ではないため、正確性に欠ける面がある。

なお、自転車走行、階段昇降の使用は器具の仕組みからして不相当であると思う。

4) 結果

調査結果については必ずしも運動負荷に比例しないものがあったが、これは実施例が少ないため個人差が強く出たので、今後共調査を続けることにより、実際に則した結果が得られるようにしたいと思っている。

謝 辞

報告を終えるにあたり、本調査にあたり御指導戴きました大関政康先生ならびに御協力戴いた7年度本学栄養学科卒業生 石崎礼子、久保良子、田口季美江さんに感謝いたします。

引用文献

- 1) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修：国民栄養の現状 平成6年国民栄養調査成績、(1996)第一出版、東京
- 2) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修：国民栄養の現状 平成5年国民栄養調査成績、(1995)第一出版、東京
- 3) 井上知真子、丸谷宣子、太田美穂、宮川遼子：女子高校生及び短大生における細身スタイル志向と食物制限の実態について、栄養学雑誌、50、355~364、(1992)

- 4) 富谷純子, 松木秀美, 野村一美, 阿部和子, 山内宏美, 山内善代, 村上和代, 植田真知: 歩行数の状況と身体状況について, 第42回日本栄養改善学会講演集, p 214, (1995)
- 5) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修: 第四次改定日本人の栄養所要量 (1989), 第一出版, 東京
- 6) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修: 第五次改定日本人の栄養所要量 (1994), 第一出版, 東京
- 7) 大久保みたま, 岩田由紀子, 大関政康: 運動指導の負荷エネルギー量測定におけるカロリーカウンターの有用性, 栄養学雑誌, 52, 25~28, (1994)