

厚生労働科学研究委託費
(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策実用化研究事業)
身体活動評価法の開発と標準化に関する研究(26281301)

平成 26 年度分担研究報告

活動量計やライフログによるエネルギー消費量推定法の妥当性・互換性
～メタボリックチャンバー法を用いた検討～

研究協力者 川上諒子

研究協力者 村上晴香

研究代表者 宮地元彦

独立行政法人国立健康・栄養研究所 健康増進研究部

<目的>メタボリックチャンバー法により評価したエネルギー消費量と13種類の活動量計・ライフログによる推定値を比較し、妥当性を検討するとともに、エネルギー消費量や歩数の機器間の差について検討すること。
<方法>健康な成人男女6名を対象とし、メタボリックチャンバー法によって朝9時から翌朝の9時までの1昼夜生活した際の総エネルギー消費量を測定した。入室中、被験者は事前に定められた活動を分刻みで厳密に遂行した。その間、13種類の活動量計・ライフログを装着し、総エネルギー消費量と歩数を測定した。
<結果と考察>3種類の活動量計やライフログにおいて、メタボリックチャンバー法による総エネルギー消費量と比較して300kcal以上過小に評価される可能性が示された。また、活動量計およびライフログにより評価した総エネルギー消費量ならびに歩数には、機器間による差がみられた。歩数については、腕に装着するものが高い歩数を示した。
<まとめ>メタボリックチャンバー法により評価した1日の総エネルギー消費量比較して、過小・過大評価する機器が複数あった。歩数は約3500歩程度の機器間差が観察された。来年度以降、さらに対象者を増やして詳細な検討を行う。

A. 背景と目的

近年、コンシューマー向けに様々な活動量計やライフログが販売されており、生活の多様な場面で使用されている。しかしながら、それぞれの機器における身体活動量評価の精度や機器間の互換性については十分に検討がなされていない。そこで、本研究では、メタボリックチャンバー法により評価した身体活動量と13種類の活動量計・ライフログにより評価した身体活動量を比較することで、それらの妥当性を検討するとともに、機器間の互換性についても検討する。

B. 方法

健康な成人男女6名(男性3名、女性

3名)を対象とした。メタボリックチャンバー法により、朝9時から翌朝の9時までチャンバー内で1昼夜にわたり生活をした際の室内の酸素ならびに二酸化炭素濃度をもとに総エネルギー消費量を求めた。被験者はチャンバー内において、腕に5機種(Fitbit、Jawbone、Shine、Epson、Garmin)、胸ポケットに2機種(タニタ、オムロン)、腰部に6機種(ActiGraph、YAMASA、アクティマーカー、ライフコーダー、オムロン(Active Style Pro)、Withings)の合計13種類の活動量計およびライフログを装着し、30分間隔で規定された活動を実施した(表1)。これらの活動量計の選定の基準については、村上らの分担研究報告書に記述した。ま

た、チャンバー内での活動 (PAL1.6) に相当する食事を朝、昼、夕の3食で摂取させた。各活動量計やライフログにより評価された総エネルギー消費量および歩数を用いて比較検討を行った。

ActiGraph には複数のエネルギー消費量算出式が提案されているため、本研究では Freedson VM3 Combination の式より得られた活動消費エネルギーにメタボリックチャンバー法によって測定された被験者毎の基礎代謝量を加算して総エネルギー消費量を求めた。

C. 結果

対象者の平均年齢は 41 ± 8 歳 (30 ~ 50 歳) BMI の平均は男性で $23.4 \pm 1.0 \text{kg/m}^2$ 、女性で $20.9 \pm 2.4 \text{kg/m}^2$ であった。

メタボリックチャンバー法および活動量計やライフログにより評価した総エネルギー消費量を表2に示した。メタボリックチャンバー法により評価した総エネルギー消費量は $2149 \pm 218 \text{kcal}$ であった。最も少ない平均値だったのは Withings の 1815.8kcal で、最も多かったのはオムロン (ポケット) 2341.0kcal と両者の差は 525.2kcal と大きかった。Jawbone と Garmin と Withings はメタボリックチャンバー法によって評価した総エネルギー消費量よりもおおよそ 300kcal 低かった。次いで、ActiGraph において過小評価の傾向がみられた。

活動量計およびライフログにより評価した歩数を表3に示した。13機種のアverage歩数は 12937 ± 437 歩であり、Withings で最も少ない平均歩数となり (11771 歩)、Epson で最も多かった (15303 歩)。腕に装着するタイプの歩数が、腰に装着や胸ポケットに入れるタイプの歩数よりも 2000 歩ほど高い値を示した。

D. 考察

メタボリックチャンバー法による総エネルギー消費量と比較して、平均で 300kcal 程度過小評価される機種が3つあった。これらの過小評価の原因については、加速度を身体活動エネルギー消費量に換算するアルゴリズムや安静時エネルギー消費量の算出法、食事誘発熱産生

の推定の違いなど様々な要因が考えられる。今後、各機器のメーカーなどから必要な資料を取り寄せ検討する必要がある。

チャンバー内での厳密に管理された生活下においてさえも、最も歩数が多かった機器と少なかった機器との間で平均値でおおよそ 3500 歩程度の機器間差が観察された。歩数の違いの最も大きな要因は装着部位で、腕に装着することで、歩行以外の活動による加速度を歩行と判定した可能性が示唆される。また、どの機器の歩数が最も正確かを判断することは難しいが、歩数カウントのアルゴリズム、特に歩行でない信号を歩行と判定する誤判定を防ぐためのアルゴリズムの違いを検討することで、その要因を探る必要がある。

E. まとめ

メタボリックチャンバー法により評価した1日の総エネルギー消費量 $2149 \pm 218 \text{kcal}$ と比較して、 300kcal 以上過小評価する機器が3機種あった。また、厳密に管理された生活下においても、平均値でおおよそ 3500 歩程度の機器間差が観察された。来年度以降、さらに対象者を増やして詳細な検討を行っていく。

F. 健康危険情報

問題なし。

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

表1 メタボリックチャンパー内での活動内容

時間	活動内容
9:00 ~ 9:30	安静座位 (TV)
9:30 ~ 10:30	朝食 (歯磨き等) 座位 (自由)
10:30 ~ 11:00	静的座位 (パソコン)
11:00 ~ 11:30	静的立位 (読書)
11:30 ~ 12:00	動的座位 (洗濯物たたみ)
12:00 ~ 12:25 + (休憩5分)	動的立位 (掃除・片づけ)
12:30 ~ 12:55 + (休憩5分)	歩行 (4.0km/h)
13:00 ~ 13:25 + (休憩5分)	歩行 (5.6km/h)
13:30 ~ 14:00	安静座位 (TV)
14:00 ~ 15:00	昼食 (歯磨き等) 座位 (自由)
15:00 ~ 15:30	静的座位 (パソコン)
15:30 ~ 16:00	静的立位 (TV)
16:00 ~ 16:30	動的座位 (パズル)
16:30 ~ 16:55 + (休憩5分)	動的立位 (掃除・片づけ)
17:00 ~ 17:25 + (休憩5分)	歩行 (4.0km/h)
17:30 ~ 17:55 + (休憩5分)	歩行 (5.6km/h)
18:00 ~ 18:30	安静座位 (TV)
18:30 ~ 19:30	夕食 (歯磨き等) 座位 (自由)
19:30 ~ 20:00	静的座位 (パソコン)
20:00 ~ 20:30	静的立位 (読書)
20:30 ~ 20:55 + (休憩5分)	動的座位 (パズル)
21:00 ~ 21:30	静的座位 (パソコン)
21:30 ~ 22:00	静的立位 (TV)
22:00 ~ 22:30	動的座位 (洗濯物たたみ)
22:30 ~ 23:00	動的立位 (片づけ・洗面)
23:00 ~ 7:00	睡眠
7:00 ~ 7:15	起床 洗面等 ベッドへ
7:15 ~ 8:00	安静仰臥位
8:00 ~ 9:00	安静座位 (TV)

表2 メタボリックチャンバー法および活動量計・ライフログにより評価した総エネルギー消費量

測定法・機種	総エネルギー消費量	チャンバー法との差	
チャンバー法	2149.0 ± 218.0		
腕	Fitbit	2249.2 ± 342.2	100.2 ± 141.9
	Jawbone	1837.7 ± 208.2	-311.3 ± 44.1
	Shine	2229.2 ± 364.5	80.2 ± 162.3
	Epson	2271.3 ± 227.4	122.3 ± 294.1
	Garmin	1836.8 ± 281.4	-312.2 ± 88.2
	ポケット	タニタ	2205.0 ± 422.8
オムロン		2341.0 ± 371.7	192.0 ± 175.8
腰	ActiGraph	1998.4 ± 391.9	-150.6 ± 233.3
	アクティマーカー	2108.7 ± 338.1	-40.3 ± 139.0
	ライフコーダー	2069.8 ± 295.0	-79.2 ± 107.6
	オムロン	2279.0 ± 390.9	130.0 ± 187.9
	Withings	1815.8 ± 255.0	-333.2 ± 130.7
平均値 ± 標準偏差			

表3 活動量計・ライフログにより評価した歩数

機種	歩数	
腕	Fitbit	14060 ± 1135
	Jawbone	14382 ± 1960
	Shine	13605 ± 924
	Epson	15303 ± 1451
	Garmin	13813 ± 747
	ポケット	タニタ
オムロン		11916 ± 623
腰	ActiGraph	12534 ± 499
	YAMASA	11789 ± 797
	アクティマーカー	12783 ± 476
	ライフコーダー	12437 ± 431
	オムロン	11901 ± 647
Withings	11771 ± 707	
平均値 ± 標準偏差		