

- 病関連の検討解析. 平成 23 年度厚生労働科学研究費補助金 (循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業), 日本人の食事摂取基準の改定と活用に資する総合的研究. 平成 23 年度総括・分担研究報告書, 27-38, 2011.
9. Elango, R., Humayun, M. A., Ball, R. O., Pencharz, P. B.: Protein requirement of healthy school-age children determined by the indicator amino acid oxidation method. *Am. J. Clin. Nutr.*, 94: 1545-52, 2011.
10. Tian, Y., Liu, J., Zhang, Y., Piao, J., Gou, L., Tian, Y., Li, M., Ji, Y., Yang, X.: Examination of Chinese habitual dietary protein requirements of Chinese young female adults by an indicator amino acid method. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 20: 390-396, 2011.
11. 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討報告書: 日本人の食事摂取基準[2010年版]. 第一出版, 東京, 2009.
12. Hayamizu, K., Kato, M., Hattori, S.: Determining amino acid requirements from requirements from repeated observations on indicator amino acid oxidation method by mixed-effect change-point regression models. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 49: 115-120, 2011.
13. Uauy, R., Scrimshaw, N. S., Rand, W. M., Yong, V. R.: Human protein requirements: Obligatory urinary and fecal nitrogen losses and the factorial estimation of protein needs in elderly males. *J. Nutr.* 108: 97-103, 1978.

Table 1 被験者の特徴 (BMI, Protein intake および PFC 比率は DHQ より算出した)

	性別	年齢 (歳)	体重 (kg)	BMI* (kg/m ²)	Energy intake (kcal/day)	Protein intake (g/kg BW/day)	PFC 比率 (%)
A	男	75	65.4	22.5	2340	0.9	9.5 : 17.2 : 40.2
B	男	75	60.2	23.4	2661	1.7	15.4 : 30.4 : 51.1
C	男	76	51.3	20.0	2575	1.5	12.2 : 20.5 : 65.8
D	男	78	54.2	21.6	2218	1.5	14.6 : 26.0 : 50.1
E	女	76	45.5	18.7	1330	1.2	16.7 : 21.5 : 61.7
F	女	77	41.2	19.7	2485	2.2	14.6 : 29.5 : 58.2
G	女	78	61.8	27.6	2191	1.1	12.6 : 28.8 : 58.4
H	女	78	52.3	21.6	—	—	—
I	女	78	52.1	23.5	1558	0.9	11.8 : 17.1 : 70.7
J	女	78	56.8	—	—	—	—
平均値		76.9±0.4	54.1±2.3	22.1±0.9	2170±170	1.6±0.2	13.3 : 25.2 : 61.4

*BMI: body mass index

結果は mean ± SE で示した。

Table 2 各たんぱく質摂取量での1回の玉子焼き栄養成分組成 (体重 60 kg)

	たんぱく質摂取量 (g/kg BW/day)					
	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4
鶏卵 (g)	20	28	37	41	49	57
オリーブ油 (g)	2.0	2.8	3.7	4.1	4.9	5.7
エネルギー (kcal)	49	69	89	99	119	138
たんぱく質 (g)	2.5	3.5	4.5	5.0	6.0	7.0
脂質 (g)	4.1	6.4	8.3	8.3	9.9	11.6

Table 3 各たんぱく質摂取量のアミノ酸組成

	評定パターン (全卵パターン)	たんぱく質摂取量(g/kg BW/day)					
		0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4
	mg/g						
Ala	61.4	30.7	43.0	55.3	61.4	73.7	86.0
Arg	75.1	37.6	52.6	67.6	75.1	90.1	105.1
Asn	33.3	16.7	23.3	30.0	33.3	40.0	46.6
Asp	33.3	16.7	23.3	30.0	33.3	40.0	46.6
Cys	22.1	11.1	15.5	19.9	22.1	26.5	30.9
Gln	56.6	28.3	39.6	50.9	56.6	67.9	79.2
Glu	56.6	28.3	39.6	50.9	56.6	67.9	79.2
Gly	33.3	16.7	23.3	30.0	33.3	40.0	46.6
His	22.7	11.4	15.9	20.4	22.7	27.2	31.8
Ile	62.8	31.4	44.0	56.5	62.8	75.4	87.9
Leu	83.3	41.7	58.3	75.0	83.3	100.0	116.6
Lys	75.7	37.9	53.0	68.1	75.7	90.8	106.0
Met	29.6	14.8	20.7	26.6	29.6	35.5	41.4
Phe	76.6	76.6	76.6	76.6	76.6	76.6	76.6
Pro	41.9	21.0	29.3	37.7	41.9	50.3	58.7
Ser	83.9	42.0	58.7	75.5	83.9	100.7	117.5
Thr	47.1	23.6	33.0	42.4	47.1	56.5	65.9
Trp	15.6	7.8	10.9	14.0	15.6	18.7	21.8
Tyr	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0
Val	70.3	35.2	49.2	63.3	70.3	84.4	98.4

Table 4 実験プロトコール

時刻	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
実験食	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
^{13}C -Phe					■	□	□	□	□	□	
$\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$					◎						
呼気サンプル					◆◆	◆	◆	◆	◆◆	◆◆	◆

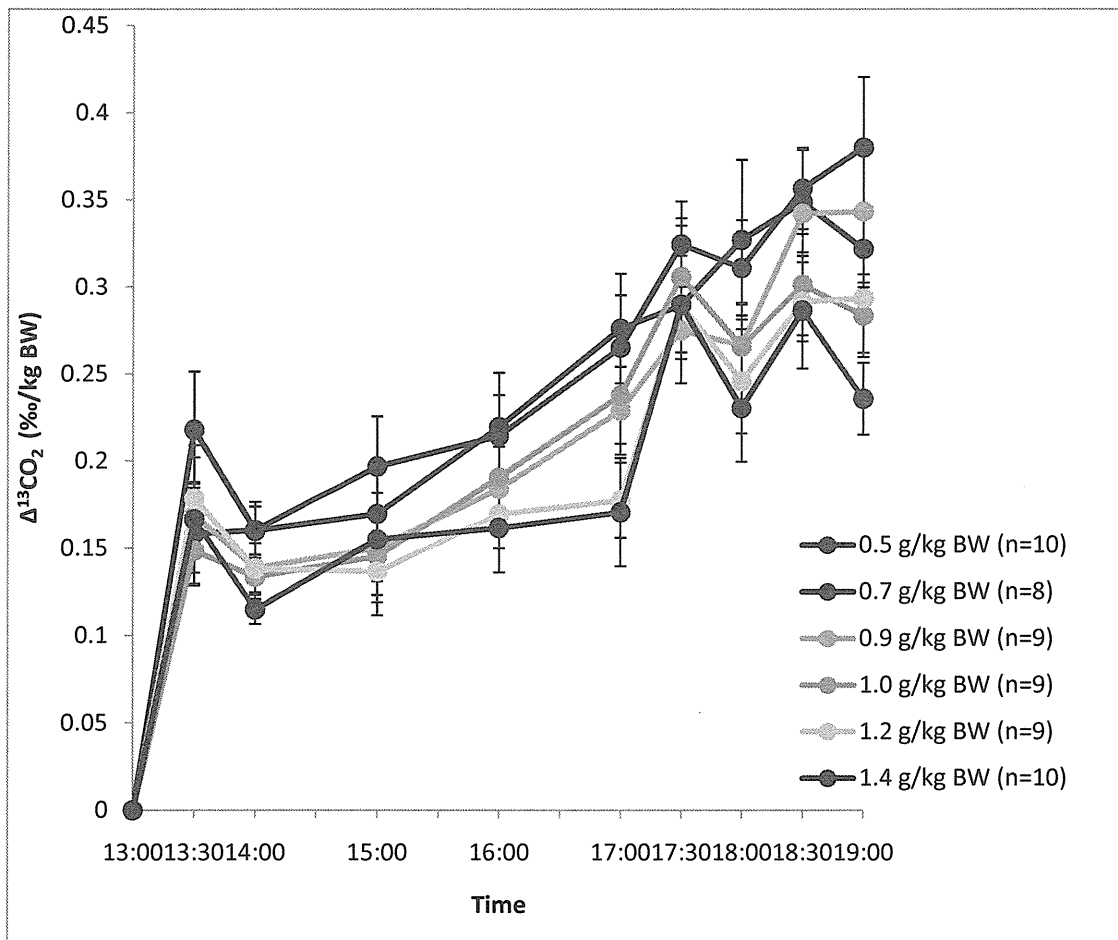


Figure 1 たんぱく質摂取量ごとの呼気中¹³CO₂量の経時的変化
結果は mean ± SE で示した。

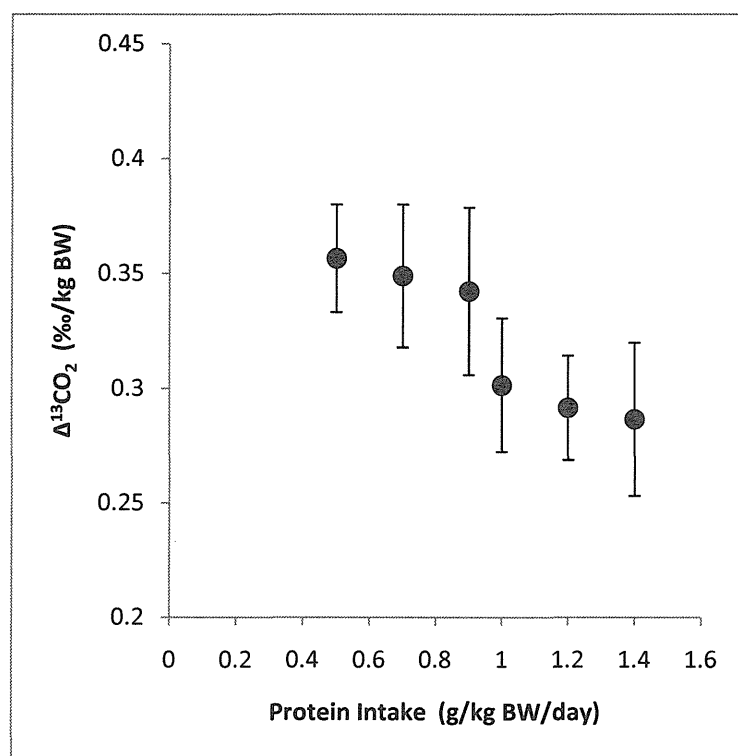


Figure 2 たんぱく質摂取量と呼気中¹³CO₂量の相関
値は18時30分のΔ¹³CO₂(‰/kg BW)を用いた。結果はmean ± SEで示した。

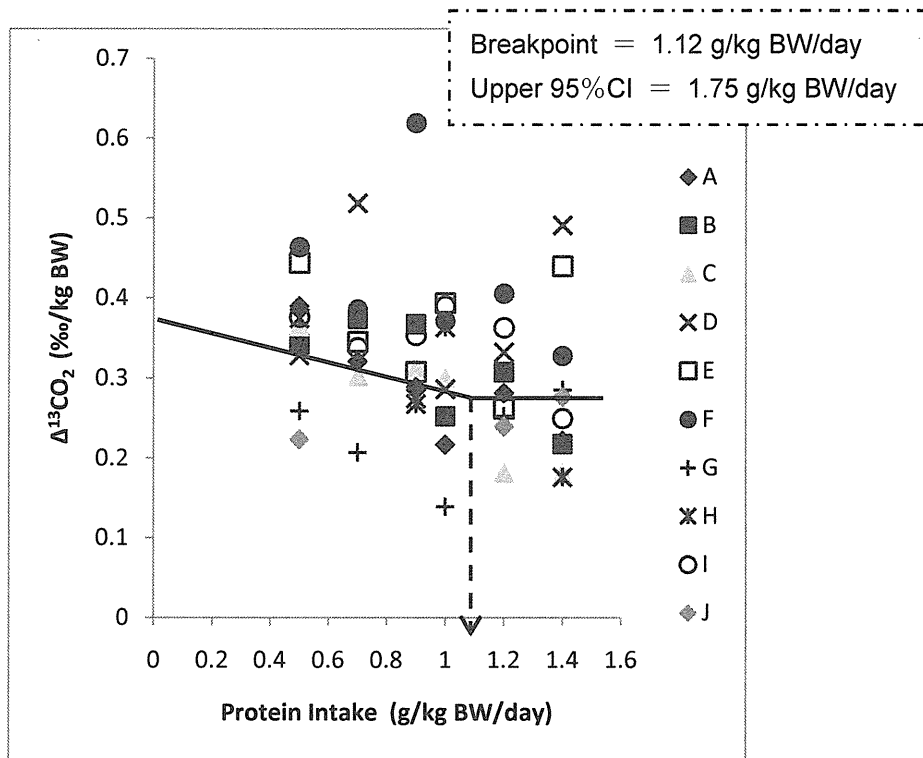


Figure 3 各個人でのたんぱく質摂取量と呼気中 $^{13}\text{CO}_2$ 量の相関値は 18 時 30 分の $\Delta^{13}\text{CO}_2$ (‰/kg BW) を用い、変曲点の算出には ME-CPRM を用いた。

自立した生活を営む後期高齢者におけるエネルギー・栄養素摂取量に関する調査:3日間秤量式食事記録法

分担研究者 佐々木敏

東京大学大学院医学系研究科公共健康医学専攻社会予防疫学分野

【研究要旨】

高齢者、特に、後期高齢者におけるエネルギー・栄養素摂取量は、この年齢層における健康管理上、不可欠の基礎資料である。しかしながら、調査の困難さのために信頼度の高い情報はほとんど得られていない。そこで、東京都内に居住し、自立した生活を営む後期高齢者(88~92歳)36人(男性17人、女性19人)を対象として、訪問面接による3日間秤量式食事記録法を実施し、エネルギー・栄養素摂取量を求めた。結果は次のとおりである。男性、女性の順の平均値(1日当たり):エネルギー(1917、1690kcal)、たんぱく質(15.2、14.9%E[エネルギー])、脂質(26.4、27.4%E)、炭水化物(53.7、56.9%E)、アルコール(4.3、0.7%E)、飽和脂肪酸(7.8、8.0%E)、食物繊維(7.9、8.6g/1000kcal)、食塩相当量(5.1、5.4g/1000kcal)であった。自立した生活を営む健康な者に限定された集団であること、都市部の居住者であること、秤量食事記録という負担の大きな調査に協力する意思と能力を有する者で構成された集団であったことなどから、この年齢層における集団代表性は保証できないものの、貴重な資料的価値を有するデータであると考えられる。

A. 背景と目的

高齢者、特に、後期高齢者におけるエネルギー・栄養素摂取量は、この年齢層における健康管理上、不可欠の基礎資料である。しかしながら、わが国では、調査の困難さのためもあり、信頼度の高い情報はほとんど得られていない。

そこで、東京都内に居住し、自立した生活を営む後期高齢者を対象として、訪問面接による3日間秤量式食事記録法を実施した。本研究は慶應義塾大学医学部老年内科が実施している超高齢者研究の一部として実施した。

B. 方法

B-1. 研究対象者

本研究は慶應義塾大学医学部老年内科が実施している百寿者調査の参加者のなかから、自立した生活を営んでおり、認知機能が正常

であり、協力が得られると判断された者を抽出し、対象とした。

B-2. 3日間食事記録

2013年6月~8月にかけて、連続しない3日間を対象として合計3日間の食事記録を行った。調査対象者は、調査日に飲食したすべての飲食物の重量・容量を計測し記録するように依頼した。対象者本人が困難だと思われた場合には、食事など身の回りの世話をしている人に同じ作業を依頼した。調査担当栄養士(または栄養疫学研究者)が対象者の自宅を訪問し、調査の方法を説明し、記録紙とデジタルスケールを配布した。食事記録日の翌日に必ず同じ調査担当者(または栄養疫学研究者)が対象者の自宅を訪問し、その場で記録用紙を確認し、記載の不備や不明点について対象者または代理記録者に質問や聞き取りを行った。記録日はおよそ2週間の間隔を置いて設定し、

対象者の生活に応じて変更にも応じられるように努めた。すべての対象者の調査は6月下旬に開始し、8月中旬に終了した。

得られた記録の内容をもとに、調査担当栄養士(または栄養疫学研究者)間で話し合いをしながら、食品番号と摂取重量を付した。それを用いて栄養価計算を行い、エネルギー・栄養素摂取量を算出した。栄養価計算のデータベースには日本標準食品成分表2010を用い、栄養価計算には当研究室で作成した栄養価計算用の専用プログラム(SAS9.2で書かれている)を用いた。栄養素ならびに食品群摂取量はエネルギー密度法による摂取量調整値(エネルギーを産生する栄養素は%エネルギー、エネルギーを産生する栄養素は1000kcal当たり重量)で示した。結果は男女別ならびに居住形態(独居、だれかと同居)別に示した。

C. 結果

対象者の基本属性を表1に示す。平均年齢は89歳であった。平均肥満度(body mass index)は男性が23.0、女性が21.3であった。

食品群摂取量を表2に示す。アルコール飲料を除けば男女間で摂取量が大きく異なる食品群は認められなかったが、肉類、乳類は男性で、砂糖・菓子類、野菜類、魚介類は女性で多い傾向を認めた。居住形態別では、砂糖・菓子類、野菜類は独居群で、めん類、アルコール飲料は同居群で多い傾向を認めた。

エネルギー・主な栄養素摂取量を表3(性別)、表4(住居形態別)に示す。平均エネルギー摂取量は全体で1797 kcal/日、男性が1917 kcal/日、女性が1690kcal/日であった。マクロ栄養素バランス(平均)は、たんぱく質15.1%エネルギー、脂質26.9%エネルギー、炭水化物55.4%エネルギーであり、中年層や初期高齢者などを対象とした調査結果と比べて、類似の結果を示した。また、飽和脂肪酸は7.9%エネルギーであった。ナトリウムは(平均)2065mg/1000kcal(食塩相当量として

5.25g/1000kcal)、食物繊維(平均)は8.3g/1000kcalであった。男女間での比較では、アルコールが男性で、ビタミンK、ビタミンB12、ビタミンCが女性で多い傾向を認めた。代表的な栄養素の摂取量(平均)は、アルコール(4.3、0.7%E)、コレステロール(184、183mg/1000kcal)、ビタミンD(4.0、4.6µg/1000kcal)、ビタミンK(93、127µg/1000kcal)、葉酸(212、233µg/1000kcal)、ビタミンC(67、95mg/1000kcal)、カリウム(1526、1540mg/1000kcal)、カルシウム(317、321mg/1000kcal)、であった。

居住形態間では際立って摂取量が異なった栄養素は認められなかった。

D. 考察

世界的にみても90歳前後の後期高齢者を対象として精度の高い方法でエネルギー・栄養素摂取量を調査した報告は乏しい。

エネルギー摂取量の平均値は、日本人の食事摂取基準(2010年版)、70歳以上(身体活動レベルがふつう)の推定エネルギー必要量(男性が2200 kcal/日、女性が1700 kcal/日)と比較して、男性が300 kcal/日程度低く、女性はほぼ同じであった。加齢に伴い、基礎代謝が低下することを考慮すると、女性は予想より高く、男性は(判断難しいものの)予想される値に近いものではなかったかと思われる。しかしながら、自立しており、この年齢として身体活動は高いと考えられるため、この年齢の代表値としてこの値を用いるのはむしろかまわない。

わが国では高齢者で脂質摂取量が少なく、若年者で相対的に脂質摂取量が多いという傾向を認めた結果が多いようであるが、この集団が初期高齢者を対象とした研究よりもさらに脂質摂取量が少ないといった傾向は認められず、むしろ、中年者層に近いぐらいの脂質摂取量であり、その平均値は日本人の食事摂取基準

(2010年版)の目標量の上限(25%エネルギー)を上回っていた。同様に、飽和脂肪酸でも目標量の上限(7%エネルギー)を上回っていた。このように、この集団の脂質・飽和脂肪酸摂取量は必ずしも低くはなかったことは注目に値するかもしれない。一方、ナトリウム摂取量(平均)は食塩相当量として5.25g/1000kcalであり、目標量の上限(男性9 g/日、女性7.5 g/日)を上回っていたものの、日本人の摂取量が1000kcal 当たり6 g程度を推移してきたことを考えると、むしろやや薄味の食習慣を有していることがわかる。食物繊維摂取量(平均)の8.3 g/1000kcal(14.9g/日)は目標量の下限(男性19 g/日、女性17 g/日)よりもやや低かったが、高齢者の食習慣を調べた他の調査結果と類似した結果であった。

ただし、今後、調査法の限界も踏まえた注意深い考察が必要であると考えられる。

E. 結論

高齢者、特に、後期高齢者におけるエネルギー・栄養素摂取量は、この年齢層における健康管理上、不可欠の基礎資料である。しかしながら、調査の困難さのために信頼度の高い情報はほとんど得られていない。そこで、東京都内に居住し、自立した生活を営む後期高齢者(88~92歳)36人(男性17人、女性19人)を対象として、訪問面接による3日間秤量式食事記録法を実施し、エネルギー・栄養素摂取量を求めた。結果は次のとおりである。男性、女性の順の平均値(1日当たり):エネルギー(1917、1690kcal)、たんぱく質(15.2、14.9%E[エネルギー])、脂質(26.4、27.4%E)、炭水化物(53.7、56.9%E)、アルコール(4.3、0.7%E)、飽和脂肪酸(7.8、8.0%E)、食物繊維(7.9、8.6g/1000kcal)、食塩相当量(5.1、5.4g/1000kcal)であった。自立した生活を営む健康な者に限定された集団であること、都市部の居住者であること、秤量食事記録という負担の大きな調査に協力する意思と能力を有す

る者で構成された集団であったことなどから、この年齢層における集団代表性は保証できないものの、貴重な資料的価値を有するデータであると考えられる。

F. 健康危険情報
なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的所有権の出願・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 対象者特性

	全体 (n=36)		男性 (n=17)		女性 (n=19)	
	平均 ± SD	最小 ~ 最大	平均 ± SD	最小 ~ 最大	平均 ± SD	最小 ~ 最大
年齢 歳	89.6 ± 1.4	88 ~ 92	89.3 ± 1.4	88 ~ 92	89.9 ± 1.4	88 ~ 92
身長 cm	152.9 ± 10.2	132 ~ 171	160.7 ± 6.1	150 ~ 171	146.0 ± 7.7	132 ~ 158
体重 kg	52.1 ± 10.1	31.5 ~ 80	59.5 ± 8.2	48 ~ 80	45.5 ± 6.4	31.5 ~ 55
BMI kg/cm ²	22.1 ± 2.5	17.7 ~ 28.7	23.0 ± 2.5	19.8 ~ 28.7	21.3 ± 2.4	17.7 ~ 26.2

表2 性別にみた食品群摂取量(g/1000 kcal、平均±標準偏差)

	全体(n=36)	性別		居住形態別	
		男性(n=17)	女性(n=19)	独居群(n=16)	同居群(n=20)
穀類	189.0 ± 52.3	188.7 ± 50.2	189.2 ± 55.4	175.6 ± 62.2	199.7 ± 41.4
めし	119.9 ± 40.4	123.7 ± 41.2	116.5 ± 40.6	115.7 ± 36.7	123.3 ± 43.9
めん	38.7 ± 40.4	40.5 ± 42.8	37.1 ± 39.2	27.6 ± 38.9	47.6 ± 40.3
パン	22.9 ± 15.6	19.4 ± 15.1	26.0 ± 15.8	24.8 ± 17.7	21.3 ± 14.0
その他穀類	7.5 ± 6.7	5.1 ± 4.1	9.6 ± 8.0	7.5 ± 6.9	7.5 ± 6.8
種実・豆類	26.7 ± 20.1	26.8 ± 25.4	26.7 ± 14.6	23.4 ± 15.3	29.4 ± 23.3
種実	3.1 ± 3.3	2.7 ± 3.1	3.4 ± 3.4	3.3 ± 3.5	2.8 ± 3.1
豆	23.7 ± 19.6	24.1 ± 24.8	23.3 ± 14.2	20.1 ± 15.2	26.6 ± 22.5
いも類	26.8 ± 33.4	33.2 ± 40.8	21.2 ± 24.9	24.1 ± 29.4	29.0 ± 36.9
砂糖・菓子類	35.3 ± 28.2	26.1 ± 21.0	43.4 ± 31.7	41.5 ± 34.5	30.3 ± 21.7
砂糖	9.0 ± 7.9	7.1 ± 6.7	10.8 ± 8.7	9.7 ± 9.4	8.5 ± 6.7
菓子	26.2 ± 28.3	19.0 ± 18.5	32.7 ± 34.0	31.8 ± 36.4	21.8 ± 19.5
油脂類	9.2 ± 4.7	7.9 ± 4.1	10.4 ± 5.0	10.1 ± 3.9	8.5 ± 5.3
動物性油脂	1.2 ± 2.0	0.5 ± 0.8	1.7 ± 2.6	1.6 ± 2.7	0.8 ± 1.3
植物性油脂	8.0 ± 4.5	7.3 ± 4.0	8.6 ± 4.9	8.5 ± 4.6	7.6 ± 4.6
果実類	102.9 ± 79.9	104.9 ± 86.8	101.1 ± 75.7	106.9 ± 84.1	99.7 ± 78.5
野菜類	171.4 ± 58.3	154.9 ± 60.7	186.1 ± 53.4	190.9 ± 63.4	155.7 ± 50.1
緑黄色野菜	67.2 ± 40.6	56.0 ± 37.6	77.2 ± 41.6	82.2 ± 47.3	55.1 ± 30.4
その他野菜	80.4 ± 36.6	77.3 ± 37.1	83.3 ± 36.9	82.5 ± 38.6	78.8 ± 35.7
漬物	11.9 ± 10.9	10.2 ± 10.8	13.5 ± 11.1	12.0 ± 10.2	11.9 ± 11.7
きのこ	3.4 ± 5.5	2.3 ± 5.4	4.4 ± 5.6	4.3 ± 6.1	2.7 ± 5.1
海藻	8.4 ± 9.7	9.1 ± 12.4	7.8 ± 6.8	10.0 ± 8.3	7.2 ± 10.7
アルコール飲料類	36.8 ± 106.7	69.3 ± 149.9	7.6 ± 16.2	17.9 ± 29.8	51.9 ± 140.5
非アルコール飲料類	496.5 ± 214.8	446.6 ± 178.7	541.2 ± 238.5	483.9 ± 146.0	506.6 ± 260.6
野菜・果物ジュース	18.0 ± 34.3	15.0 ± 30.8	20.6 ± 37.8	15.0 ± 37.3	20.3 ± 32.5
緑茶・紅茶・ウーロン茶	384.6 ± 247.0	339.3 ± 184.2	425.1 ± 291.3	344.3 ± 200.8	416.9 ± 279.5
緑茶	282.2 ± 240.5	272.1 ± 189.1	291.2 ± 283.7	232.9 ± 214.9	321.6 ± 257.6
紅茶・ウーロン茶	102.4 ± 124.3	67.2 ± 95.4	133.9 ± 140.5	111.4 ± 126.8	95.3 ± 125.1
コーヒー	58.0 ± 79.9	71.2 ± 98.1	46.1 ± 59.3	68.1 ± 73.7	49.9 ± 85.4
その他飲料	35.9 ± 65.1	21.0 ± 37.2	49.3 ± 81.3	56.5 ± 87.3	19.5 ± 33.9
魚介類	41.1 ± 18.8	37.2 ± 15.6	44.6 ± 21.1	45.2 ± 21.3	37.8 ± 16.3
肉類	30.7 ± 16.7	36.6 ± 16.9	25.5 ± 15.1	26.8 ± 16.1	33.9 ± 16.9
卵類	19.8 ± 13.1	21.3 ± 14.5	18.5 ± 11.9	16.0 ± 12.2	22.9 ± 13.3
乳類	86.2 ± 61.7	94.2 ± 71.8	79.1 ± 52.2	84.3 ± 48.6	87.8 ± 71.8

表3 性別にみたエネルギー・栄養素摂取量(平均±標準偏差)

		全体 (n=36)	男性 (n=17)	女性 (n=19)
エネルギー	kcal/日	1797 ± 495	1917 ± 450	1690 ± 520
たんぱく質	%エネルギー	15.1 ± 1.8	15.2 ± 1.4	14.9 ± 2.1
脂質	%エネルギー	26.9 ± 6.1	26.4 ± 7.1	27.4 ± 5.2
飽和脂肪酸	%エネルギー	7.88 ± 2.53	7.79 ± 2.49	7.95 ± 2.63
一価不飽和脂肪酸	%エネルギー	9.61 ± 2.86	9.81 ± 3.24	9.43 ± 2.54
多価不飽和脂肪酸	%エネルギー	5.58 ± 1.56	5.25 ± 1.40	5.87 ± 1.68
n-6系多価不飽和脂肪酸	%エネルギー	4.55 ± 1.32	4.34 ± 1.18	4.74 ± 1.44
n-3系多価不飽和脂肪酸	%エネルギー	1.01 ± 0.34	0.90 ± 0.30	1.11 ± 0.35
魚介由来n-3系多価不飽和脂肪酸 ^a	%エネルギー	0.40 ± 0.21	0.33 ± 0.18	0.46 ± 0.23
エイコサペンタエン酸	%エネルギー	0.12 ± 0.08	0.10 ± 0.06	0.14 ± 0.08
ドコサヘキサエン酸	%エネルギー	0.23 ± 0.12	0.19 ± 0.10	0.26 ± 0.13
α-リノレイン酸	%エネルギー	0.57 ± 0.22	0.53 ± 0.21	0.61 ± 0.23
コレステロール	mg/1000 kcal	183 ± 62	184 ± 70	183 ± 56
炭水化物	%エネルギー	55.4 ± 7.1	53.7 ± 7.9	56.9 ± 6.1
総食物繊維	g/1000 kcal	8.27 ± 2.26	7.91 ± 2.19	8.60 ± 2.34
水溶性食物繊維	g/1000 kcal	1.82 ± 0.53	1.68 ± 0.44	1.95 ± 0.58
不溶性食物繊維	g/1000 kcal	5.93 ± 1.43	5.67 ± 1.36	6.17 ± 1.48
アルコール	%エネルギー	2.39 ± 5.44	4.34 ± 7.43	0.65 ± 1.33
レチノール	μg/1000 kcal	206 ± 275	151 ± 140	256 ± 352
ビタミンA (レチノール当量) ^b	μg/1000 kcal	370 ± 318	302 ± 209	431 ± 386
α-カロテン	μg/1000 kcal	184 ± 178	220 ± 230	152 ± 109
β-カロテン	μg/1000 kcal	1814 ± 1122	1647 ± 1269	1963 ± 985
β-カロテン当量 ^c	μg/1000 kcal	1959 ± 1184	1803 ± 1354	2099 ± 1025
クリプトキサンチン	μg/1000 kcal	44.6 ± 47.1	44.1 ± 45.4	45.1 ± 49.8
ビタミンD	μg/1000 kcal	4.29 ± 2.60	3.96 ± 2.14	4.59 ± 2.98
α-トコフェロール	mg/1000 kcal	4.32 ± 1.20	3.94 ± 0.92	4.66 ± 1.35
ビタミンK	μg/1000 kcal	111 ± 61	93 ± 56	127 ± 62
チアミン	mg/1000 kcal	0.53 ± 0.12	0.54 ± 0.12	0.52 ± 0.12
リボフラビン	mg/1000 kcal	0.77 ± 0.18	0.77 ± 0.18	0.76 ± 0.18
ナイアシン	mg/1000 kcal	8.76 ± 2.52	9.02 ± 2.19	8.52 ± 2.81
ビタミンB6	mg/1000 kcal	0.72 ± 0.22	0.77 ± 0.23	0.68 ± 0.21
ビタミンB12	μg/1000 kcal	3.37 ± 2.08	2.60 ± 1.21	4.05 ± 2.47
葉酸	μg/1000 kcal	223 ± 69	212 ± 64	233 ± 74
パントテン酸	mg/1000 kcal	3.29 ± 0.66	3.27 ± 0.74	3.30 ± 0.60
ビタミンC	mg/1000 kcal	81.5 ± 67.3	66.5 ± 29.8	95.0 ± 87.3
ナトリウム	mg/1000 kcal	2065 ± 516	2011 ± 517	2113 ± 525
カリウム	mg/1000 kcal	1534 ± 377	1526 ± 440	1540 ± 324
カルシウム	mg/1000 kcal	319 ± 97	317 ± 126	321 ± 66
マグネシウム	mg/1000 kcal	153 ± 38	156 ± 43	151 ± 33
リン	mg/1000 kcal	593 ± 92	593 ± 104	593 ± 82
鉄	mg/1000 kcal	4.72 ± 1.05	4.62 ± 1.09	4.81 ± 1.04
亜鉛	mg/1000 kcal	4.21 ± 0.54	4.28 ± 0.55	4.14 ± 0.53
銅	mg/1000 kcal	0.66 ± 0.13	0.65 ± 0.12	0.66 ± 0.14
マンガン	mg/1000 kcal	2.26 ± 0.81	2.26 ± 0.73	2.26 ± 0.90

^aエイコサペンタエン酸、ドコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸の総量。

^bレチノール、1/12β-カロテン、1/24α-カロテン、および1/24クリプトキサンチン量の総量。

^cβ-カロテン、1/2α-カロテン、および1/2クリプトキサンチン量の総量。

表4 居住形態別にみたエネルギー・栄養素摂取量(平均±標準偏差)

		独居群(n=16)	同居群(n=20)
エネルギー	kcal/日	1762 ± 557	1825 ± 452
たんぱく質	%エネルギー	14.6 ± 1.9	15.4 ± 1.6
脂質	%エネルギー	27.4 ± 6.9	26.6 ± 5.6
飽和脂肪酸	%エネルギー	8.05 ± 2.95	7.74 ± 2.21
一価不飽和脂肪酸	%エネルギー	9.71 ± 3.43	9.52 ± 2.39
多価不飽和脂肪酸	%エネルギー	5.48 ± 1.72	5.65 ± 1.47
n-6系多価不飽和脂肪酸	%エネルギー	4.41 ± 1.42	4.66 ± 1.27
n-3系多価不飽和脂肪酸	%エネルギー	1.05 ± 0.39	0.98 ± 0.30
魚介由来n-3系多価不飽和脂肪酸 ^a	%エネルギー	0.43 ± 0.24	0.37 ± 0.19
エイコサペンタエン酸	%エネルギー	0.14 ± 0.09	0.11 ± 0.07
ドコサヘキサエン酸	%エネルギー	0.25 ± 0.14	0.22 ± 0.11
α-リノレイン酸	%エネルギー	0.57 ± 0.23	0.57 ± 0.22
コレステロール	mg/1000 kcal	181 ± 71	185 ± 56
炭水化物	%エネルギー	56.3 ± 7.3	54.7 ± 7.1
総食物繊維	g/1000 kcal	8.84 ± 2.53	7.82 ± 1.97
水溶性食物繊維	g/1000 kcal	2.01 ± 0.56	1.68 ± 0.46
不溶性食物繊維	g/1000 kcal	6.18 ± 1.60	5.74 ± 1.28
アルコール	%エネルギー	2.05 ± 4.34	2.66 ± 6.29
レチノール	μg/1000 kcal	213 ± 322	201 ± 238
ビタミンA (レチノール当量) ^b	μg/1000 kcal	397 ± 365	349 ± 283
α-カロテン	μg/1000 kcal	211 ± 198	163 ± 162
β-カロテン	μg/1000 kcal	2043 ± 1282	1631 ± 972
β-カロテン当量 ^c	μg/1000 kcal	2204 ± 1364	1763 ± 1011
クリプトキサンチン	μg/1000 kcal	44.9 ± 51.5	44.5 ± 44.6
ビタミンD	μg/1000 kcal	4.84 ± 3.08	3.85 ± 2.11
α-トコフェロール	mg/1000 kcal	4.56 ± 1.46	4.12 ± 0.94
ビタミンK	μg/1000 kcal	127 ± 75	98 ± 44
チアミン	mg/1000 kcal	0.50 ± 0.11	0.55 ± 0.13
リボフラビン	mg/1000 kcal	0.72 ± 0.18	0.80 ± 0.17
ナイアシン	mg/1000 kcal	8.31 ± 2.46	9.11 ± 2.57
ビタミンB6	mg/1000 kcal	0.69 ± 0.21	0.75 ± 0.23
ビタミンB12	μg/1000 kcal	3.99 ± 2.76	2.87 ± 1.17
葉酸	μg/1000 kcal	219 ± 78	226 ± 64
パントテン酸	mg/1000 kcal	3.22 ± 0.66	3.34 ± 0.68
ビタミンC	mg/1000 kcal	93.5 ± 96.6	72.0 ± 27.9
ナトリウム	mg/1000 kcal	2040 ± 587	2085 ± 467
カリウム	mg/1000 kcal	1568 ± 404	1506 ± 363
カルシウム	mg/1000 kcal	319 ± 78	319 ± 112
マグネシウム	mg/1000 kcal	153 ± 35	154 ± 40
リン	mg/1000 kcal	591 ± 90	595 ± 96
鉄	mg/1000 kcal	4.50 ± 0.94	4.89 ± 1.13
亜鉛	mg/1000 kcal	4.11 ± 0.56	4.29 ± 0.52
銅	mg/1000 kcal	0.65 ± 0.14	0.66 ± 0.12
マンガン	mg/1000 kcal	2.02 ± 0.61	2.45 ± 0.92

^aエイコサペンタエン酸、ドコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸の総量。

^bレチノール、1/12 β-カロテン、1/24 α-カロテン、および1/24クリプトキサンチン量の総量。

^cβ-カロテン、1/2 α-カロテン、および1/2クリプトキサンチン量の総量。

活動強度別の歩行及び生活活動時間と身体活動レベルの関係

研究分担者 高田和子（独）国立健康・栄養研究所 栄養教育研究部
栄養ケア・マネジメント研究室室長

研究代表者 田中茂穂（独）国立健康・栄養研究所 基礎栄養研究部 部長

1日の身体活動レベルに影響をする活動内容を明らかにするために、二重標識水法により測定した1日のエネルギー消費量と実測した基礎代謝量から求めた身体活動レベルと三次元加速度計のデータを比較した。三次元加速度計のデータについては、歩行を主とした活動（歩行）とそれ以外の活動（生活活動）に区分し、それぞれを3Mets未満、3～6Mets、6Mets以上に区分した。

男性69名、女性34名を対象に解析した結果、1日の身体活動レベルには男性は歩行活動が、女性では生活活動が影響していた。身体活動レベルに影響する活動内容には、性差がある可能性があるが、今後、対象とする職種等を増やしたうえで検討を加える必要があると思われた。

A. 研究目的

「日本人の食事摂取基準（2010年版）」では、各年代の身体活動レベルをそれぞれ3区分している。それぞれの区分について、どのような日常生活の内容の人が該当するかの説明とともに、静的、低強度、中強度、高強度の時間が示されている。

身体活動レベルのデータは二重標識水（doubly labeled water: DLW）法により求められているが、DLW法では1～2週間を平均した1日のエネルギー消費量を求めるため、その中身について知ることはできない。どのような生活内容の人がどの程度の身体活動レベルであるかを知るためには、加速度計法や活動記録法などを組み合わせる必要がある。

Westerberp KR(2001)は、加速度計により測定した低強度、中強度、高強度の活動時間とDLW法により測定した身体活動レベルを比較した。その結果、高強度の活動時間の割合は身体活動レベルによる差はみられなかった。身体活動レベルの低い人では、低強度の活動時間の割合が増加し、高強度の活動時間の割合が低下することを示した。

身体活動レベルごとの活動内容については、質問紙を使用した研究で比較されている。例えば、Csizmadi Iら(2011)は、活動的な女性や不活動以外の男性では、身体活動によるエネルギー消費量の大部分を仕事による活動が占めていることを示している。

我々は、先に三次元加速度計により、身体活動の特徴から歩行のような上下動を主

とした活動と、上下動以外の活動を含む生活活動にわけて、1日のエネルギー消費量を推定する方法を報告した(Ohshima Y et al. 2010, Ohkawara K et al, 2011)。そこで、本研究では、DLW法と三次元加速度計を使用して身体活動量を測定し、1日の身体活動レベルと、身体活動強度別の歩行活動と生活活動の関係を明らかにした。

B. 研究方法

1. 対象者

2007年から2011年に東京、九州、四国において、職域を中心に募集された身体活動量調査の対象者のうち、以下の条件に当てはまる対象を抽出した。

- ・エネルギー消費量や水分代謝に影響を与えるような疾病を有さない
- ・アルコールの多量摂取をしていない
- ・食事療法中あるいは減量中でない
- ・調査の前1週間から調査中にかけて居住都道府県外に2泊以上する予定がない
- ・重労働に従事していない
- ・調査期間中、指定の三次元加速度計を1日10時間以上装着した日が平日2日以上、休日1日以上ある

それらの条件に該当する者は、男性69名、女性34名であった。

2. 方法

DLW法による身体活動量の測定は2週間行われた。測定初日に、身長、体重、基礎代謝量の測定を行い、採尿を行った。その後、規定量の ^{18}O と ^2H を投与した。翌日からの2週間に1日1回の採尿を8回、ほぼ同じ時刻に行い、最終日に再度、体重測定を実施した。2週間の測定期間中は、入浴

やプールなど水にぬれる時間と睡眠時間を除いてできる限り三次元加速度計(HJA-350IT, Omron Health Care Co., Ltd)を装着するように依頼した。

(1) 基礎代謝量 (Basal Metabolic Rate: BMR) の測定

マスクを用いて10分間の呼気を2回、ダグラスバッグに収集した。収集した呼気の酸素濃度および二酸化炭素濃度は、呼気ガス分析器(ARCO-1000, Arco System, Kashiwa, Japan、または、AR-1, Arco System, Kashiwa, Japan)により測定した。呼気量は乾式ガスメータ(DC-5, SHINAGAWA Co. Ltd., Tokyo, Japan)で測定した。エネルギー消費量は、Weir (1949)の式により求め、1日のBMRに換算した。

(2) 1日の総エネルギー消費量 (Total energy expenditure: TEE) の測定

DLWとして10% ^{18}O (大陽日酸株式会社, 東京)と99.9% ^2H (Cambridge Isotope Laboratories Inc., Andover, Massachusetts, USA)の混合液により、体重当たり0.14gの ^{18}O と0.06gの ^2H を投与した。BMR測定前の早朝空腹時にベースラインとなる尿の採取を行った後にDLWを投与し、翌日から15日目までの間で8回の採尿を、ほぼ同時刻に依頼し、併せて採尿した時刻の記録を依頼した。

サンプルは密閉した状態で、分析まで -30°C で保存した。採取された尿の分析は、 ^2H は白金を触媒として H_2 ガスで、 ^{18}O は CO_2 ガスで平衡法により前処理を行った後、 ^2H および ^{18}O の安定同位体比を質量比分析計(Finnigan Delta Plus, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, Massachusetts, USA)により分析した。

^2H および ^{18}O の希釈容積 (N) (mol) は、尿中の安定同位体比から、標準化した安定同位体濃度を $[18.02a (\delta s - \delta b)] / [WA (\delta a - \delta t)]$ で求め、これを対数変換した値と DLW 投与後の経過時間との直線回帰式から、時間 0 における安定同位体濃度の逆数より求めた。 ^2H から求めた N を 1.041 で除したものと、 ^{18}O から求めた N を 1.007 で除したものの平均値を、安定同位体の N とした。ただし、W は同位体比分析の際に DLW を希釈するのに用いた飲料水の量 (g)、A は投与した DLW の量 (g)、a は希釈した DLW の量、 δa は希釈した DLW における同位体比、 δt は DLW の希釈に用いた飲料水の同位体比、 δs はサンプル尿の同位体比、 δb はベースラインでの尿の同位体比である。標準化した安定同位体濃度の対数と、投与時刻からの経過時間の直線回帰式の傾きを、安定同位体の減衰率 (k) とした。

二酸化炭素の排出量 (rCO_2) は、 rCO_2 (L/day) = $0.4554 \times \text{総体水分量} \times (1.007\text{ko} - 1.041\text{kh})$ により求めた。ko は ^{18}O の減衰率、kh は ^2H の減衰率であり、総体水分量は安定同位体の希釈容積 (N) とした。DLW 法においては、全期間を通じた呼吸商の直接測定が不可能である。そのため、体重変動のないエネルギーバランスのとれた状態では、食物商を使用して、TEE を求めることが最も適切とされている。そこで、同時期に実施した食事調査より Black ら (1986) の式を用いて算出した食物商を求め、その平均値を使用して Weir の式 (1949) により TEE を算出した。身体活動レベル (Physical Activity Level : PAL) は、TEE を BMR で除して求めた。

3. 倫理面への配慮

本研究は、疫学研究に関する倫理指針 (文部科学省・厚生労働省) に則り、独立行政法人国立健康・栄養研究所「研究倫理審査委員会 (疫学研究部会)」の承認を得て実施した。測定にあたっては、対象者に測定の実施の目的、利益、不利益、危険性、データの管理や公表について説明を行い、書面にて同意を得た。データは厳重に管理し、外部に流出することがないようにした。測定に伴う危険性はない。

C. 研究結果

表 1 に対象者の身体特性を示した。測定期間中には男女とも有意な体重変動はみられなかった。身体活動レベルは男性では 1.61~2.41、女性では 1.47~2.38 であった。身体活動レベルの平均値は男性 (2.05) が女性 (1.76) より有意に高かった。

歩行活動と生活活動をそれぞれ 3Mets 未満、3~6Mets、6Mets 以上に分類して、それぞれの時間数 (分) と Mets hr を比較した (表 2)。時間数では、歩行の 3~6Mets、6Mets は男性で長く、生活活動の 3~6Mets は女性で長かった。Mets hr での比較では、歩行の 3~6Mets と 6Mets 以上が男性で多く、生活活動の 3Mets 未満、3~6Mets は女性が多かった。

身体活動レベルと各活動の時間数、Mets hr との相関を検討した (表 3)。時間数は男性では、歩行の 3Mets 未満、3~6Mets、生活活動の 3~6Mets に弱い相関がみられた。また Mets hr では、歩行の 3Mets 未満、3~6Mets、生活活動の 3~6Mets に弱い相関がみられた。女性では、生活活動の 3~6Mets が時間数、Mets hr とともに相関がみられた。

身体活動レベルに関係する活動内容を把握するために、身体活動レベルを目的変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った（表4）。時間数、Mets hr のそれぞれで解析をしたところ、男性では3Mets未滿と3~6Metsの歩行時間が、女性では3~6Metsの生活活動が選択された。

D. 考察

食事摂取基準における身体活動レベルは、基本となるデータには、現在はDLW法で測定された1日のエネルギー消費量と実測した基礎代謝量から求めた身体活動レベルが使用されている。しかし、実際の活用でDLW法による測定を行うことは困難である。活用の際には、対象者の生活内容から、どの活動区分に該当するかを推測する必要がある。

今年度の検討では、歩行を主とした活動とそれ以外の活動（生活活動）に分けて1日の活動内容を評価できる三次元加速度計を使用して、1日の身体活動レベルに影響を与える活動内容を検討した。

その結果、男性では歩行活動が身体活動レベルに影響していたが、女性では生活活動が関連していた。今回の対象者の女性のうち約1/3が専業主婦であったが、それ以外は仕事を持っている対象であった。また、男性では、事務職、営業職、販売、医療など多種にわたる職種であった。今後、簡易な質問項目による生活内容を具体的に比較することで、実際の活動内容（歩行、家事、運動など）を比較し、これらの男女差がどのような生活内容から生じているか比較できると考える。

また、今回、男性では身体活動レベルが

平均で2.01であり、歩数からみても活動的な集団であり、日本人の生活内容を代表するものではない可能性があるため、今後、職種や活動レベルを考慮したうえで、対象数を増加し、1日の身体活動レベルの推定方法を検討する必要があるだろう。

E. 結論

1日の身体活動レベルに影響を与える活動内容には性差がある可能性が認められた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Tabata I, Ebine N, Kawashima Y, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Higuchi M, Yoshitake Y. Dietary Reference Intakes for Japanese 2010: Energy. J Nutr Sci Vitaminol, 59(Supplement); S26-S35, 2013

2. 学会発表

無し

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 対象者の特性

		男性 (n=69)		女性 (n=34)		男女差 p
年齢	(歳)	40.2	(9.0)	39.9	(9.8)	0.858
体重	前 (kg)	69.9	(12.0)	52.5	(7.2)	<0.001
	後 (kg)	69.8	(11.8)	52.5	(7.2)	<0.001
	差 (kg)	-0.1	(1.0)	0.0	(0.8)	0.620
BMI	(kg/m ²)	23.8	(3.6)	21.2	(2.8)	<0.001
歩数	(歩/日)	8495	(2489)	7496	(2474)	0.058
総エネルギー	(kcal/day)	2880	(430)	2020	(255)	<0.001
基礎代謝量	(kcal/day)	1437	(211)	1155	(125)	<0.001
PAL		2.01	(0.20)	1.76	(0.21)	0.042

p: t検定によるp

表 2 活動時間、活動内容の比較

			男性 (n=69)		女性 (n=34)		男女差 p
歩行	< 3Mets	(分)	47	(38, 60)	49	(36, 61)	0.994
	3-6 Mets	(分)	51	(35, 61)	28	(19, 42)	<0.001
	6 Mets \leq	(分)	0.6	(0.2, 2.4)	0.2	(0, 0.6)	0.003
生活活動	< 3Mets	(分)	700	(625, 773)	697	(603, 774)	0.978
	3-6 Mets	(分)	15	(10, 25)	28	(21, 50)	<0.001
	6 Mets \leq	(分)	0.0	(0, 0)	0.0	(0, 0)	0.045
歩行	< 3Mets	(Mets hr)	1.9	(1.5, 2.4)	1.9	(1.4, 2.5)	0.872
	3-6 Mets	(Mets hr)	3.3	(2.1, 4.0)	1.7	(1.2, 2.6)	<0.001
	6 Mets \leq	(Mets hr)	0.1	(0, 0.3)	0.0	(0, 0.1)	0.003
生活活動	< 3Mets	(Mets hr)	16.8	(15.6, 18.4)	18.5	(16.4, 20.7)	0.023
	3-6 Mets	(Mets hr)	0.8	(0.6, 1.4)	1.5	(1.2, 2.8)	<0.001
	6 Mets \leq	(Mets hr)	0.0	(0, 0)	0.0	(0, 0)	0.046

p: Mann-Whitney検定によるp

表 3 身体活動レベルとの相関係数

		男性 (n=69)		女性 (n=34)	
		r	p	r	p
歩行時間	< 3Mets	0.401	0.001	0.001	0.997
	3-6 Mets	0.425	<0.001	0.090	0.612
	6 Mets \leq	0.216	0.075	-0.162	0.360
生活活動時間	< 3Mets	0.011	0.931	-0.100	0.573
	3-6 Mets	0.347	0.004	0.671	<0.001
	6 Mets \leq	0.024	0.846	0.145	0.412
歩行 Mets hr	< 3Mets	0.404	0.001	0.006	0.974
	3-6 Mets	0.405	0.001	0.039	0.828
	6 Mets \leq	0.201	0.097	-0.163	0.357
生活活動 Mets hr	< 3Mets	0.165	0.176	0.143	0.421
	3-6 Mets	0.343	0.004	0.671	<0.001
	6 Mets \leq	0.004	0.974	0.141	0.426

表 4 身体活動レベルを目的変数とした重回帰分析結果

	変数	β	p	adjusted R ²	p
男性	3Mets未満の歩行時間	0.327	0.005	0.233	<0.001
	3-6 Metsの歩行時間	0.290	0.012		
	3Mets未満のMets hr	0.313	0.007	0.230	0.001
	3-6 MetsのMets hr	0.312	0.007		
女性	3-6 Metsの生活活動時間	0.671	<0.001	0.432	<0.001
	3-6 Metsの生活活動のMets hr	0.671	<0.001	0.450	<0.001