

健常高齢者の歩数と身体活動関連エネルギー消費量に 影響を与える因子の検討

——身体活動量の評価指標は歩数のみで評価が可能か？——

*Study of Factors Affecting the Step Count and Physical Activity Related Energy
Expenditure of Healthy Elderly: Is It Possible to Assess Physical Activity by
Only The Step Count?*

陶山 和晃^{1,2)} 朝井 政治¹⁾ 田中 貴子²⁾ 田中 健一郎^{2,3)}
宮本 直美⁴⁾ 髻谷 満⁵⁾ 千住 秀明²⁾

KAZUAKI SUYAMA^{1,2)}, MASAHARU ASAI¹⁾, TAKAKO TANAKA²⁾, KENICHIROU TANAKA^{2,3)},
NAOMI MIYAMOTO⁴⁾, MITSURU TABUSADANI⁵⁾, HIDEAKI SENJYU²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Tagami Hospital: 2-14-15 Tagami, Nagasaki, Nagasaki 851-0251, Japan. TEL+81 95-826-8186
E-mail: kazuaki_s104@ybb.ne.jp

²⁾ Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University

³⁾ Special Elderly Nursing Home Keijyuuen

⁴⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kio University

⁵⁾ Center for Industry University and Government Cooperation, Nagasaki University

Rigakuryoho Kagaku 30(4): 513-518, 2015. Submitted Jan. 16, 2015. Accepted Feb. 26, 2015.

ABSTRACT: [Purpose] To examine whether the physical activity of healthy elderly people can be evaluated using step counts. [Subjects and Methods] The subjects were 102 healthy elderly persons. Daily physical activity (step counts and physical activity-related energy expenditure “PAEE”) were assessed using a uniaxial accelerometer. We also evaluated factors associated with physical activity, such as body mass index, quadriceps force hand-grip force respiratory function, depressive symptoms, regional environment, and wearing rate. [Results] A high correlation was observed between the step count and PAEE. Furthermore, age, hand-grip force quadriceps force and wearing rate affected the number of steps and PAEE, according to multiple regression analysis. [Conclusion] Our results suggest that a step count is sufficient to evaluate the PAEE of healthy elderly people.

Key words: healthy elderly, physical activity, step counts

要旨:〔目的〕健常高齢者の身体活動量を歩数のみで評価できるかを検討すること。〔対象と方法〕対象は102名の健常高齢者とした。1日の身体活動量（歩数と身体活動関連エネルギー消費量“PAEE”）は単軸加速度計を用いて評価した。加えて、身体活動に関連すると考えられる因子（BMI、大腿四頭筋筋力、握力、呼吸機能、うつ症状、地域別環境、装着率）を評価した。〔結果〕歩数とPAEEには高い相関が認められた。さらに、重回帰分析により、年齢、握力、大腿四頭筋筋力、装着率は歩数とPAEEに影響を与える共通の因子であることが明らかとなった。〔結語〕歩数がPAEEに対して十分な評価指標となり、健常高齢者の身体活動量は歩数のみで評価できることが示唆された。

キーワード: 健常高齢者, 身体活動量, 歩数

¹⁾ 医療法人保善会田上病院 リハビリテーション科:長崎県長崎市田上2-14-15 (〒851-0251) TEL 095-826-8186

²⁾ 長崎大学 大学院医歯薬学総合研究科

³⁾ 社会福祉法人優輝会特別養護老人ホーム恵珠苑

⁴⁾ 畿央大学 健康科学部 理学療法学科

⁵⁾ 長崎大学 産学官連携戦略本部

I. はじめに

高齢者を含めた成人の不活動が世界の全死亡原因の9.4%を占めており¹⁾、特に高齢者の不活動は自立度の低下や虚弱の危険因子になることが注視されている²⁾。高齢者の身体活動量に関連する因子として、筋力をはじめとする運動機能³⁾やうつ症状⁴⁾、呼吸機能⁵⁾、居住環境⁶⁾との関連性が明らかとなっている。また、歩数計や加速度計を対象者自身が確認できると、身体活動量が増加したと報告されている⁷⁾。しかし、超高齢社会を迎えた我が国の現状は、70歳以上の平均歩数が4,740歩と他の年代と比べると著しく低い⁸⁾。その対策として、健康日本21(第2次)⁹⁾や健康づくりのための身体活動基準2013¹⁰⁾では、歩数のみならず活動強度・活動時間を反映する指標(身体活動時のエネルギー消費量、メッツ・時など)が提案され、高齢者の身体活動目標(6,000~7,000歩、週10Mets・時)を設定し、個々に応じて可能な限り身体活動量の向上を推奨している。近年では、加速度計が開発されたことで測定精度の向上や歩数以外の評価が可能となり、研究分野で広く用いられるようになった¹¹⁾。しかし、身体活動時のエネルギー消費量やメッツ・時といった評価指標は歩数と比べると十分に認知されているとは言えず、個々の高齢者が用いる身体活動目標の指標としては未だ普及性に乏しい。したがって、高齢者には簡便で理解しやすい指標が望まれる。従来では、いわゆる“万歩計(歩数計)”の流行に伴って歩数が身体活動量の最も代表的な評価手法として使用されてきており、現段階では最も簡便で理解されやすい指標と言える。さらに、Gardnerらの報告では、歩数は歩数計・加速度計ともに二重標識水法から得られた身体活動時のエネルギー消費量との関連性が示されており¹²⁾、評価指標としての妥当性が得られている。しかし一方では、歩数と身体活動時のエネルギー消費量との間に関連性がないことを報告している先行研究も散見され^{13,14)}、歩数のみで1日の身体活動量が反映できるか否かは一定の見解が得られていない。

そこで、本研究では歩数や身体活動時のエネルギー消費量に影響を与える因子が共通していた場合、「健常高齢者の身体活動量は簡便で理解し易い歩数で評価できる」と仮説を立てた。

本研究の目的は、健常高齢者の身体活動量に関連する様々な因子の中で、歩数と身体活動時のエネルギー消費量それぞれに影響を与える因子を明らかにし、高齢者の身体活動量は歩数のみで評価可能であるか検証することとした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、長崎県長崎市と諫早市で実施している健康運動教室および健康祭りに参加した健常高齢者120名(77.0±5.0歳)とした。除外基準は、身体活動の阻害となる脳血管疾患、神経筋疾患、重度の骨関節疾患、呼吸器疾患、悪性腫瘍などにより日常生活において介助が必要な者、認知症などにより各種評価の実施に十分な理解が得られない者とした。

本研究を開始するにあたり、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科倫理審査委員会の承認を受けた(承認番号:13071143)。また、全ての対象者には、本研究の目的や意義、倫理的配慮について口頭および文章にて説明を行い、研究参加への同意を得た。

2. 方法

身体活動量の評価として、単軸加速度計(Lifecorder GS[®], SUZUKEN Co., Ltd.)を用いて歩数と身体活動時のエネルギー消費量を測定した。本機器の測定精度やその有用性については、先行研究において既に報告されている¹⁵⁻¹⁹⁾。一般的に、総エネルギー消費量とは基礎代謝量、食事誘発性熱産生、身体活動時のエネルギー消費量(運動量、非運動性身体活動によるエネルギー消費量[non-exercise activity thermogenesis: NEAT])の総和を指す。NEATは主に姿勢保持や家事、軽作業といった低~中強度の活動を反映しているが、本研究では健康増進への意識が高い健常高齢者を対象としているため、NEATよりも運動量の方がより身体活動の向上に繋がりやすいことが予想された。よって、本機器で表示される運動量を身体活動関連のエネルギー消費量(physical activity-related energy expenditure: PAEE)として用いた。なお、PAEEを用いるに当たり、高齢者7名(79.5±5.2歳)を対象に本機器と大気圧センサー付き3軸加速度計(Welsupport[®], NIPRO社)による歩数と総エネルギー消費量の比較試験を行った。その結果、両機器には歩数と総エネルギー消費量ともに統計学的な有意差がなく(それぞれp=0.939, p=0.690)、本機器が身体活動時のエネルギー消費量を反映し得ることを事前に確認した上でPAEEを採用した。

測定方法は、対象者に左側の腰の高さに本機器を装着するよう依頼し、1日の身体活動量(入浴時を除いた起床時から就寝前まで)を15日間測定した。この際、加速度計のセルフモニタリングの制約については指導を行っていない。身体活動量のデータ解析は専用ソフトウェア(Lifelyzer 05 Coach, SUZUKEN Co., Ltd.)を用い、測定した15日間のうち測定開始日と終了日を除いた13日間をデータ解析の対象とした。対象とする13日間の内、気象の影響^{20,21)}を除外するために、雨天日

(気象庁が定めた日)も同様にデータ解析より除外した。有効装着日は井上²²⁾の報告を参考にし、本研究では1日の加速度信号が12時間以上観測された日を採用した。さらに、歩数とPAEEは有効装着日のデータから平均値を算出した。

その他の評価項目としてBody Mass Index (BMI)、大腿四頭筋筋力 (quadriceps force: QF) および握力 (handgrip force: HF) を測定した。HFとQFはそれぞれ左右2回ずつ測定し、最良値を採択した。さらに、先行研究にて呼吸機能⁴⁾、うつ症状⁵⁾、居住環境⁶⁾、活動量計の装着による心理的影響⁷⁾も身体活動量と関連すると考えられていることから、本研究ではこれらの因子についても評価し、解析・検討を行った。呼吸機能はスパイロメータ (Autospiro AS-507, MINATO 社) を用いて、%肺活量 (vital capacity % predicted: %VC)、%1秒量 (forced expiratory volume in 1 second % predicted: %FEV₁)、1秒率 (forced expiratory volume % in 1 second: FEV₁%) を測定した。測定方法は日本呼吸器学会ガイドライン²³⁾に従った。うつ症状はcenter for epidemiologic studies depression scale (CES-D)²⁴⁾を用いて評価した。CES-Dは米国国立精神保健研究所が開発したうつ病の自己評価尺度であり、20項目の得点(0-3点)にて構成され、16点以上をうつ症状ありと判定するものである。居住環境に関して、本研究では各対象者の居住環境を地域別に分類した。長崎市は全国でも有数の傾斜地で傾斜度10°以上の地域が40%を超えていることが報告されている²⁵⁾。よって、長崎県内の居住環境(斜面地と平地)の違いによる身体活動量への影響を考慮する必要があり、本研究では長崎市在住者と他の地域在住者(傾斜度10°以上が40%未満の地域)の2群に分類した。さらに、活動量計の装着による心理的影

響を評価するために、雨天日を除いた解析対象となる測定期間から有効装着日の日数の割合を装着率として算出した。

統計解析はShapiro-Wilk検定にて正規性の検定を行った後、歩数およびPAEEと各独立変数との相関関係をPearsonの相関分析にて判定した。また、歩数とPAEEそれぞれに影響を与える因子の抽出にはStepwise法による重回帰分析を行った。各独立変数の影響の大きさは偏回帰係数(B)と標準偏回帰係数(β)、重回帰モデルの精度および適合度には重相関係数(R)と重決定係数(R²)を指標とした。解析はIBM SPSS statistics ver.21 for Windowsを使用し、統計学的有意水準は5%未満とした。

III. 結果

本研究の対象者120名のうち、各種評価の測定が困難であった者(5名)、身体活動量のデータ解析にて有効装着日数が3日以上得られなかった者(13名)を除いた、102名を解析対象とした。

対象者特性を表1に示した。性別は女性74名、男性28名と女性が高い割合となった。BMIは日本肥満学会が示す判定基準の標準範囲²⁶⁾であった。QFは性別・年代別基準値²⁷⁾の88.2%、HFは性別・年代別基準値²⁸⁾の94.9%に相当した。呼吸機能では拘束性障害や閉塞性障害を呈した者は認められなかった。CES-Dスコア16点以上の者は13名(12.7%)であった。また、長崎市在住者と他の地域在住者の人数はどちらも51名であった。歩数は6,848 ± 2,263歩、PAEEは135.5 ± 55.3 kcalであり、両者には高い相関関係が認められた(r=0.87, p<0.001)。

身体活動量と各独立変数における相関分析の結果(表2)、歩数においては年齢、QF、装着率およびHFとそれぞれ統計学的に有意な相関関係が認められた。一方、

表1 対象者特性

	n=102
年齢, 歳	76.5 ± 5.1
性別 (女性 / 男性), 名 (%)	74 (72.5) / 28 (27.5)
BMI, kg/m ²	22.8 ± 3.7
QF, kgf/Wt (%)	0.47 ± 0.16 (88.2)
HF, kg (%)	25.1 ± 6.6 (94.9)
% VC, (%)	99.8 ± 16.2
% FEV ₁ , (%)	97.8 ± 19.2
FEV ₁ %, (%)	77.4 ± 8.5
CES-D 総スコア, 点	9.6 ± 6.1
16<, 名 (%)	13 (12.7)
居住環境 (長崎市 / 他), 名 (%)	51 (50.0) / 51 (50.0)
装着率, (%)	76.4 ± 23.1
歩数, (歩 / 日)	6,848 ± 2,263
PAEE, (kcal / 日)	135.5 ± 55.3

mean ± SD or n (%).

表2 身体活動量と各独立変数の相関係数

	歩数 (r)	PAEE (r)
年齢	-0.48 **	-0.45 **
性別	-0.01	-0.13
BMI	0.04	0.32 **
QF	0.46 **	0.26 **
HF	0.34 **	0.39 **
% VC	0.18	0.22 *
% FEV ₁	0.05	0.05
FEV ₁ %	0.01	0.02
CES-D	-0.01	-0.03
居住環境	-0.05	-0.02
装着率	0.41 **	0.29 **

*p<0.05, **p<0.01. r, Pearson's correlation coefficient.

表3 歩数の重回帰分析

	B	95% CI		β	VIF	
		下限	上限			
(定数)	8,711.63	2,351.07	15,072.18	—	—	—
年齢	-115.80	-185.43	-46.17	-0.26	1.19	*
QF	4,329.34	2,226.13	6,432.54	0.31	1.11	**
装着率	33.05	18.36	47.75	0.34	1.09	**
HF	81.71	29.55	133.88	0.24	1.10	*

R=0.70 R²=0.49. *p<0.05, **p<0.01. B, 偏回帰係数; β , 標準偏回帰係数; R, 重相関係数; R², 決定係数.

表4 PAEEの重回帰分析

	B	95% CI		β	VIF	
		下限	上限			
(定数)	91.35	-85.78	268.48	—	—	—
年齢	-2.78	-4.55	-1.00	-0.26	1.21	*
BMI	5.28	2.94	7.61	0.35	1.07	**
HF	2.43	1.11	3.76	0.29	1.11	**
装着率	0.62	0.25	1.00	0.26	1.10	**
QF	58.06	3.29	112.83	0.17	1.17	*

R=0.68 R²=0.46. *p<0.05, **p<0.01. B, 偏回帰係数; β , 標準偏回帰係数; R, 重相関係数; R², 決定係数.

PAEEでは年齢, HF, BMI, 装着率, QFおよび%VCにそれぞれ有意な相関関係が認められた.

歩数の重回帰分析の結果(表3), 装着率, QF, 年齢, HFが影響を与える因子として抽出された. PAEEの解析においては(表4), BMIの影響が最も強く, 次いでHF, 装着率, 年齢およびQFが影響を与える因子として抽出された.

IV. 考 察

本研究は, 健常高齢者の身体活動量として, 歩数と身体活動時のエネルギー消費量それぞれに影響を与える因子を解析し, 身体活動量の評価には歩数のみで可能であるかについて検討した.

本調査の結果では, 歩数とPAEEには高い相関関係が認められた. 土居ら²⁹⁾の報告においても, 両者に高い関連性を示しており, 本研究は先行研究の結果と一致した. また, Gardnerら¹⁴⁾が報告した歩数と二重標識水法から得られた身体活動時のエネルギー消費量の相関関係を本研究では支持する結果となった. つまり, 健常高齢者における身体活動時のエネルギー消費量は歩数で説明することができ, 身体活動の評価には歩数がPAEEの指標になる可能性が示唆された. ただし, 他の先行研究³⁰⁾で報告されているような, 単軸加速度計が生活活

動の測定を反映しにくい点には十分注意して解釈する必要がある.

さらに, 歩数とPAEEそれぞれに影響する因子を検討した結果, 両者に共通する因子として年齢と骨格筋力(HF, QF)が抽出された. 加齢による歩数の減少は“国民健康・栄養調査報告⁸⁾”を見ても明らかであり, 歩数に強い影響を及ぼしている因子の一つと言える. これはPAEEにおいても同様である. Robertsら³¹⁾の報告では, 総エネルギー消費量が男女共に加齢に応じて低下していくことを示している. その主な原因は, 30歳代より生じる骨格筋量の減少や50歳代より現れる身体活動量の低下が関与していると報告されている. よって, 健常高齢者を対象とした本研究では, 先行研究と同様に身体活動量に対する年齢や骨格筋への影響を裏付ける結果となった.

加えて, 重回帰分析の結果, 装着率も歩数とPAEEに影響を与える因子として抽出された. Clemesら⁷⁾は健常ボランティアに研究目的を知らせず, 1週目に歩数計を密閉した状態で測定を行っている. 2週目にはそれが歩数計であることを知らせ, セルフモニタリングが可能な状態で同様に測定したところ, 2週目において有意に歩数が増加したと報告した. この研究では, 歩数計を装着したことの認識や対象者自身が測定値を視覚的に確認できる状態が心理的側面へ働き, 身体活動に影響したと

考察されている。本研究においても、対象者に対して身体活動量を測定するための機器を装着させることや、セルフモニタリングが可能であることを測定開始時に説明していた。したがって、対象者が本研究期間中の身体活動量の確認を行うことは可能であり、加速度計の装着やモニタリングに対する意識が歩数やPAEEに反映した可能性が考えられた。また、先行研究では機器の装着に対して歩数のみの影響を報告していたが、本研究ではPAEEでも影響することが示唆された。しかし、加速度計の装着により歩数とPAEEが実際に増加するか否かについて検証できていないことは今後の検討課題である。

一方、PAEEではBMIも影響する因子として抽出された。本研究で使用したLifecorder[®]では、主に活動強度・活動時間および体重に反映されている。そのため、体格が大きい者ほど必然的に身体活動強度が高くなる。過度な体重や肥満は活動時間を低下させると言われているが³²⁾、本研究の対象者のBMIは標準範囲であったため、先行研究の様なPAEEへの影響は少ないと推測される。つまり、PAEEにおけるBMIの影響は、身体活動量ではなく加速度計の算出方法によるものであると考えられる。

以上の結果から、健常高齢者のPAEEは簡便で理解し易い歩数で評価できることが示唆された。

本研究にはいくつかの制限因子がある。第一に、対象者は標準体重に相当し日常生活が自立している健常高齢者であり、かつ健康運動教室や健康祭りに参加するといった健康への意識が比較的高い集団である。よって、一般高齢者の母集団における選択的バイアスが生じている可能性がある。第二に、身体活動量に影響を与える他の要因（社会的要因や活動範囲など）を踏まえて検討することができなかった点が挙げられる。第三に、単軸による加速度計で解析・検討している点である。そのため、今後は、前期・後期高齢者別や身体特性別（肥満者、虚弱高齢者）での検証、3軸加速度計などと併用した検討が必要である。

今後は対象や目的に応じて評価項目を選択し、高齢者に簡便で理解しやすい身体活動量評価のプロトコルを作成していく必要がある。

引用文献

- 1) Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, et al.: Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 2012, 380(9838): 219-229.
- 2) Stuck AE, Walthert JM, Nikolaus T, et al.: Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. *Soc Sci Med*, 1999, 48(4): 445-469.
- 3) Milanović Z, Pantelić S, Trajković N, et al.: Age-related

decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clin Interv Aging*, 2013, 8: 549-556.

- 4) Mura G, Carta MG.: Physical activity in depressed elderly. A systematic review. *Clin Pract Epidemiol Ment Health*, 2013, 9: 125-135.
- 5) Amara CE, Koval JJ, Paterson DH, et al.: Lung function in older humans: the contribution of body composition, physical activity and smoking. *Ann Hum Biol*, 2001, 28(5): 522-536.
- 6) 齋藤義信, 小熊祐子, 井上茂・他: 移動および余暇の歩行行動に関連する環境要因—藤沢市在住の60~69歳を対象とした横断研究. *運動疫学研究*, 2011, 13(2): 125-136.
- 7) Clemes SA, Matchett N, Wane SL.: Reactivity: an issue for short-term pedometer studies? *Br J Sports Med*, 2008, 42(1): 68-70.
- 8) 厚生労働省:平成23年度国民健康・栄養調査報告. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h23-houkoku-05.pdf> (閲覧日2015年1月4日).
- 9) 厚生労働省:健康日本21(第2次). http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkouinippon21_01.pdf (閲覧日2015年1月4日).
- 10) 運動基準・運動指針の改訂に関する検討会:健康づくりのための身体活動基準2013. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpqt.pdf> (閲覧日2015年1月4日).
- 11) 大河原一憲:加速度計を用いた活動量の評価からヘルスプロモーションまで. *体力科学*, 2013, 62(1): 62-67.
- 12) Gardner AW, Poehlman ET: Assessment of free-living daily physical activity in older claudicants: validation against the doubly labeled water technique. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1998, 53(4): M275-280.
- 13) Fogelholm M, Hiilloskorpi H, Laukkanen R, et al.: Assessment of energy expenditure in overweight women. *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30: 1191-1197.
- 14) Leenders NY, Sherman WM, Nagaraja HN, et al.: Evaluation of methods to assess physical activity in free-living conditions. *Med Sci Sports Exerc*, 2001, 33: 1233-1240.
- 15) Kumahara H, Schutz Y, Ayabe M, et al.: The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical activity related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr*, 2004, 91: 235-243.
- 16) Kumahara H, Tanaka H, Terrier P, et al.: Comparison of 2 accelerometers for assessing daily energy expenditure in adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 2004, 1: 270-280.
- 17) Rafamantanantsoa HH, Ebine H, Yoshioka M, et al.: Validation of three alternative methods of measuring total energy expenditure against the doubly labeled water method in older Japanese men. *J Nutr Sci Vitaminol*, 2002, 48: 517-523.
- 18) 樋口博之, 綾部誠也, 進藤宗洋・他: 加速度センサーを内蔵した歩数計による若年者と高齢者の日常身体活動量の比較. *体力科学*, 2003, 52: 111-118.
- 19) Ayabe M, Aoki J, Ishii K, et al.: Pedometer accuracy during stair climbing and bench stepping exercises. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2008, 7: 249-254.
- 20) Togo F, Watanabe E, Park H, et al.: Meteorology and the physical activity of the elderly: the Nakanojo Study. *Int J Biometeorol*, 2005, 50(2): 83-89.

- 21) Feinglass J, Lee J, Semanik P, et al.: The effects of daily weather on accelerometer-measured physical activity. *J Phys Act Health*, 2011, 8(7): 934-943.
- 22) 井上 茂: 歩数計を健康教育, 疫学研究に応用するための研究: バイアスの少ない評価方法の検討. *健康医科学*, 2003, 18: 10-17.
- 23) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会編: 呼吸機能検査ガイドライン—スパイロメトリー, フローボリューム曲線, 肺拡散能力—. メディカルレビュー社, 東京, 2004, pp1-58.
- 24) Radloff LS: The CES-D Scale: a self-report depression scale for research in the general population. *Appl Psychol Meas*, 1977, 1(3): 385-401.
- 25) 全 炳徳, 杉山和一, 扇谷保彦・他: 2章 GIS技術を用いた斜面市街地の比較分析 (II部 居住地社会環境). 長崎大学公開講座叢書 (12), 長崎大学生涯学習教育研究センター運営委員会, 長崎, 2000, pp39-48.
- 26) 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会: 肥満症診断基準 2011, 臨時増刊号. *肥満研究*, 2011, 17: 3-10.
- 27) 平澤有里, 長谷川輝美, 松下和彦: 健常者の等尺性膝伸展筋力. *理学療法ジャーナル*, 2004, 38(4): 330-333.
- 28) 文部科学省: 平成24年度体力・運動能力調査. http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/1261241.htm (閲覧日2015年1月4日).
- 29) 土居和子, 玉垣 栄, 清水恭子・他: 強度・時間別にみた身体活動時間と歩数の関係—生活習慣記録機(ライフコーダ)を用いての検討—. *臨床運動療法研究会誌*, 2004, 6(1): 10-13.
- 30) Hikiyama Y, Tanaka S, Ohkawara K, et al.: Validation and comparison of 3 accelerometers for measuring physical activity intensity during nonlocomotive activities and locomotive movements. *J Phys Act Health*, 2012, 9(7): 935-943.
- 31) Roberts SB, Dallal GE.: Energy requirements and aging. *Public Health Nutr*, 2005, 8(7A): 1028-1036.
- 32) Jared MT, Larry AT, LeCheminant J, et al.: Obesity increases risk of declining physical activity over time in women: a prospective cohort study. *Obesity*, 2013, 21(12): 15-20.