

42ヶ月間の身体活動量増進プログラム期間における 中高齢者男女の歩数推移

宮崎 亮^{1) . 2) . 3)}, 米井 嘉一²⁾, 綾部 誠也⁴⁾, 青木 拓巳⁵⁾,
河口八重子³⁾, 桑原 健輔⁵⁾, 石井好二郎⁵⁾

Daily step counts during a 42-month physical activity promotion program among middle-aged and older males and females

Ryo MIYAZAKI^{1) 2) 3)}, Yoshikazu YONEI²⁾, Makoto AYABE⁴⁾, Takumi AOKI⁵⁾,
Yaeko KAWAGUCHI³⁾, Kensuke KUWAHARA⁵⁾, Kojiro ISHII⁵⁾

Abstract

Objective :

We herein evaluated the trends in daily step counts among middle-aged and older males and females during a 42-month physical activity promotion program.

Methods :

Seventeen males and 25 females (age: 68 ± 6 years) were instructed to wear a pedometer every day throughout the study period. The step data of the seven males and 15 females (age: 71 ± 5 years) who completed the study were included in the analysis. The individual step goals were determined monthly as follows: an increase of 1,000 steps/day (for participants below 5,000 steps/day), the achievement of 7,500 (for participants with 5,000-7,500 steps/day) or 10,000 steps/day (for participants with 5,000-7,500 steps/day), or the maintenance of their daily step count (for participants over 10,000 steps/day).

Results :

The daily step counts of the participants changed significantly during the 42-month program ($F=6.451$, $p<0.001$); however, none of months changed significantly compared to the baseline levels. The mean achievement rate of the monthly step goals was 31.6%. When the participants were divided into groups based on gender, age or the baseline step counts, age was not found to influence the longitudinal changes. When the participants were divided based on age group (<65 years, 65-74 years and ≥ 75 years), a significant interaction was found (time, $p<0.001$; group, $p=0.818$; interaction, $p=0.01$). However, among the 3 age groups, the changes in the number of daily steps were quite similar. When the participants were divided into groups based on the baseline step count, there were associations between the baseline step count and the step counts in 38 of the 42 months. In the lower step count groups in particular, there was no increase in the step count during the program. A multiple regression analysis showed that the step count at the final month was associated with the baseline step count ($\text{adj}R^2=0.323$; $p=0.003$). Gender, age and BMI were not found to be associated with the mean step count during the course of the study.

Conclusions :

These data suggest that the baseline step count may contribute to the longitudinal changes in the daily steps during a physical activity promotion program.

Key words: pedometer; walking; step count; elderly; intervention

-
- 1) 東亜大学人間科学部スポーツ健康学科 〒751-8503 山口県下関市一の宮学園町2-1
Department of Sports and Health Sciences, Faculty of Human Sciences, University of East Asia
2-1 Ichinomiya Gakuencho, Shimonoseki-shi, Yamaguchi 751-8503, Japan
TEL : 083-257-5165 E-メール : r-miyazaki@toua-u.ac.jp
 - 2) 同志社大学大学院生命医科学研究科 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3
Graduate School of Life and Medical Sciences, Doshisha University, 1-3 Tatara-Miyakodani, Kyotanabe-shi, Kyoto 610-0394, Japan
 - 3) 国立病院機構京都医療センター臨床研究センター 〒612-8555 京都府京都市伏見区深草向畑町1-1
Clinical Research Institute, National Hospital Organization Kyoto Medical Center, 1-1 Fukakusa Mukaihata-cho, Fushimi-ku, Kyoto 612-8555, Japan
 - 4) 岡山県立大学情報工学部 〒719-1197 岡山県総社市窪木111
Faculty of Computer Science and System Engineering, Okayama Prefectural University, 111 Kuboki, Soja-shi, Okayama 719-1197, Japan
 - 5) 同志社大学スポーツ健康科学部 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3
Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University, 1-3 Tatara-Miyakodani, Kyotanabe-shi, Kyoto 610-0394, Japan

I. はじめに

疫学研究において、身体活動量の高い中高齢者は、生活習慣病および身体諸機能低下などのリスクが低いことが示されている¹⁾。特に、高い身体活動量を長期間維持している者は、そうでない者(身体活動量が低い者および、過去は高い身体活動量であったが低下した者)に比べ、生活習慣病に罹患しにくいことも報告されている^{2,3)}。そのような背景より、中高齢者を対象とした長期間の身体活動量増加介入が数多く行われており、中高齢者における生活習慣病予防⁴⁾、身体機能の維持⁵⁾などの健康的便益が報告されている。

日常生活下で客観的かつ非侵襲的に身体活動量を測定する手法として、フィールド研究では歩数計⁶⁾が用いられている。歩数計を用いた身体活動量増加介入は、平均18週間で平均2,491歩の歩数増加⁷⁾をもたらした。中高齢者に対して減量、安静時血圧、脂質代謝指標等の医学マーカーに対する健康的便益も示されている^{8,9)}ことから、歩数計を用いた健康づくりは、費用対効果・利便性などの面でさらなる発展が期待される。

歩数計を用いた身体活動量増加介入は、短期間では身体活動量増加に効果的^{7,10)}であるが、長期間となるとその効果は一致した見解が得られていない¹¹⁾。したがって、長期間の身体活動量増加の試みにおいて、期間を通じての身体活動量がどのように推移しているかを連続的に測定・分析することが重要と思われるが、その知見は不足している。第一に、期間の面では、歩数計による介入期間は12ヶ月間以上が4研究しか報告されていない¹¹⁾。第二に、連続測定の面では、身体活動量データは、長期間の介入となるに従い、介入前後、多くとも途中経過のみのデータとなる。例えばSugiura et al.⁸⁾は、24ヶ月間の監視型運動プログラム中における日常的な歩数を測定しており、ベースライン時に6,740 ± 1,326歩であった歩数が、1, 6, 15, 24ヶ月後に一貫して8,500~11,000歩の範囲で推移していたと報告している。しかし、この歩数データは各時期に連続7日間に限り測定されたものである⁸⁾。すなわち先行研究は、身体活動量を数日間から数週間に限り連続的に記録したものであり、測定期間はそれぞれ3日間¹²⁾、5日間¹³⁾、7日間^{8,9,14)}である。さらに、それらのほとんどが介入前後の二度のみのデータであり、わずかに数件のみ、3回以上の間欠的な測定(季節毎や1年毎など)を実施している^{8,14)}。

毎日または毎週などの連続測定による身体活動量データの推移は、森村らの報告¹⁵⁾に限られる。森村らは、8週間の介入において、3-8週目まで中等度強度の身体活動量は継続して増加するが、高強度の身体活動量は変化しなかったと報告している¹⁵⁾。しかし、この研究も短

期間の連続データであり、長期間の身体活動量増加プログラム期間における連続的な身体活動量は未だ報告されていない。歩数計が歩数を自動的に記録する機能を用いて、中高齢者の身体活動量が、「いつ、どのような変化をするのか」を客観的かつ連続的に調査することは、今後、歩数計を用いた健康増進を目的とする長期間の運動プログラムを実施するにあたり、適切な期間、対象者、性差などを知るために基礎的かつ有益な情報と思われる。

そこで本研究では、中高齢者男女を対象にした42ヶ月間の簡便な身体活動量増進プログラム中の歩数を、歩数計を用いて連続的に測定し、期間中の歩数推移と対象者背景との関係を検討した。

II. 方法

1. 対象者

対象者は、歩数増加を目的とした運動プログラムに42ヶ月間(2008年12月~2012年5月)参加した中高齢者とした。対象者の募集は、京都市下京区有隣地区の敬老会(会員数350名)を利用して、公民館の掲示板または地区内のチラシ等を通して行った。その結果、中高齢ボランティア42名(男性17名、女性25名、68 ± 6歳)が本研究に参加した。本研究に参加した42名のうち、後述する理由により20名を解析から除外した。したがって、統計解析は22名(男性7名、女性15名、71 ± 5歳、61~81歳)で行った(以下、継続者とする)。参加者42名の運動習慣は、開始時の調査(質問紙)¹⁶⁾より、男性3.0 ± 2.9日/週、女性2.8 ± 2.4日/週であり、先行研究での同年代における結果(人間ドックを受診した平均64歳の男女)での、男性2.5 ± 2.5日/週、女性2.5 ± 2.6日/週¹⁷⁾とほぼ同程度であった。解析からの除外者20名の内訳は、研究離脱者(14名)、歩数データ欠損者(4名)および歩数データが外れ値だった者(2名)であった。本プログラムは、後述するように、42ヶ月間を4期に分けた健康教室であった。研究脱落者は、14名全員が各期の終了時に、自己意思により離脱し、各期の途中で離脱した者や持病の悪化により脱落した者はいなかった。歩数データ欠損者4名は42ヶ月間継続して参加したが、歩数計装着不十分と判断された者だった。最後に、2名はSmirnov-Grubbs検定により、歩数が外れ値(期間中の平均歩数が25,000歩以上)であったため解析から除外した。なお、除外者は継続者と比べ、年齢は有意に低く(67 ± 6歳, p=0.047)、開始時の歩数は有意に高かった(10,336 ± 4,797歩, p=0.023)。体格指数(Body Mass Index; BMI)は継続者との間に差が見られなかった(23 ± 3, p=0.771)。本研究は、ヘルシン

キ宣言を踏襲し、全ての研究プロトコールについて同志社大学倫理委員会の承認を得た。対象者には研究開始時に研究の趣旨を説明の上、文書で同意を得た(承認番号0815)。

2. 歩数計を用いた身体活動量増進プログラム

身体活動量増進プログラムは、歩数計を装着させ、印刷物による目標歩数を毎月指示することで構成された。本プログラムは有隣地区で継続して展開されており^{18,19)}、それぞれ5ヶ月間¹⁸⁾、13ヶ月間¹⁹⁾の歩数増加により、医学マーカーの改善を認めている。本プログラムは、42ヶ月間を4期に分けて実施された。研究の流れを図1に示す。期間は、1期のみ5ヶ月間、2～4期以降はそれぞれ1年間の合計3年5ヶ月間(42ヶ月間)であった。研究開始時には、12時間以上の空腹の後、朝9時から10時の間に身長および体重を測定し、得られたデータよりBMIを算出した。

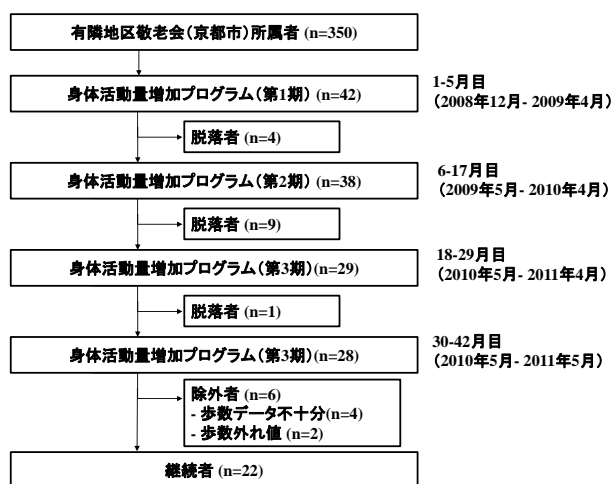


図1. 研究の流れ

2-1. 歩数計および歩数データの取り扱い

対象者には2種類の加速度式歩数計(Walking style HJ-720IT; オムロンヘルスケア, 京都市, ならびに e-walkeylife2; コナミススポーツ&ライフ, 東京都)を貸与した。オムロン製歩数計(以下オムロン)は1～30月目、コナミ製歩数計(以下コナミ)は31～42月目に装着させた。対象者には、歩数計を就寝時、入浴時その他の浸水時を除く終日、研究期間中、継続して腰部に装着するよう指示した。そのうえで、歩行運動のタイミングは特に指定せず、個人の生活スタイルに合わせて運動させた。歩数データ収集の為、対象者には月に一度以上歩数計を指定箇所に持参させた。データは、オムロン専用ソフト(Bi-Link Professional Edition 2.0; オムロンヘルスケア, 京都府)、コナミ専用ソフト(e-walkeylife 歩数デー

タ登録ソフト; コナミススポーツ&ライフ, 東京都)を用いて検者がパソコンに記録し、歩数計はその場で対象者に返却した。

本研究で用いたオムロンには、2軸の加速度計が内蔵されており、腰部に装着した場合、各自由歩行速度における歩数の実測値との誤差が3%未満と報告されている²⁰⁾。コナミには3軸の加速度計が内蔵されており、運動介入でも用いられている²¹⁾。2種類の歩数計による歩数データの補正を目的として、研究期間中の1ヶ月間、24名の対象者に上記2種の歩数計を両方とも装着させた。0歩と記録された日は解析から除外した。その結果、2種類の歩数計間で歩数に有意な差が見られた($p < 0.001$, 95%信頼区間1,131-2,405歩, 平均二乗誤差133歩, 差 $1,768 \pm 312$ 歩, 標準誤差312歩)。そこで、歩数計間の差の補正を目的に、回帰式を検討したところ、有意な回帰式が得られた(オムロン歩数をY, コナミ歩数をXとしたとき, $Y = 0.954X - 1285.7$, $r = 0.967$, $p < 0.001$, 推定値の標準誤差721歩)。コナミの歩数はこの式により補正して表した。そして、オムロン歩数(平均 $10,112 \pm 6,264$ 歩)とコナミ歩数(上記式により補正)(平均 $10,112 \pm 6,058$ 歩)との間で信頼性を検討するため級内相関係数(ICC)を算出したところ、0.968と非常に高かった。したがって、補正されたコナミのデータは、オムロンと同一のものとして扱った。

2-2. 歩行指導

歩行指導は印刷物配布により実施した。その内訳は、ニューズレターと個人別歩数実績表であった。ニューズレターは竹中²²⁾を参考に、歩数増加の動機付けとして作成した。個人別歩数実績表には回収した歩数データを元に算出した個人別の当月平均歩数、さらに以下の基準により翌月目標歩数を記入した。印刷物は毎月の歩数データ取り込み時に各対象者に配布した。したがって目標歩数は2-42月目に提示した。目標歩数は、先行研究を参考に、5,000歩未満の者に対しては1,000歩の増加²³⁾、5,000歩以上7,500歩未満の者に対しては7,500歩²⁴⁾、7,500歩以上10,000歩未満の者に対しては10,000歩²⁴⁾、10,000歩以上の者に対しては歩数の維持²³⁾とした。

3. 歩数データおよび目標歩数達成率の取り扱い

歩数データは1日あたりの歩数(歩/日)として表し、その後、毎月、月別平均歩数(歩/日)を算出した。目標歩数達成率(%)は、各月の目標歩数を達成した対象者の割合を算出した(達成者数/全対象者数 $\times 100$)。41ヶ月間の平均目標歩数達成率は、各月の目標歩数達成率を合計して41で除し、その後100を乗じて算出した。

4. 統計解析

月毎の歩数の比較には、重複測定の一要因分散分析を用い、多重比較はDunnett検定を用いた。性別、年齢層別、開始時における歩数別の歩数推移には、重複測定の一要因分散分析を用い、多重比較には、2群の場合は対応のないt検定を、3群以上の場合にはTukey HSD検定を用いた。さらに、最終月(42月目)の平均歩数または42ヶ月間平均目標歩数達成率を従属変数とし、開始時(1月目)歩数、年齢、性別およびBMIを独立変数とした、ステップワイズ法による重回帰分析を行った。データはすべて平均値±標準誤差(SEM)で示し、有意水準は $p < 0.05$ とした。統計解析にはSPSS for Windows Ver.19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)を用いた。

Ⅲ. 結果

42ヶ月間の月別歩数推移を図2に示す。1月目の平均歩数は $7,661 \pm 456$ 歩であり、42ヶ月間の平均歩数は $8,392 \pm 633$ 歩であった。分散分析の結果、歩数は42ヶ月間で有意な変化を示したが($F=6.451, p < 0.001$)、開始時とは差が見られなかった(図2)。平均期間中の

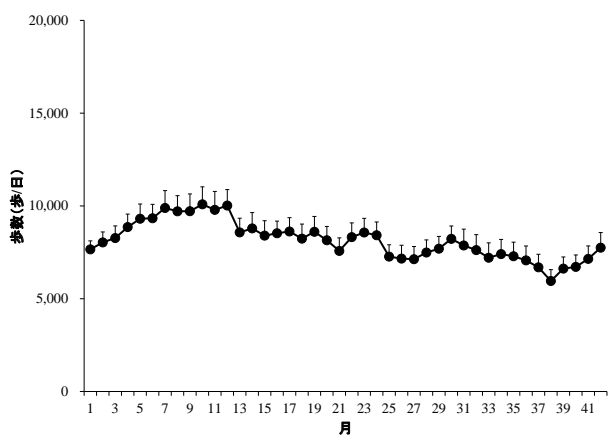


図2. 42ヶ月間プログラム期間における歩数推移 ($F=6.451, p < 0.001$). 平均値±標準誤差。

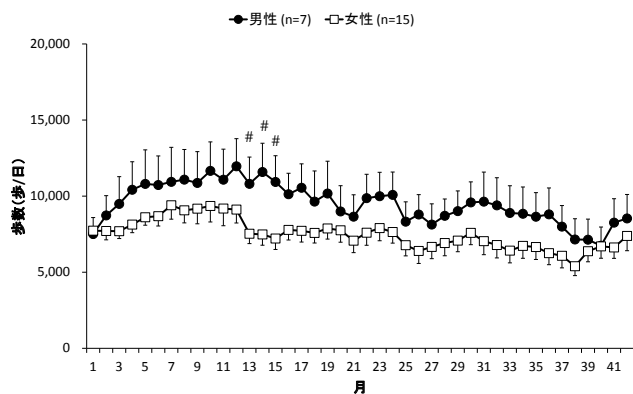


図4. 42ヶ月間プログラム期間における性差と歩数推移との関係(月: $p < 0.001$, 群: $p = 0.152$, 交互作用: $p = 0.521$). 13-15月目における男性の歩数は、女性より有意に高かった($p < 0.05$). #: $p < 0.05$ vs. 女性。平均値±標準誤差。

目標歩数達成率は31.6% (0%~98%)であった。開始時10,000歩以上であった者の達成率は約70%, 開始時5,000歩未満の者の達成率は約6%であった。開始時の平均歩数が低い者ほど、時間の経過とともに達成率が下がる傾向が見られた(図3)。

次に、群に分け歩数を分析した。男女別、開始時の歩数別の対象者背景を表1-2に示す。男女間で、年齢($p = 0.829$)および開始時の歩数($p = 0.828$)に差は見られず、42ヶ月間の歩数推移にも違いは見られなかった。男性の歩数は、13~15月目において、女性より有意に高値を示した(全て $p < 0.05$; 図4)。また、年齢で3群(65歳未満、前期高齢者、後期高齢者)に分けたところ、有意な交互作用が見られた(時間: $p < 0.001$, 群: $p = 0.818$, 交互作用: $p = 0.01$)。多重比較検定の結果、65歳未満群においては、5-7月目および16-17月目で高値を示し、21月目、25-29月目、36月目および38-41月目で低値を示した(すべて $p < 0.05$)。前期高齢者群においては、16-17月目と38月目との間に有意な差が見られた(すべて $p < 0.05$; 図5)。さらにBMIで2群(BMI25以上または未満)に分けたところ、歩数推移の違いは見ら

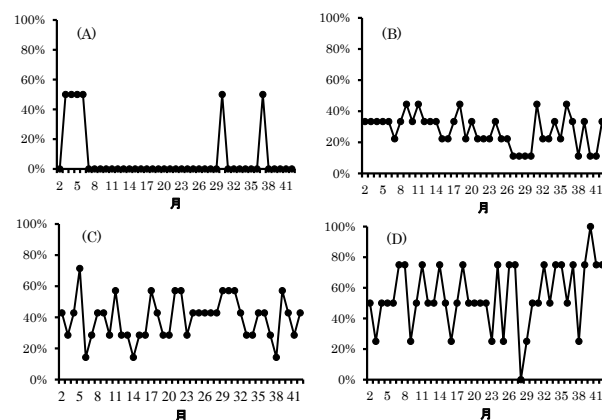


図3. 42ヶ月間プログラム期間の目標歩数達成率の変化。(A) 開始時5,000歩未満 (n=2), (B) 開始時5,000-7,500歩 (n=9), (C) 開始時7,500-10,000歩 (n=7), (D) 開始時10,000歩以上 (n=4)。

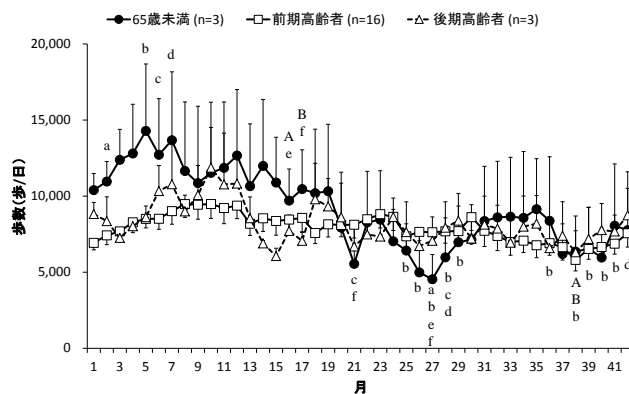


図5. 42ヶ月間プログラム期間における年齢と歩数推移との関係(月: $p < 0.001$, 群: $p = 0.818$, 交互作用: $p = 0.01$). アルファベット(小文字: 65歳未満群, 大文字: 前期高齢者群)は、群内差を示す($p < 0.05$). 1, 3, 5月目の65歳未満群の歩数は、前期高齢者群の歩数より有意に高かった($p < 0.05$). 平均値±標準誤差。

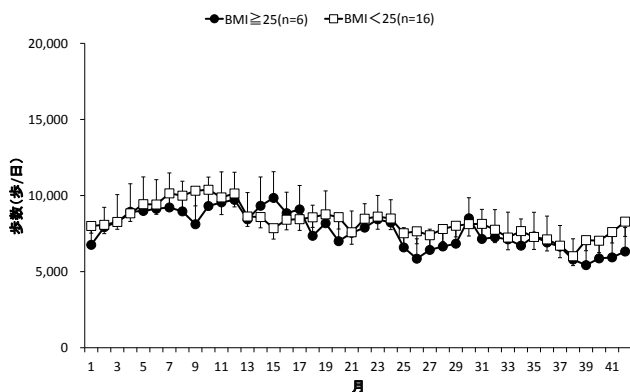


図6. 42ヶ月間プログラム期間におけるBMIと歩数推移との関係(月: $p < 0.001$, 群: $p = 0.704$, 交互作用: $p = 0.558$). 平均値±標準誤差.

れなかった(月: $p < 0.001$, 群: $p = 0.704$, 交互作用: $p = 0.558$, 図6). 最後に, 開始時歩数により, 4群(5,000歩未満, 5,000-7,500歩, 7,500-10,000歩, 10,000歩以上)に分け, 歩数推移を検討したところ, 違いは見られなかった. ただし, 開始時歩数の大小の関係は, 42ヶ月間中38ヶ月間は変わらず, 特に歩数の少ない下位3群では42ヶ月間一度も変動しなかった(図7).

重回帰分析の結果, 最終月(42月目)の平均歩数および42ヶ月間の目標歩数達成率について, それぞれ開始時歩数を独立変数とする有意な重回帰式が得られた(最終月の平均歩数: 自由度調整済み決定係数=0.323, $p = 0.003$, 目標歩数達成率: 自由度調整済み決定係数=0.191, $p = 0.024$). 開始時の歩数により, それぞれ, 最終月平均歩数の約36%, 目標歩数達成率の約23%が説明できた. 年齢, 性別およびBMIは, 重回帰分析か

表1. 男女別にみた対象者背景

	男 (n=7)		女 (n=15)		p値
	平均	標準誤差	平均	標準誤差	
年齢(歳)	70.0	2.1	70.4	1.4	0.829
BMI (kg/m ²)	24.5	1.2	22.2	0.7	0.005
歩数(歩/日)	7511.3	1083.5	7731.5	470.1	0.828

(平均±標準誤差)

表3. 最終月(42月目)平均歩数に関する重回帰分析(ステップワイズ法)の結果(n=22)

従属変数	独立変数	β	p値	SEE	R	R ²	adjR ²
最終月(42月目)平均歩数	開始時(1月目)平均歩数	0.596	0.003	3150	0.596	0.355	0.323

β : 標準偏回帰係数, SEE: 推定値の標準誤差, R: 重回帰係数, R²: 決定係数, adjR²: 調整済み決定係数. 年齢, 性別およびBMIは有意ではなかった. 性(男=0, 女=1).

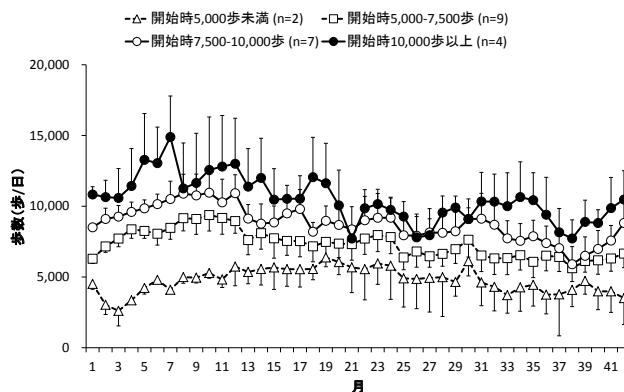


図7. 42ヶ月間プログラム期間における, 開始時歩数と歩数推移との関係(月: $p = 0.002$, 群: $p = 0.111$, 交互作用: $p = 0.796$). 平均値±標準誤差.

ら除外された(表3-4).

IV. 考察

本研究における最大の知見は, 42ヶ月間という長期間において, 開始時の歩数により4群(5,000歩未満, 5,000-7,500歩, 7,500-10,000歩, 10,000歩以上)に分けた歩数推移が, 期間中各群で有意な変化がなく, 狭い範囲での変動に留まり, ほとんど交差しなかったことである. さらに重回帰分析の結果より, 最終月(42月目)の平均歩数は, 開始時歩数で説明できたことから, ベースラインの歩数の大小がそのまま維持されていたことが示唆された. 一方で, 歩数推移に性別による差は見られなかった. 年齢で区分した場合, 74歳未満の中高齢者において, 1-2年目の歩数推移にはやや違いが見られたが, 最後の1年間は年齢による歩数推移の差はほとん

表2. 開始時歩数別にみた対象者背景

	開始時5,000歩未満 (n=2)		開始時5,000-7,500歩 (n=9)		開始時7,500-10,000歩 (n=7)		開始時10,000歩以上 (n=4)		p値
	平均	標準誤差	平均	標準誤差	平均	標準誤差	平均	標準誤差	
	性別(男/女)	(1/1)	(2/7)	(3/4)	(1/3)				
年齢(歳)	71.5	0.5	71.3	0.8	69.0	2.4	69.3	4.8	0.820
BMI (kg/m ²)	25.1	1.9	23.6	1.1	22.0	1.0	22.0	1.7	0.497
歩数(歩/日)	4513.5	381.9	6290.6	338.2	8511.8	207.9	10831.6	548.3	<0.001

(平均±標準誤差)

表4. 42ヶ月間の平均目標歩数達成率に関する重回帰分析(ステップワイズ法)の結果(n=22)

従属変数	独立変数	β	p値	SEE	R	R ²	adjR ²
42ヶ月間の平均目標歩数達成率	開始時(1月目)平均歩数	0.479	0.024	0.307	0.479	0.229	0.191

β : 標準偏回帰係数, SEE: 推定値の標準誤差, R: 重回帰係数, R²: 決定係数, adjR²: 調整済み決定係数. 年齢, 性別およびBMIは有意ではなかった. 性(男=0, 女=1).

ど見られなくなった。以上、本研究の結果より、長期間の身体活動量増進プログラムにおける歩数の推移は、年齢や性別に関係なく、開始時の歩数とその大きな要因となることが考えられた。先行研究では、集団で均一の目標歩数よりも個人毎の目標歩数設定が、身体活動量増加に有益と報告されている⁷⁾。したがって本研究の結果は、ベースライン時の身体活動量を考慮した運動プログラムの重要性を示唆しており、特に身体活動量の少ない者に対しては、適切かつ持続可能な運動目標の設定が必要といえるだろう。

本研究では、年齢、BMI、開始時の歩数の3項目について群分けし、42ヶ月間の歩数推移を分類した。先行研究では、長期運動介入中における、これらの項目と身体活動量との関係は一致した見解が見られない。Plotnikoff et al.¹²⁾は、1年間の介入と0.5年間の追跡調査の期間で、開始時、0.5年後、1年後、1.5年後の歩数を報告している。その結果、年齢は歩数増加に関係せず、男女別では、女性で歩数が増加したと述べている(1年後および1.5年後)¹²⁾。一方、我々のデータでは、性別による歩数推移に差は見られず、年齢と歩数推移との間に関連を認めた。年齢による群分け(65歳未満、前期高齢者および後期高齢者)において、有意な交互作用が見られた。65歳未満群では開始時より約0.5年後に、前期高齢者群では約1.5年後に歩数のピークが見られたが、その後、後期高齢者群も含めたすべての群で、特に最後の約1年間は3群の歩数推移は類似していた。さらに重回帰分析の結果、年齢と最終月の歩数とは関係がなかった。前述のように、長期間の運動介入における連続的な身体活動量の報告は皆無であり、結論づけるのは困難であるが、Plotnikoff et al.(1.5年間)¹²⁾を含め、先行研究では、本研究に比し期間が短いことから、年齢による影響が残ったとも考えられ、本研究と異なった結果となったのかもしれない。

研究期間の点では、緒言で述べたように、歩数計を用いた運動介入により、短期間では身体活動量増加が示されている^{7,10)}。ただし、期間は前者が平均18週間⁷⁾、後者が6週間¹⁰⁾と短い。我々が知る限り、長期間の運動介入による身体活動量の報告は3年間が最長であるが⁴⁾、この研究では身体活動量を主観的方法により評価している。先行研究では、1年間の介入終了後に身体活動量を追跡した報告がある。1年間の介入終了後、Rejeski et al.²⁵⁾は2年後の身体活動量は維持されていたと述べており、De Cocker et al.²⁶⁾は3年後には歩数は開始時のレベルに戻ったと述べている。本研究と同様に歩数計を用いて客観的な身体活動量の変化を調査した研究では、まずSugiura et al.⁸⁾は、中年女性の歩数を1, 6, 15,

24月目に測定したところ、開始時と比べ24月目まで増加していたと述べている。Hobbs et al.¹¹⁾は、55~70歳男女を対象とした12ヶ月間以上36ヶ月間未満の身体活動量増加介入32研究の結果をまとめている。彼らは、身体活動量は12ヶ月後には有意に増加(歩数計を用いた4研究では平均2,197歩の増加)するが、24ヶ月後では効果が消失すると報告している¹¹⁾。本研究では、65歳未満群、前期高齢者群において、それぞれピーク時と比べ歩数減少が見られたが、この減少が見られたのは全て21月日以降であった。この結果を考察するのは本研究では困難であるが、今後、適切な期間設定に有用な知見かもしれない。本研究で得られた結果、すなわちベースラインの身体活動量が、長期間の運動介入における歩数を有意に関係するとの知見は、Pinto et al.²⁷⁾でも報告されている。しかしこの研究でも期間は12週間と短く、長期間ではさらなる報告が必要であろう。

一方で、本研究において歩数に明確な推移リズムが見られなかったことは、長期間の歩数増加プログラム期間においては歩数推移に明確な季節変動がないことも示唆している。Williams and French²⁸⁾は、歩数計を用いた1年間の介入研究中の客観的な身体活動量(加速度計による歩行時間)は、春・夏と秋・冬との間で差が見られなかったと述べている。本研究の結果と併せて考慮すると、長期間の身体活動量増加プログラムにおける身体活動量に季節のバイアスを考慮する必要がないことを示唆しており、プログラム開始および終了時期の決定の一助となるかもしれない。

最後に、本研究が対象とした中高齢ボランティアが、特に運動意欲の高い集団とはいえなかったことは留意すべきであろう。42ヶ月間の継続率は57%(歩数の外れ値であった2名を含む24名で算出)であった。先行研究では、1年間以上の非対面型運動介入8研究(本研究と同様の介入形態)における平均継続率は、49~68%と報告されている²⁹⁾。Sorensen et al.³⁰⁾は、2年間の介入研究中に、継続率が73%(4ヶ月後)、48%(10ヶ月後)、34%(16ヶ月後)と時間を追うごとに低下すると報告しており、本研究における継続率の推移は、経時的な面でも先行研究と同様の傾向と思われた。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、目標歩数の提示方法は再考が必要と思われる。本研究では、毎月の歩数データ収集の後、データを分析し1ヶ月後に印刷物により目標歩数を提示した。したがって各対象者は、最大2ヶ月前の自身の歩数データにより目標数を設定されたことになる。これは、歩数データ欠損が多い者の場合、その場での目標歩数提示が困難であったこと、また、歩数データ収集時に対象者との面会時間が十分に取

れず、目標歩数を提示できないことを避ける目的であったが、動機付けの点で課題を有していた。もし歩数データ収集時に、直近1ヶ月間の歩数をもとにその場で目標歩数を提示していれば、歩数はより増加したかもしれない。第二に、2種類の歩数計を用いたことに起因する歩数の誤差の影響は完全には除去できなかったかもしれない。しかし、補正後の標準誤差は721歩とわずかな差であり、各歩数カテゴリーは2,500歩刻みであることから、誤差は歩数カテゴリー内に留まるものであり、本研究の結果にはほとんど影響していないものと思われた。第三に、本研究では対照群を設定することができなかったため、プログラム以外の要因を完全には除去できなかった。第四に、本研究の対象者数が挙げられる。本研究の対象者は22名と少なく、我々の結果が中高齢者における歩数推移として一般化できるかはなお検討の余地があるだろう。本プログラムは、地区敬老会の一事業として実施されたため、研究離脱者は、本プログラムの成果とは関係ない理由で離脱した者も多かった(引越しによる除籍、敬老会における役職の交代など)。また、歩数外れ値となった2名は期間中平均歩数が約25,000歩以上の男性であった。今後はより均一的な大サンプル数での検討が必要と思われる。

V. 結語

42ヶ月間の身体活動量増進プログラムにおける中高齢者男女の歩数推移は、開始時の歩数とその大きな要因となっており、年齢や性別によって違いは見られなかった。歩数は身体活動量増進プログラムにも関わらず増加しなかった。今後は、年齢や性別に関係なく、身体活動量の少ない者に対する、適切かつ持続可能な運動目標の設定方法に配慮が必要であろう。

謝辞

本研究は科学技術振興機構の平成20年地域イノベーション創出総合支援事業「シーズ発掘試験」および平成21年地域イノベーション創出総合支援事業「シーズ発展試験」より研究助成を受けた。

引用文献

- 1) Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT: Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy, *Lancet*, 2012; 380: 219-229.
- 2) Jefferis BJ, Whincup PH, Lennon L, Wannamethee SG: Longitudinal associations between changes

in physical activity and onset of type 2 diabetes in older British men: the influence of adiposity, *Diabetes Care*, 2012; 35: 1876-1883.

- 3) Kwasniewska M, Jegier A, Kostka T, et al: Long-term effect of different physical activity levels on subclinical atherosclerosis in middle-aged men: a 25-year prospective study, *PLoS One*, 2014; 9: e85209.
- 4) Lindstrom J, Louheranta A, Mannelin M, et al: The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity, *Diabetes Care*, 2003; 26: 3230-3236.
- 5) Shyu YI, Tsai WC, Chen MC, et al: Two-year effects of an interdisciplinary intervention on recovery following hip fracture in older Taiwanese with cognitive impairment, *Int J Geriatr Psychiatry*, 2012; 27: 529-538.
- 6) Schneider PL, Crouter SE, Lukajic O, Bassett DR, Jr.: Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk, *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35: 1779-1784.
- 7) Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, et al: Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review, *JAMA*, 2007; 298: 2296-2304.
- 8) Sugiura H, Sugiura H, Kajima K, Mirbod SM, Iwata H, Matsuoka T: Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomised controlled trial [ISRCTN21921919], *BMC Womens Health*, 2002; 2: 3.
- 9) Miyatake N, Nishikawa H, Morishita A, et al: Daily walking reduces visceral adipose tissue areas and improves insulin resistance in Japanese obese subjects, *Diabetes Res Clin Pract*, 2002; 58: 101-107.
- 10) Butler L, Furber S, Phongsavan P, Mark A, Bauman A: Effects of a pedometer-based intervention on physical activity levels after cardiac rehabilitation: a randomized controlled trial, *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2009; 29: 105-114.
- 11) Hobbs N, Godfrey A, Lara J, et al: Are behavioral interventions effective in increasing physical activity at 12 to 36 months in adults aged 55 to

- 70 years? A systematic review and meta-analysis, *BMC Med*, 2013; 11: 75.
- 12) Plotnikoff RC, Karunamuni N, Courneya KS, Sigal RJ, Johnson JA, Johnson ST: The Alberta Diabetes and Physical Activity Trial (ADAPT) :A Randomized Trial Evaluating Theory-Based Interventions to Increase Physical Activity in Adults with Type 2 Diabetes, *Ann Behav Med*, 2013; 45: 45-56.
- 13) Opdenacker J, Boen F, Coorevits N, Delecluse C: Effectiveness of a lifestyle intervention and a structured exercise intervention in older adults, *Prev Med*, 2008; 46: 518-524.
- 14) Yates T, Davies M, Gorely T, Bull F, Khunti K: Effectiveness of a pragmatic education program designed to promote walking activity in individuals with impaired glucose tolerance: a randomized controlled trial, *Diabetes Care*, 2009; 32: 1404-1410.
- 15) 森村和浩, 綾部誠也, 熊原秀晃, 他: エクササイズガイド充足を意図した生活習慣介入プログラムが日常身体活動水準と有酸素性作業能へ及ぼす影響, *臨床スポーツ医学*, 2011; 28: 919-924.
- 16) Yonei Y, Mizuno Y: The human dock of tomorrow – annual health checkup for anti-aging, *Ningen Dock*, 2005; 19: 5-8.
- 17) 草野 孝, 樋口 拓: アンチエイジング・ドック成績の統計学的検討 – メタボリックシンドロームにおける機能年齢・酸化ストレス度・抗酸化能などの抗加齢医学的指標に及ぼす影響 – . *人間ドック (Ningen Dock)*, 2010; 25: 521-529.
- 18) Miyazaki R, Ishii K, Ichikawa H, Yonei Y: Community medicine and anti-aging: effects of combining a long-term pedometer-based physical activity program with anti-aging medical checkups on health and anti-aging medical indicators in community-dwelling older adults (Yurin Study 1), *Anti-Aging Medicine*, 2010; 7: 143-152.
- 19) Miyazaki R, Kotani K, Tsuzaki K, Sakane N, Yonei Y, Ishii K: Effects of a Year-Long Pedometer-Based Walking Program on Cardiovascular Disease Risk Factors in Active Older People, *Asia Pac J Public Health*, 2015; 27 (2): 155-163.
- 20) Holbrook EA, Barreira TV, Kang M: Validity and reliability of Omron pedometers for prescribed and self-paced walking, *Med Sci Sports Exerc*, 2009; 41: 670-674.
- 21) 藤野雅広, 長尾憲樹, 宮川健, 他: 歩数計を用いた運動介入効果と身体的痛みの発生件数について, *生涯スポーツ学研究*, 2012; 8: 10-15.
- 22) 竹中晃二: 運動指導者のための行動変容入門 – ライフスタイル・プランナーへの道 – . 2005: 早稲田大学応用健康科学研究室.
- 23) 健康・体力づくり事業財団, *健康日本21 (21世紀における国民健康づくり運動について)*. 2000; 東京.
- 24) Tudor-Locke C, Bassett DR, Jr.: How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health, *Sports Med*, 2004; 34: 1-8.
- 25) Rejeski WJ, Marsh AP, Chmelo E, et al.: The Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot (LIFE-P) : 2-year follow-up, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2009; 64: 462-467.
- 26) De Cocker KA, De Bourdeaudhuij IM, Brown WJ, Cardon GM: Four-year follow-up of the community intervention '10,000 steps Ghent', *Health Educ Res*, 2011; 26: 372-380.
- 27) Pinto BM, Rabin C, Dunsiger S: Home-based exercise among cancer survivors: adherence and its predictors, *Psychooncology*, 2009; 18: 369-376.
- 28) Williams SL, French DP: Theory of planned behaviour variables and objective walking behaviour do not show seasonal variation in a randomised controlled trial. *BMC Public Health*, 2014; 14: 120.
- 29) van der Bij AK, Laurant MG, Wensing M: Effectiveness of physical activity interventions for older adults: a review. *Am J Prev Med*, 2002; 22: 120-133.
- 30) Sorensen J, Sorensen JB, Skovgaard T, Bredahl T, Puggaard L: Exercise on prescription: changes in physical activity and health-related quality of life in five Danish programmes. *Eur J Public Health*, 2011; 21: 56-62.