

象の予防、維持、改善に有益な生活習慣であることが実証されている<sup>1)</sup>。

本稿では、まず運動疫学研究で主に利用される身体活動量の測定方法について解説し、死亡率と身体活動量に関する疫学研究成果を要約する。さらに、高齢期に特異的に生じる老年症候群と身体活動量との関連性について検討し、アンチエイジングの観点からみた身体活動・運動の有効性について論じる。

## 寿命と身体活動

### 1. 身体活動とその評価法

寿命は日常生活の身体活動と密接に関わっている。寿命と身体活動に関する研究は、線虫を用いた遺伝子研究からヒト集団を対象とする疫学研究に至るまで広範囲に及ぶ。身体活動とは、骨格筋の収縮を伴い安静時よりも多くのエネルギー消費を伴う身体の状態であると定義される。身体活動には職業、移動、家事、余暇に行う活動など、そのカテゴリーは広範囲にわたる。たとえば、職業上の身体活動は、職務の一部として日常的に行われるもので、歩行、運搬、大工仕事、梱包などがあげられる。また、余暇時の身体活動は、通常の仕事や家事、移動に関係のない運動、スポーツ、レクリエーションおよび趣味などが含まれる。

運動疫学研究における身体活動の評価には複数の方法があるが、いずれも長所と短所がある(表1)<sup>2)</sup>。したがって、実施する疫学研究成果の目的に応じた身体活動の評価法の選択が必要とな

る。近年では、身体活動とエネルギー消費の概念を区別すること、すなわち、身体活動は行動の一つであり、エネルギー消費は行動にかかるエネルギーを反映するものであることから、この2つを互換的に使うべきではないことが強調されている<sup>3)</sup>。

### 2. 死亡率と身体活動

表2には、職業上または余暇の身体活動量と死亡に関する最近の代表的な疫学研究成果を要約している。Schoolingら<sup>4)</sup>は、1日30分未満あるいは1日30分以上の余暇に運動する者では、運動しない者に比べて総死亡、心血管病死亡、呼吸器疾患による死亡、その他の死亡が有意に低いことを報告している。癌死亡との関連は観察されなかった。一方、NIH-AARP Diet and Health Study<sup>5)</sup>では、米國中高年における週1時間以上の中等度運動は癌死亡のリスクを低下させた。しかし、癌死亡のリスクは、癌の家族歴、服薬、栄養摂取状況、糖尿病および高脂血症といった危険因子を調整すると関連は消失した。2008年以降の研究では、余暇の身体活動のみでなく労働中の身体活動も検討されるようになった。NHANES IとNHEFSの統合研究<sup>6)</sup>において、35~59歳では仕事での身体活動、60~74歳では余暇時の身体活動が死亡リスクの低下と関連することが報告された。わが国ではJPHC Study<sup>7)</sup>、JMS Cohort Study<sup>8)</sup>の2編が報告されている。しかし、JPHC Studyでは身体活動が死亡の抑制因子であるとする一方、JMS Cohort Studyでは男性

の身体活動と死亡の関係はreverse Jカーブ、女性は関連なしと報告している。両研究ともに中高年における日常の総身体活動を評価しているが結果は一致しておらず、今後の研究の展開が期待されている。

### 3. 老年症候群と身体活動

厚生労働省の推計では、2025年には老人医療費が国民医療費の約6割に達することが示されている。今後、超高齢社会を迎えるわが国が豊かで活力に満ちた社会にするためには、高齢者が要介護状態に陥らないで自立した生活を継続するための対策を検討する必要がある。高齢者の死亡原因は悪性新生物、心疾患、脳血管疾患といった生活習慣病が多く、生活習慣病の予防が高齢期の健康・生活機能維持に重要であることが考えられる。ところが、高齢期の「寝たきり」の原因をみると、脳卒中は重複するものの死亡原因とは異なり、認知症、転倒・骨折、および虚弱など老年症候群(geriatric syndrome)が上位を占める。老年症候群とは、地域で比較的健常に生活している高齢者において生活機能、QOLを低下させ、健康寿命の短縮や要介護状態を招く症候や障害であると定義される。

老年症候群は高齢者にとって避けることのできない健康問題であるが、身体活動やスポーツは、すべてのライフステージにある人々の健康の維持・改善およびQOLを高める有益な行動であると評価・推奨されている<sup>9)</sup>。高齢者の身体的機能低下は廃用による生理

# 特集 アンチエイジングのためのエクササイズ・サイエンス

表1. 身体活動評価方法の長所と短所

	測定単位	長所	短所
自己記入式 (身体活動記録)	一連の身体活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>活動の種類、期間、頻度、強度の情報が得られる</li> <li>記憶による誤差が少ない</li> <li>エネルギー消費量の推計が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時間がかかる</li> <li>参加者に負担がかかる</li> <li>季節の影響が考慮されない</li> <li>身体活動を増やす動機づけになる</li> </ul>
自己記入式 (身体活動質問票)	一連の身体活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>質、量の情報が得られる</li> <li>安価で大人数でも実施可能</li> <li>参加者の負担が比較的少ない</li> <li>すぐ実施できる</li> <li>エネルギー消費量の推計が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>記憶に基づくため、再現性・妥当性の問題が生じる</li> <li>身体活動の誤解による内容妥当性の問題が生じる</li> </ul>
加速度センサー	動作の数	<ul style="list-style-type: none"> <li>動作の客観的な指標(加速度)</li> <li>屋内外で使用可能</li> <li>変換式により頻度、期間、エネルギー消費の指標が得られる</li> <li>非侵襲的</li> <li>データ収集、解析が容易</li> <li>分単位で情報が得られる</li> <li>数週間の記録が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>参加者が多いと費用がかかる</li> <li>上半身の動き、斜面の歩行、水中活動を測定できない</li> <li>活動用の変換式がない</li> <li>長期のデータ収集ではメモリやバッテリーの容量が保証できない</li> </ul>
心拍計	心拍数 (1分当たり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>生理学的な測定値である</li> <li>エネルギー消費と相関が高い</li> <li>屋内外で設定可能</li> <li>データ収集・解析が迅速にできる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>参加者が多いと費用がかかる</li> <li>有酸素運動にのみ有用</li> <li>心拍特性とトレーニング状態によって影響を受ける心拍データをエネルギー消費予測に使う最適な方法には不明な点が多い</li> </ul>
歩数計	歩数	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価で非侵襲的</li> <li>どこでも使用可能</li> <li>大規模集団で使用可能</li> <li>行動変容を促進する可能性がある</li> <li>一般的な活動に対する客観的な測定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジョギングやランニングでは妥当性が低い</li> <li>参加者による数値操作がされやすい</li> <li>歩行以外に評価できない</li> </ul>
直接観察	活動評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>質、量ともに優れた情報が得られる</li> <li>身体活動のカテゴリーがあらかじめ確立されており、決められた行動的が絞られる</li> <li>データ収集・記録のためのソフトウェアが使用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察者の訓練が必要</li> <li>データ収集に労作と時間がかかりすぎるため、大人数には適さない</li> <li>観察者の存在が、身体活動パターンの変化に影響を与える</li> <li>観察事実を生理学的基準に対応できるか検討する必要がある</li> </ul>
間接熱量測定法	酸素消費 二酸化炭素産生	<ul style="list-style-type: none"> <li>再現性が高い</li> <li>装置が軽量化した</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>参加者に負担がかかる</li> <li>費用がかかる</li> </ul>
二重標識水法	安定同位体の尿中への 排泄量測定による総エネルギー消費	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常に正確</li> <li>総エネルギー消費の至適基準である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>参加者に負担がかかる</li> <li>運動の種類を区別できない</li> <li>費用がかかる</li> </ul>

(文献2より引用改変)

学的変化と類似し、心血管系機能、呼吸循環機能、筋力・筋持久力および柔軟性などに著しい低下が観察される。そのため、多くの研究では、高齢者における持久的トレーニング、筋力トレーニング、スポーツ参加の効果を検証し、その有効性が実証されている。

しかし、これらの研究で用いられた運動強度は高齢者にとって比較的に高強度の負荷がほとんどであった。特に、機能的な制限や基礎疾患を抱える高齢者は、上記のようなトレーニングやスポーツ参加自体が制限されることも稀ではない。このような問題から、最近

では高強度ではない身体活動の効果が注目されている。そして、低強度から中等度の身体活動を長期に継続する高齢者の生活自立度は座位がちな高齢者よりも高いこと、中等度以下の運動は高強度運動よりも継続しやすいことなどが報告されている。したがって、余

表2. 身体活動と死亡との関係を報告した最近の運動疫学研究

著者またはスタディ名 (発表年)	対象者	評価項目	調査 期間	アウトカム	結論
Schoolingら (2006)	65歳以上の 中国人男女 54,088名	余暇の運動	4.1	総死亡, 死因別死亡	運動あり群は運動なし群に比べて 総死亡↓, 心血管病死亡↓, 呼吸器疾患死亡↓, その他の死亡↓ 癌死亡は関連なし
HIN-AARP Diet and Health Study (2007)	50~71歳の 米国地域住民 252,925名	中等度以上の 運動時間	6	総死亡, 死因別死亡	週に1時間以上行う群は inactive 群と比べて 総死亡↓, 心血管病死亡↓, 癌死亡↓ (癌死亡は冠危険因子を調整後関連なし)
Copenhagen City Heart Study (2007)	20歳以上の デンマーク人 男女 11,914名	余暇の 身体活動レベル	≤ 20	総死亡, 致死的虚血 性心疾患	週2時間以上の軽い運動は inactive 群に比べて 総死亡↓, 致死的虚血性心疾患↓
NHANES I NHEFS (2008)	35~59歳, 60~74歳 米国男女 10,474名	余暇および 仕事の身体活動	20	総死亡	35~59歳では仕事, 60~74歳では余暇の 身体活動が総死亡のリスク低下に関連
COSM (2008)	45~79歳の スウェーデン男性 37,633名	総身体活動	9.7	総死亡, 死因別死亡	低い身体活動では総死亡, 心血管病死亡, 癌死亡のリスクが高い
JPHC Study (2008)	45~74歳の 日本人男女 83,034名	総身体活動	8.7	総死亡, 死因別死亡	身体活動量の多い人ほど 総死亡↓, 心血管病死亡↓, 癌死亡↓
JMS Cohort Study (2009)	平均 54.8歳の 日本人男女 10,831名	総身体活動	11.9	総死亡	男性ではJカーブ, 女性では関連なし

NIH-AARP: National Institutes of Health - American Association of Retired Persons, NHANES: National Health and Nutrition Examination Survey, NHEFS: National Health Epidemiologic Followup Study, COSM: Cohort of Swedish Men, JPHC: Japan Public Health Center, JMS: Jichi Medical School

↓: リスクが有意に低い ( $p < 0.05$ ) すべての研究は前向きコホート研究であり, 結論はいずれも多変量解析による結果を示している。

暇時のウォーキング, 家庭菜園, 家事のような中等度以下の身体活動が, たとえ心身機能に制限のある高齢者や80歳以上の超高齢者であっても生活自立度の維持・改善に有効であることが考えられる。

### 地域在住高齢者の 身体活動量: 久山町研究

身体活動は心身の機能を維持・改善し, 老年症候群の予防・軽減をもたらすが, 実測値に基づく高齢者の歩行数や身体活動量の実態はこれまで不明のままであった。そこで我々は, 臨床用3軸加速度センサー活動量計 (Active

Style Pro HJA-350IT, オムロン社製: 以下, 加速度計と略す) を用い, 福岡県久山町の一般住民 2,066名 (男性 983名, 女性 1,339名) に対して7日間の身体活動量調査を実施した。参加者は2009年の久山町循環器健診を受診し, 調査に同意が得られた者であった (受診者の89%)。このうち, 60代以降は約半数の1,199名であった。調査の結果, 高齢者の平均歩数は2006年の健康日本21の実績値 (70歳以上の男性 5,386歩, 女性 3,917歩) とほぼ同程度であった (図1)。また, エクササイズガイド2006において提唱された3 Mets以上の身体活動量 (エクササイズ, Ex. と略す) は60代を境に,

男女とも加齢に伴い有意に低下していた (図3)。この研究で使用された加速度計の利点は, 身体の動きと姿勢の変化をとらえ, さまざまな活動を識別することで, 歩行時の活動量だけでなく, 従来の加速度計ではとらえることのできなかった生活活動時の活動量についても精度よく計測できることにある。そこで, 身体活動パターンを「歩行」と「生活活動」に分けて解析した結果, 男性は女性よりも歩行時のEx. が有意に多く, 女性は男性よりも生活活動時のEx. が有意に多いことが判明した。この性差は40代以降のすべての年代で観察された<sup>10)</sup>。

アンチエイジングの  
ための運動の勧め

老年症候群の症候数は60代以降顕著に増加する。そのため、高齢期における心身の機能低下を予防するには、中年期から運動習慣を定着させ、継続しておくことが望ましい。中年期の身体活動は、さまざまな慢性疾患の予防に有効である。澤田らは、東京ガス株式会社社員の全身持久力を評価し、2型糖尿病および癌死亡との関連を検討している。全身持久力とは、1分間に体内に取り込むことのできる酸素の最大量であり、遺伝的な素因の影響も受けるが中等度以上の持続的トレーニングにより向上することから、日常の運動習慣を含めた身体活動度を反映する指標と考えられている。その結果、2型糖尿病発症および癌死亡のリスクは全身持久力の高い群ほど有意に低いことが認められた。働き盛りの世代の多くが、日常生活に運動習慣を取り入れて継続させることに困難さを感じている。しかし、NHANESとNHEFSの統合研究からの報告なども考慮すると、エレベーターを使用せずできるだけ階段を利用するなど、仕事中に身体活動を高めるための行動変容が、高齢期における老年症候群の遅延につながる事が期待できる。

高齢期から運動を開始するあるいは再開する場合にも、心身の機能向上は獲得可能である。従来行われている単一運動（自転車漕ぎ運動、マシンを利用したレジスタンストレーニング、柔軟性トレーニングなど）が身体機能の

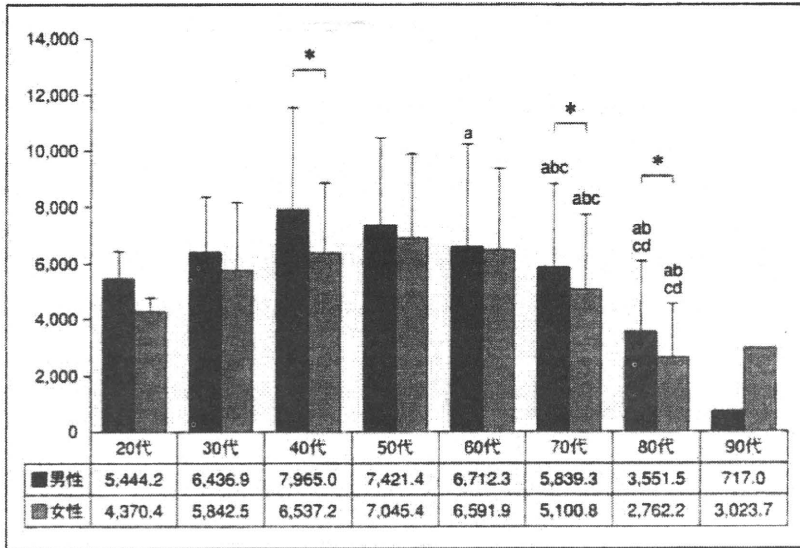


図1. 性・年代別の平均歩行数 (歩/日)

平均値±標準偏差 \* : p < 0.05 vs. 同世代の男性

a : p < 0.05 vs. 同性の40代, b : p < 0.05 vs. 同性の50代, c : p < 0.05 vs. 同性の60代, d : p < 0.05 vs. 同性の70代

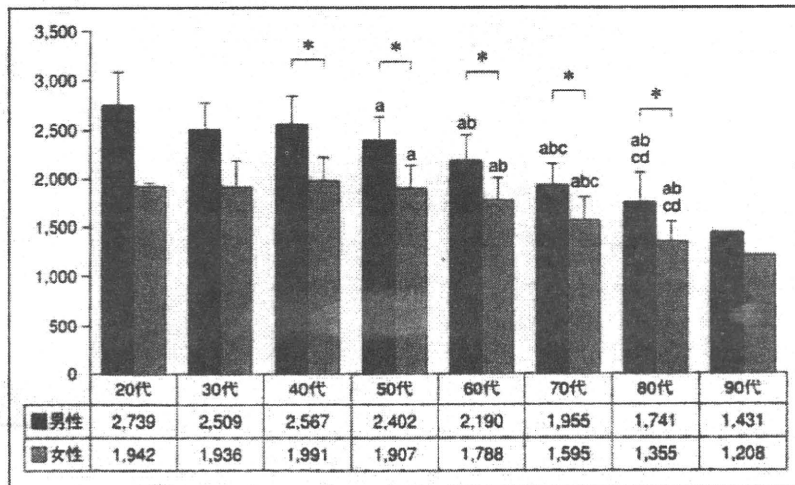


図2. 性・年代別の総消費カロリー量 (kcal/日)

平均値±標準偏差, 記号は図1と同様。

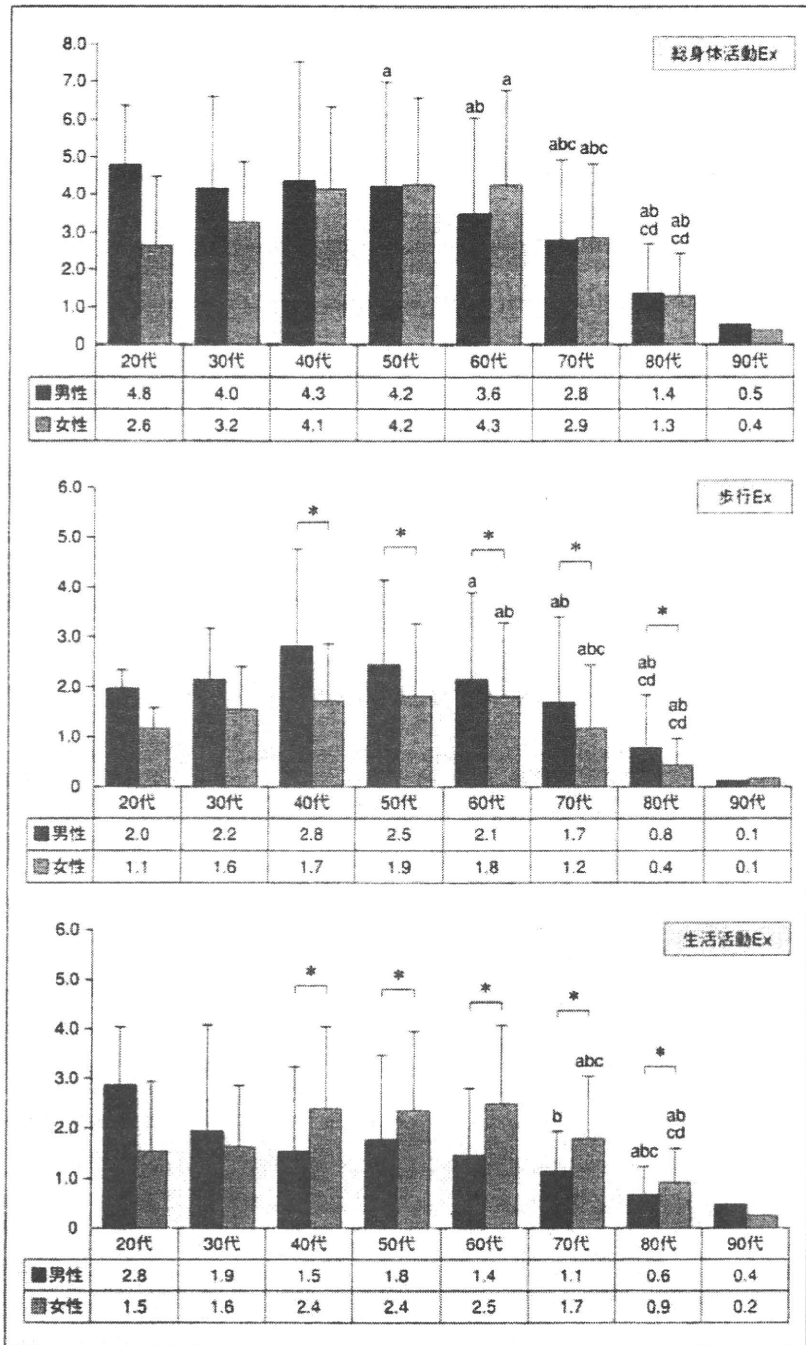


図3. 各身体活動 Ex の性・年代別比較 (Ex/日)  
平均値±標準偏差。記号は図1と同様。

維持・改善に有効であることは、多くの先行研究より明らかにされている。しかし、精神心理学的側面への運動効果は研究間で見解が一致していない。漸増負荷レジスタンストレーニングがうつ症状を有する高齢者のQOLや抑うつを改善すること、太極拳や演歌を使ったエアロビクスは、高齢女性の身体組成・身体機能、高齢者うつ尺度評価、感情、人間関係についての主観的評価を改善させるといった知見がある一方、高齢女性における身体活動プログラムは、身体的機能を向上させるが精神的機能は改善しないとする知見もある。したがって、高齢者においては採用する運動の種目については今後の課題でもある。

### まとめ

わが国では人口の高齢化に伴い超高齢社会を迎えようとしている。老年症候群は高齢者の健康寿命を短縮する諸要因を包括的にとらえた概念であり、日常の身体活動の増加や運動の習慣化によってその症候を予防・改善できる可能性がある。身体活動の種類や評価方法はさまざまで、いずれも長所と短所をもち合わせる。運動疫学研究では主に質問紙による身体活動評価法が使用されており、身体活動が死亡のリスクを軽減させるという強力な根拠を示している。介入研究においても中高年・高齢者の身体活動の有用性が数多く報告されているが、我々が2009年度に久山町で実施した調査によれば、1日の平均歩行数からみた地域在住高齢者

の身体活動量は2006年とはほぼ同程度で低いままであった。加えて、身体活動のパターンには性差が存在することから、高齢者においては採用する運動種目の検討に加え、性差も考慮した運動指導アプローチが必要であると考えられた。

●文 献

- 1) 熊谷秋三(編集責任):健康と運動の疫学入門—エビデンスに基づくヘルスプロモーションの展開—, 東京, 医学出版, 2008
- 2) Dale D, Welk GJ, Matthews CE: Chapter 1. Methods for assessing physical activity and challenges for research. In Physical activity Assessments for Health-Related Research, ed by Welk GJ. Champaign, IL: Human Kinetics, 19-34, 2002
- 3) Lamonte MJ, Ainsworth BE: Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Med Sci Sports Exerc* 33 (6 Suppl): S370-S378, 2001
- 4) Schooling CM, Lam TH, Li ZB, et al: Obesity, physical activity, and mortality in a prospective chinese elderly cohort. *Arch Intern Med* 166: 1498-1504, 2006
- 5) Leitzmann MF, Park Y, Blair A, et al: Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. *Arch Intern Med* 167: 2453-2460, 2007
- 6) Arrieta A, Russell LB: Effects of leisure and non-leisure physical activity on mortality in U.S. adults over two decades. *Ann Epidemiol* 18: 889-895, 2008
- 7) Inoue M, Iso H, Yamamoto S, et al: Japan Public Health Center-Based Prospective Study Group. Daily total physical activity level and premature death in men and women: results from a large-scale population-based cohort study in Japan (JPHC study). *Ann Epidemiol* 18: 522-530, 2008
- 8) Hayasaka S, Shibata Y, Ishikawa S, et al: Physical activity and all-cause mortality in Japan: the Jichi Medical School (JMS) Cohort Study. *J Epidemiol* 19: 24-27, 2009
- 9) Global Advocacy Council for Physical Activity, International Society for Physical Activity and Health. The Toronto Charter for Physical Activity: A Global Call to Action. [www.globalpa.org.uk](http://www.globalpa.org.uk). May 20 2010
- 10) 岸本裕代, 大島秀武, 野藤 悠, 他: 日本人地域一般住民における身体活動量の実態: 久山町研究. *健康科学* 32: 97-102, 2010

## 在宅個別運動と集団運動教室の身体活動と減量の短期効果の検討

山津幸司 (佐賀大学文化教育学部)、村山純子 (富良野市保健福祉部保健医療課)、  
木下力 (ふらのまちづくり株式会社)、花井篤子 (北翔大学短期大学部人間総合学科)

### Short-term effects of group- or home- based physical activity intervention on physical activity and weight loss

Koji YAMATSU, Junko MURAYAMA, Tsutomu KINOSHITA, Atsuko HANAI

#### Abstract

**INTRODUCTION:** Prevalence of metabolic syndrome (MS) has become a major health problem in Japan and developed countries. Regular physical activity (PA) contributes to improved MS risk factors. Although group- or home-based PA intervention was often conducted, it is unknown which PA interventions were more effective. The purpose of this study was to compare the efficacy of these two interventions in Japanese subjects with MS or several MS risk factors.

**METHODS:** Seventy three subjects with MS or several MS risk factors were selected either Group-based PA Intervention (GPI: N=40) or Home-based PA Intervention (HPI, N=33). Finally, the results were analyzed for 67 subjects (GPI: n=38, HPI: n=32) at post-intervention (after 12-weeks). Both interventions had 12 week duration. All participants received two or three face-to-face counseling, one behavioral feedback letter, and lecture about health and exercise information. The behavioral goals in both groups were to increase daily walking step. Subjects in GPI have a 10 exercise and recreation classes for 60-minutes. The main outcome measures were body weight, body mass index (BMI), percent fat (%FAT), waist-hip ratio (WHR), and body compositions.

**RESULTS:** Program completion rates were 95.0% in GPI and 97.0% in HPI. After 12-weeks, participants in both groups lost their weight, BMI, %FAT, and WHR. But weight loss in GPI was superior to that in HPI. Participants in both groups increased walking steps, endurance fitness, and lean body mass ( $P<0.05$ ).

**CONCLUSIONS:** Compared to home-based PA intervention, group-based PA intervention had short-term beneficial effects on weight loss. Especially, effect of weight loss in group-based PA intervention may be superior to that in home-based PA intervention.

## I. 研究の背景と目的

近年、2型糖尿病やメタボリックシンドロームなどの生活習慣病保有者の増加が公衆衛生的な問題となっている。平成9年度と平成14年度の2度の全国調査から、2型糖尿病が強く疑われる者は平成9年度の690万人から平成14年度の740万人へと約50万人増加し、予備群の増加はその4倍の約200万人と著しいことが問題視されている<sup>1,2)</sup>。また、糖尿病関連の医療費は年々増加し、医療経済上無視できない水準に達している。

一方、メタボリックシンドロームやその予備群と判定された者は、平成18年度国民栄養調査によると、約2000万人に達することが明らかとなり、40歳から74歳までの男性の2人に1人が該当することが国家的問題として挙げられている<sup>3)</sup>。

2型糖尿病やメタボリックシンドロームは、内臓脂肪の過剰蓄積が主な原因と考えられており、ウエスト周囲径の減少を伴う内臓脂肪蓄積型の肥満を解消するための減量指導が重要と考えられている<sup>4,5)</sup>。

2型糖尿病やメタボリックシンドロームの予防や治療において、定期的な運動の実施や身体活動量の増加は有効と考えられている。これまでの運動介入研究では、2型糖尿病やメタボリックシンドロームの予防に限定したものではないが、施設を中心として実施する集団運動教室や、自宅中心での運動量の増加を支援する個別運動教室が実施され、運動量の増加に有効との報告もなされてきている<sup>6)</sup>。

そこで、本研究では、2型糖尿病やメタボリックシンドロームの予防を目的に、保健センターに集まって運動を実施する集団運動教室とセンターでの個別での面談後は自宅を中心に運動量の確保を目指す在宅個別運動教室を秋季と冬季の2回開催し、その2教室による身体活動量の増加や減量に及ぼす効果を検討した。

## II 研究方法

### 1. 対象者の選別(表1)

対象者は、北海道富良野市保健センターが平成18年度の秋季と冬季に行った運動教室に参加を希望したメタボリックシンドロームまたはその予備軍であった中高年者73名であった。参加した73名のうち、40名が集団運動教室(年齢 $57.4 \pm 5.3$ 歳。女性77.5%)へ、残り33名は個別運動教室(年齢 $57.2 \pm 5.8$ 歳。女性60.6%)への参加を希望した。参加者の内訳は、秋季の集団運動教室が20名(年齢 $55.9 \pm 5.0$ 歳。女性80.0%)、個別運動教室は21名(年齢 $56.3 \pm 6.2$ 歳。女性47.6%)、冬季がそれぞれ20名(年齢 $59.0 \pm 5.4$ 歳。女性75.0%)と12名(年齢 $58.8 \pm 4.9$ 歳。女性83.3%)であった。



## 2. 介入方法

秋季の運動教室は9月から、冬季は1月からの3ヵ月間であり、その手順は以下のとおりであった。

運動教室への参加者は、最初に介入前の肥満度や身体活動量を評価した後、保健師による面談、健康スポーツ科学の専門家による運動処方提案を受け、その後は2つの群に分かれて、下記のような内容を行った。

**集団運動群(40名)**：参加者は、保健師との面談の後、センターに集まって運動指導士のもとで運動を実施し、スポーツ科学の専門家が作成した運動処方をもとに日常の身体活動量の増加を目標とした。

**個別運動群(33名)**：個別運動教室への参加者は初回に保健師との面談により設定した運動などの行動目標を自宅中心に実践した。

## 3. 測定指標と分析方法

介入効果の検討に用いた測定指標は、肥満度や体組成、持久的体力、身体活動量であった。これらの測定は介入前と3ヵ月後の終了時に行った。

肥満度は、InBody720（バイオスペース社）を用いて測定し、体重、Body Mass Index（BMI）、体脂肪率、ウエスト・ヒップ比（WHR）を用いた。また、ウエスト周囲径は介入前のみで全員に測定を行った。

体組成は、同じくInBody720を用い、骨格筋量、体脂肪量、体水分量、蛋白質量、ミネラル量の5項目を用いた。

持久的体力は最大酸素摂取量（VO<sub>2</sub>max）を自転車エルゴメーターを用いて測定し、Astrandのノモグラム<sup>7)</sup>から間接法で推定した。

身体活動量はスズケン社のライフコーダーEXを1から2週間装着させ、12時間以上装着していた日の歩数のみの平均値を算出し用いた。

なお、メタボリックシンドロームおよびその予備軍と判定するのに用いた血液指標は直近の地域健康診査時の採血により得られた値であった。メタボリックシンドロームとその予備軍の判定には2005年に設定された日本内科学会の基準を用いた<sup>8)</sup>。

統計解析は、統計ソフトSPSS17.0 Jを用い、対応のないt検定、 $\chi^2$ 検定、分散分析を行なった。集団運動群と個別運動群の介入前のBMIに有意差を認めたため、BMIに対する介入効果の検定は介入前指標を共変量とする共分散分析を行った。有意水準は危険度5%未満とした。

## III 結果と考察

### 1 介入前の対象者の特性(表2)

集団運動群と個別運動群の全体の年齢、男女比などの介入前特性は表2のとおりである。介入前特性で有意差を認めたのはBMIと体脂肪量であった。集団運動群のBMIは $25.6 \pm 3.1 \text{ kg/m}^2$ で個別運動群の $24.1 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$ より有意に大きく、集団運動群の体脂肪量は $20.4 \pm 5.5 \text{ kg}$ で個別運動群の $17.6 \pm 6.2 \text{ kg}$ より有意に大きかった。

以上の結果から、参加者全体では、集団運動群の肥満度が高く、その肥満度の差は体脂肪の過剰蓄積が要因のひとつであると考えられた。

秋季のみの参加者では介入前特性には有意な差は認められなかった(表3)。

冬季のみの参加者では集団運動群のBMI、WHR、体脂肪量、ウエスト周囲径、歩数に有意差を認め、いずれも個別運動群より大きいという結果であった(表4)。

上記以外の介入前特性には有意差は認められなかった。

## 2 運動教室の終了率

運動教室の終了率は集団運動群(95.0%)、個別運動群(97.0%)ともに良好であり、その差は有意ではなかった。秋季および冬季参加者においても、終了率はいずれも95%以上と良好であった(表1)。

## 2 介入効果

### 1) 肥満度

体重は、集団運動群の介入前の $63.7 \text{ kg}$ から介入後の $61.1 \text{ kg}$ へ(2.6kg減少)、個別運動群は $60.6 \text{ kg}$ から $59.3 \text{ kg}$ へ(1.3kg減少)ともに有意に減少したが、減少幅は集団運動群で有意に大きかった(図1、表5)。

BMIは、集団運動群の介入前の $25.6 \text{ kg/m}^2$ から介入後の $24.5 \text{ kg/m}^2$ へ(1.1 $\text{kg/m}^2$ 減少)、個別運動群は $24.1 \text{ kg/m}^2$ から $23.6 \text{ kg/m}^2$ へ(0.5 $\text{kg/m}^2$ 減少)ともに有意に減少していた。介入前後のBMIの変化量を従属変数、介入前のBMI値を共変数とした共分散分析を行った結果、BMIの減少幅は体重同様に集団運動群で有意に大きかった(図1、表5)。

上記以外に体脂肪率およびWHRは全体では有意に減少したが、交互作用は認められず、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった(表3)。

以上の結果から、肥満度として測定した4指標の全項目が有意に減少しており、体重とBMIの低下は集団運動群の方が個別運動群より大きいということが明らかとなった。

秋季参加者のみの分析では、肥満度の4項目全てが有意に減少していたが、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった(表6)。

冬季参加者のみの分析では、肥満度の4項目全てが有意に減少し、体重は集団運動群の方が個別運動群より大きく減少していた(表7)。また、BMIは介入前に有意差の認められたため共分散分析を行った結果、集団運動群(-1.14±0.82kg/m<sup>2</sup>)の方が個別運動群(-0.24±0.80kg/m<sup>2</sup>)より大きく減少していた(F=6.54, P=0.016)。

## 2) 体組成

骨格筋量は、集団運動群の介入前の23.58kgから介入後の23.65kgへ(0.07kg増加)、個別運動群は23.45kgから23.68kgへ(0.23kg増加)ともに有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった(表5)。

体脂肪量は、集団運動群の介入前の20.5kgから介入後の17.8kgへ(2.7kg減少)、個別運動群は17.7kgから16.0kgへと(1.7kg減少)ともに有意に減少していたが、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった(表5)。

体水分量、蛋白質量、ミネラル量にはいずれも有意差はなく、介入前後での変動は認められなかった(表5)。

以上の結果から、集団運動群と個別運動群の参加者ともに体脂肪量のみを特異的に減少させることに成功しており、運動を中心とする減量指導が理想的であったと推測できた。また、体水分量、蛋白質量、ミネラル量には変化がなく、無理な食事制限による減量ではなかったことも伺えた。

秋季参加者のみの分析では、体脂肪量のみが有意に減少していたが、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった。骨格筋量、体水分量、蛋白質量、ミネラル量には変化が認められなかった(表6)。

冬季参加者のみの分析では、体脂肪量のみが有意に減少していたが、集団運動群の体脂肪量の減少が個別運動群より有意に大きかった。骨格筋量、体水分量、蛋白質量、ミネラル量には変化が認められなかった(表7)。

## 3) 歩数

歩数は、集団運動群の介入前の9408歩/日から介入後の11309歩/日へ(1901歩/日増加)、個別運動群は7856歩/日から8590歩/日へ(735歩/日増加)ともに有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった(表5)。

以上の結果から、集団運動群、個別運動群ともに歩数を増加させることに成功したことが明らかとなった。

秋季参加者のみの分析では、集団運動群の歩数は有意に増加していたが、逆に個別運動群では有意に低下していた（表6）。

冬季参加者のみの分析では、歩数は有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった（表7）。

#### 4) 持久的体力

最大酸素摂取量は、集団運動群の介入前の23.5ml/kg/minから介入後の24.6ml/kg/minへ（1.1 ml/kg/min増加）、個別運動群は25.0ml/kg/minから28.0ml/kg/minへ（3.0ml/kg/min増加）ともに有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった（表5）。

以上の結果から、集団運動群、個別運動群ともに持久的体力を増加させることに成功しており、持久的体力の上昇には一定以上の運動強度と時間が必要であることがすでにわかっていることから、日常の歩数の増加したことの裏づけをえられたものと考えた。

秋季参加者のみの分析では、最大酸素摂取量には変化が認められなかった（表6）。

冬季参加者のみの分析では、最大酸素摂取量は有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった（表7）。

## IV 総合考察

### 1. 運動教室の継続率

本介入で実施した集団運動群、個別運動群の継続率は、それぞれ95%、97%と良好であった。全参加者73名中、途中脱落はわずか3名という結果は、本研究における2つの運動教室の内容が参加者に過度の負担をかけることなく、参加者の健康度を改善することに成功したことを物語っている。特に北海道地域においては冬季は積雪寒冷により運動の定期的な実施は難しいとされている。にもかかわらず、脱落が1名のみであった点は注目に値する。この良好な継続率は、本研究のスタッフである保健師や運動指導士などの貢献が大きく、また教室が無理のない介入要素を提供できたことによるものと考えられた。

### 2. 身体活動への効果

表5からも明らかなように、集団運動群、個別運動群ともに歩数は増加しており、2つの運動教室全体では歩数の増加に差は認められなかった。より長期の運動実施により増加が期待される持久的能力（最大酸素摂取量）も増加していたことから、単に身体活動量が増えただけでなく、比較的質の高

い運動強度と時間が確保されたものと推測できた。

### 3. 減量効果

体重と BMI は集団運動群、個別運動群ともに減少したものの、集団運動群の減量効果（2.6kg 減）は個別運動群（1.3kg 減）の約2倍と良好であった。この集団運動群と個別運動群の減量効果の差は冬季参加者において特に大きかった。秋季参加者では統計的有意差はないものの、やはり集団運動群の減少体重が 0.8kg 上回っていた。

以上の結果から、3 ヶ月間という短期の減量では、集団での運動教室が有効である可能性が高いと考えられた。

集団運動群の減量効果が優れていた理由は、運動指導者の管理下で適切な強度の運動が確保できたこと、週 1 回の指導者との接触が減量への日常での取組みのモチベーションの持続に貢献した可能性などが考えられた。

### 4. 本研究の課題

本研究では、3 ヶ月で 1.3～2.6kg という減量効果に貢献したものの、いくつかの課題も残されている。

まず、2つの運動教室への割付が、参加者の希望をもとに行われた点である。この点は、参加者の満足度や終了率には良い影響を及ぼしたことが考えられるものの、集団運動群で良好であった減量効果が、集団運動教室によるものなのか、集団教室の参加者の意欲の高さの影響なのかを判定することは難しくさせている。

次に、本研究で認められた身体活動の増加や減量効果が、2型糖尿病やメタボリックシンドロームの改善に貢献できたかが不明な点である。今後は、介入前後での血液検査を行うことが望ましいと思われた。ウエスト周囲計の計測についても、可能なら全員分を行うのが理想である。

## V 結論

集団運動教室と個別運動教室による介入を受けた 70 名の身体活動や体格指標の 3 ヶ月後の変化から、以下の結果を得た。

1. 集団運動および個別運動ともに終了率は95～97%と良好であった。この良好な終了率は、スタッフのきめ細かなケアによるものと考えられた
2. 歩数は集団運動教室と個別運動教室ともに全体では増加した。秋季参加者のみの分析では、集団運動教室の歩数は増加したものの、個別運動教室では減少していた。

3. 集団運動群の体重減少は2.6kgであり、個別運動群（1.3kg減）の2倍であった。冬季参加者のみの分析では、集団運動群の体重減少は2.5kgであり、個別運動群（0.5kg減）の5倍であった。
4. 本研究で認められた減量効果は主に体脂肪の減少によるものであり、運動の増加を中心とした本研究の減量指導の内容が理想的なものと考えられた。

以上より、本研究で行った2つの運動教室は身体活動の増加や減量に有効であり、特に減量に対し集団運動教室がより効果的である可能性が高いと考えられた。この点をさらに明らかにするには、本研究で認められたいくつかの問題を解決しつつ、さらに研究を続ける必要があると思われた。

## VI 謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金若手研究B（20700516）および北海道富良野市ヘルスアップ事業の一部として行われた。

## 引用文献

- 1) 厚生省保健医療局生活習慣病対策室, 平成9年糖尿病実態調査, 2000.  
([http://www.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-kou4/data9/1\\_001.pdf](http://www.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-kou4/data9/1_001.pdf))
- 2) 厚生労働省健康局, 平成14年度糖尿病実態調査報国, 2004.  
(<http://www.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-kou4/data14/to01.pdf>)
- 3) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室, 平成18年国民健康・栄養調査結果の概要, 2008.  
(<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/04/dl/h0430-2c.pdf>)
- 4) 日本肥満学会, 肥満症治療ガイドラインダイジェスト版, 協和企画:東京, 2007.
- 5) 日本動脈硬化学会, 日本動脈硬化性疾患予防ガイドライン2007年版, 協和企画:東京, 2007.
- 6) King AC, Haskell WL, Taylor CB, Kraemer HC, DeBusk RF. Group- vs home-based exercise training in healthy older men and women. A community-based clinical trial. JAMA. 1991;266(11):1535-42.
- 7) Astrand PO. Rhyming I : A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. J Appl Physiol 7: 218-221, 1954
- 8) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会, メタボリックシンドロームの定義と診断基準, 日本内科学会雑誌, 94, 794-809, 2005.

表1. 対象者の参加および終了状況

		参加数 ( <i>n</i> )	終了数 ( <i>n</i> )	終了率 (%)
全体	集団運動群	40	38	95.0
	個別運動群	33	32	97.0
秋季参加者	集団運動群	20	19	95.0
	個別運動群	21	20	95.2
冬季参加者	集団運動群	20	19	95.0
	個別運動群	12	12	100.0

表2. 介入前特性の比較(全体)

	集団運動群		個別運動群		p
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	
年齢 (歳)	40	57.4 (5.3)	33	57.2 (5.8)	0.886
身長 (cm)	40	157.8 (8.5)	33	158.5 (9.8)	0.712
肥満度					
体重 (kg)	40	64.0 (11.3)	33	61.0 (12.9)	0.291
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	40	25.6 (3.1)	33	24.1 (3.2)	0.043 *
%FAT (%)	40	31.9 (6.3)	33	28.6 (7.6)	0.051
WHR	40	0.93 (0.04)	33	0.91 (0.05)	0.250
ウエスト周囲径 (cm)	40	88.1 (7.8)	32	84.7 (8.3)	0.078
体組成					
骨格筋量 (kg)	40	23.8 (5.5)	33	23.7 (6.0)	0.940
体脂肪量 (kg)	40	20.4 (5.5)	33	17.6 (6.2)	0.042 *
体水分量 (L)	40	32.09 (6.63)	33	31.96 (7.28)	0.937
蛋白質量 (kg)	40	8.6 (1.8)	33	8.5 (2.0)	0.942
ミネラル量 (kg)	40	2.94 (0.55)	33	2.91 (0.64)	0.854
持久性体力					
最大酸素摂取量(ml/kg/min)	40	23.9 (5.1)	29	25.5 (5.8)	0.217
身体活動量					
歩数 (歩/日)	40	9420 (3028)	33	8002 (3614)	0.072
糖代謝					
HbA1c (%)	40	5.60 (0.52)	33	5.5 (0.3)	0.401
FPG (mg/dl)	40	106.1 (12.5)	33	105.2 (10.6)	0.736
HOMA1R	32	0.8 (0.5)	31	1.0 (0.6)	0.115
脂質代謝					
TG (mg/dl)	40	134.6 (73.9)	33	124.6 (72.2)	0.565
HDL-c (mg/dl)	40	56.4 (12.9)	33	56.4 (14.1)	0.997
LDL-c (mg/dl)	40	129.7 (32.7)	33	129.4 (34.3)	0.966
血圧					
SBP (mmHg)	40	126.8 (19.2)	33	125.2 (15.2)	0.706
DBP (mmHg)	40	78.4 (10.6)	33	76.5 (9.2)	0.433
男性数/女性数		9/31		13/20	0.117
メタリックソート0-1該当数		11		7	0.535
疾病治療中数		13		10	0.841

\*P<.05



表3. 介入前特性の比較(秋季参加者のみ)

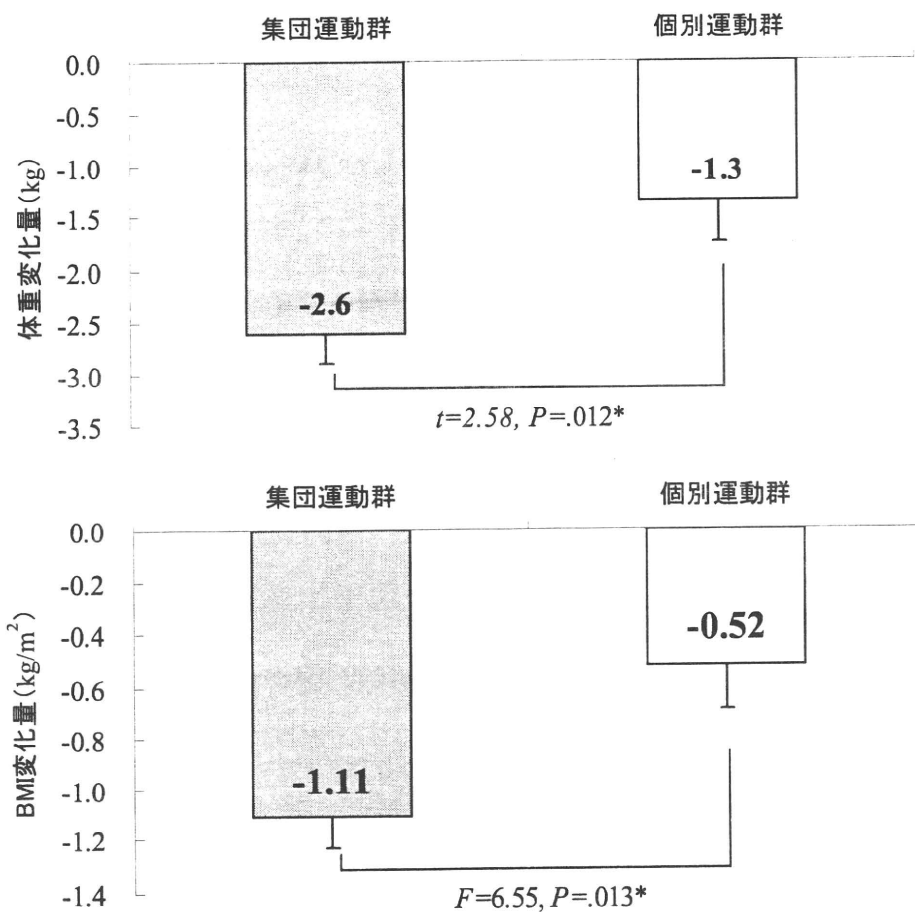
	集団運動群		個別運動群		p
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	
年齢 (歳)	20	55.9 (5.0)	21	56.3 (6.2)	0.806
身長 (cm)	20	158.3 (9.1)	21	161.1 (10.3)	0.363
肥満度					
体重 (kg)	20	64.1 (10.0)	21	64.9 (12.8)	0.805
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20	25.5 (2.7)	21	24.88 (3.15)	0.520
%FAT (%)	20	32.9 (6.6)	21	29.5 (7.8)	0.141
WHR	20	0.93 (0.04)	21	0.93 (0.04)	0.935
ウエスト周囲径 (cm)	20	87.2 (7.8)	20	87.6 (7.2)	0.851
体組成					
骨格筋量 (kg)	20	23.6 (5.6)	21	25.2 (6.5)	0.389
体脂肪量 (kg)	20	20.9 (4.8)	21	19.0 (6.1)	0.287
体水分量 (L)	20	31.8 (6.8)	21	33.79 (7.83)	0.380
蛋白質量 (kg)	20	8.5 (1.9)	21	9.04 (2.15)	0.381
ミネラル量 (kg)	20	2.93 (0.57)	21	3.08 (0.69)	0.477
持久性体力					
最大酸素摂取量(ml/kg/min)	20	23.8 (6.1)	18	26.7 (5.8)	0.138
身体活動量					
歩数 (歩/日)	20	8998 (3313)	21	9292 (3923)	0.798
糖代謝					
HbA1c (%)	20	5.6 (0.7)	21	5.5 (0.4)	0.129
FPG (mg/dl)	20	110.1 (13.1)	20	110.0 (9.5)	0.967
HOMA1R	16	0.8 (0.6)	20	1.1 (0.7)	0.175
脂質代謝					
TG (mg/dl)	20	147.5 (78.3)	21	144.1 (80.7)	0.893
HDL-c (mg/dl)	20	54.7 (13.6)	21	51.1 (11.3)	0.373
LDL-c (mg/dl)	20	131.6 (37.4)	21	123.6 (31.3)	0.460
血圧					
SBP (mmHg)	20	126.7 (21.6)	21	127.6 (15.2)	0.881
DBP (mmHg)	20	78.1 (11.9)	21	78.0 (9.1)	0.965
男性数/女性数		4/16		11/10	0.031
メタリックソート 0-Δ該当数		6		5	0.655
疾病治療中数		7		4	0.249

\* P<.05

表4. 介入前特性の比較(冬季参加者のみ)

	集団運動群		個別運動群		p
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	
年齢 (歳)	20	59.0 (5.4)	12	58.8 (4.9)	0.951
身長 (cm)	20	157.2 (8.1)	12	154.1 (7.3)	0.283
肥満度					
体重 (kg)	20	63.9 (12.8)	12	54.0 (10.3)	0.030
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20	25.7 (3.6)	12	22.6 (2.7)	0.015 *
%FAT (%)	20	30.9 (5.9)	12	27.2 (7.5)	0.131
WHR	20	0.92 (0.04)	12	0.89 (0.06)	0.050 *
ウエスト周囲径 (cm)	20	89.1 (7.9)	12	79.9 (8.0)	0.003 *
体組成					
骨格筋量 (kg)	20	24.1 (5.4)	12	21.1 (4.1)	0.113
体脂肪量 (kg)	20	19.9 (6.2)	12	15.0 (5.8)	0.033 *
体水分量 (L)	20	32.43 (6.67)	12	28.77 (5.01)	0.111
蛋白質量 (kg)	20	8.7 (1.8)	12	7.7 (1.4)	0.114
ミネラル量 (kg)	20	2.94 (0.55)	12	2.63 (0.43)	0.101
持久性体力					
最大酸素摂取量(ml/kg/min)	20	24.0 (4.0)	11	23.6 (5.4)	0.810
身体活動量					
歩数 (歩/日)	20	9842 (2732)	12	5744 (1130)	0.000 *
糖代謝					
HbA1c (%)	20	5.6 (0.3)	12	5.6 (0.2)	0.857
FPG (mg/dl)	20	102.2 (10.7)	12	97.3 (7.2)	0.172
HOMAIR	16	0.8 (0.4)	11	0.8 (0.3)	0.702
脂質代謝					
TG (mg/dl)	20	121.7 (68.8)	12	90.6 (36.8)	0.160
HDL-c (mg/dl)	20	58.1 (12.4)	12	65.5 (14.4)	0.131
LDL-c (mg/dl)	20	127.8 (28.0)	12	139.5 (38.2)	0.327
血圧					
SBP (mmHg)	20	126.9 (17.0)	12	121.2 (15.1)	0.344
DBP (mmHg)	20	78.7 (9.5)	12	74.0 (9.3)	0.186
男性数/女性数		5/15		2/10	0.581
メタリックソルト 0-1 該当数		5		2	0.581
疾病治療中数		6		6	0.258

\* P<.05



**図1. 集団運動群と個別運動群の体重とBMIの変化の比較**  
 集団運動群の体重とBMIの減少は個別運動群より大きかった。  
 (値は平均値と標準誤差、BMI変化量の解析には共分散分析を実施)

表5. 集団群と個別群の肥満度、持久的体力、歩数の変化(全体)

	集団運動群				個別運動群					
	介入前		介入後		介入前		介入後			
	n	平均(SD)	n	平均(SD)	n	平均(SD)	n	平均(SD)		
肥満度										
体重 (kg)	38	63.7 (11.5)	38	61.1 (11.7)	32	60.6 (13.0)	32	59.3 (12.3)	0.000 *	0.012 *
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	38	25.6 (3.2)	38	24.5 (3.3)	32	24.1 (3.2)	32	23.6 (3.0)	0.000 *	0.005 *
%FAT (%)	38	32.1 (6.1)	38	28.9 (7.1)	32	29.0 (7.5)	32	26.9 (7.4)	0.000 *	0.073
WHR	38	0.93 (0.04)	38	0.90 (0.06)	32	0.91 (0.06)	32	0.90 (0.06)	0.000 *	0.199
体組成										
骨格筋量 (kg)	38	23.58 (5.37)	38	23.65 (5.32)	32	23.45 (5.89)	32	23.68 (5.93)	0.039 *	0.265
体脂肪量 (kg)	38	20.5 (5.5)	38	17.8 (6.1)	32	17.7 (6.3)	32	16.0 (5.8)	0.000 *	0.051
体水分量 (L)	38	31.81 (6.55)	38	31.83 (6.49)	32	31.62 (7.12)	32	31.86 (7.21)	0.154	0.210
蛋白質量 (kg)	38	8.49 (1.80)	38	8.50 (1.75)	32	8.45 (1.95)	32	8.52 (1.97)	0.118	0.182
ミネラル量 (kg)	38	2.92 (0.55)	38	2.91 (0.54)	32	2.88 (0.62)	32	2.89 (0.64)	0.904	0.388
持久的体力 最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	34	23.5 (5.0)	34	24.6 (5.7)	27	25.0 (5.5)	27	28.0 (7.2)	0.001 *	0.106
身体活動量 歩数 (歩/日)	38	9408 (3101)	38	11309 (4522)	32	7856 (3572)	32	8590 (4062)	0.005 *	0.203

\* P<0.05

時間の要因に主効果 (P<0.05)が認めれたときは、集団と個別を含めた全体の対象者で介入前より介入後が増加(低下)していることを意味する。交互作用 (P<0.05)が認めれたときは、集団と個別の介入前後の値の変化に差があることを意味する。