行動科学的手法を用いた運動習慣獲得プログラムによる 中高年女性の体脂肪における選択的減少効果

～Dual Energy X Ray Absorptiometry (DXA) による身体組成分析～

Effects of an exercise habits acquisition program based on a behavioral science approach on selective reduction of fat mass in sedentary middle-aged women: analysis of body composition by dual energy x ray absorptiometry (DXA)

小笠原正志¹⁾, 柳川 真美²⁾, 肘井 千賀³⁾, 大島 晶子⁴⁾, 津田 彰⁵⁾
田中 宏暁⁶⁾, 神宮 純江⁷⁾, 大藤 直子⁸⁾, 荒瀬 泰子⁹⁾

MASASHI OGASAWARA¹⁾, MAMI YANAGAWA²⁾, CHIGA HIJII³⁾, AKIKO OHSHIMA⁴⁾, AKIRA TSUDA⁵⁾
HIROAKI TANAKA⁶⁾, SUMIE JINGU⁷⁾, NAOKO OHTO⁸⁾, YASUKO ARASE⁹⁾

要旨: [目的] 行動科学的手法を用いた運動習慣獲得プログラム(教室)が, 中高年女性の身体組成に及ぼす影響を DXA (dual energy x ray absorptiometry) で分析した。[方法] 運動習慣のない女性314名を対象とし, 介入群280名(平均年齢48.5±11.0歳)と対照群34名(49.8±13.9歳)に分けた。介入群は, 教室(毎週1回2時間, 全12回)に参加し, 身体活動量を高める自己監視を続けた。身体組成は, 教室前後に DXA を用い部位別に分析した。[結果] 2要因分散分析と下位検定の結果, 全身脂肪量は, 有意な交互作用を示し, 介入群のみ有意に低下した。全身の骨塩量および除脂肪除骨量は, 交互作用がなかった。介入群での全身脂肪低下量(−1,776±1,737g)は, 全組織量の減少量(−1,781±1,910g)と同値であり, 四部位(頭・腕・脚・体幹)の中で, 体幹部の減少(−1,094±1,128g)が最も大きかった。[結語] 教室は, 中高年女性の骨塩量と筋肉量を維持したまま, 体幹部を主とする体脂肪量の選択的減少による減量に有効であることが示唆された。

キーワード: 行動科学的手法, 運動習慣, DXA, 脂肪量, 骨塩量, 除脂肪除骨量

Abstract: [Objective] To investigate the effects on body composition in middle aged women using the dual energy x ray absorptiometry (DXA) by the participation of an exercise habits acquisition program based on the behavioral science approach. [Method] The subjects, 314 sedentary but healthy women with no regular exercise habits, were assigned to an intervention group ($n=280$; 48.5 ± 11.0 years) or a control group ($n=34$; 49.8 ± 13.9 years). The intervention group participated in the exercise program which was for 2 hours a week over 12 weeks, and kept a daily record of the amount of accumulated steps and time spent on aerobic exercise. [Result] According to the two-way ANOVA and subsequent analysis showed that a significant interaction (group x time) were observed in total fat mass. In the intervention group, total fat mass was decreased significantly ($p<.001$) from baseline. The total amount of bone mineral content and lean tissue mass were unchanged in both groups. In the intervention group, the amount of decrease in total fat mass ($-1,776\pm1,737$ g) was equivalent to the reduction of total body mass ($-1,781\pm1,910$ g). Reduction of trunk fat mass ($-1,094\pm1,128$ g) was the greatest among all four regions (head, arms, legs, trunk). [Conclusion] These results suggest that this program based on the behavioral science approach was effective for selectively reducing body fat mass, especially trunk fat, while maintaining bone mineral content and lean tissue mass, in middle-aged women.

Key words: behavioral science approach, exercise habit, DXA, fat mass, bone mineral content, lean tissue mass

受付日: 2015年5月10日, 採択日: 2015年6月26日

¹⁾ 下関市立大学経済学部

下関市大学町2-1-1 (〒751-8510) TEL083-254-8635

Department of Economics, Shimonoseki City University 2-1-1, Daigakucho, Shimonoseki, Yamaguchi, 751-8510, Japan

²⁾ 株式会社健康科学研究所

Laboratory of Physical Science

³⁾ 福岡市健康づくりサポートセンター

Fukuoka City Health Promotion Support Center

⁴⁾ 福岡市早良区保健福祉センター

Fukuoka City Sawara Ward Health and Welfare Center

⁵⁾ 久留米大学文学部心理学科

Faculty of Literature, Kurume University

⁶⁾ 福岡大学スポーツ科学部

Faculty of Sports Science, Fukuoka University

⁷⁾ 元福岡市健康づくりセンター理事長

Former President of Fukuoka City Health Promotion Center

⁸⁾ 元福岡市健康づくりセンター

Former Public Health Nurse of Fukuoka City Health Promotion Center

⁹⁾ 福岡市副市長

Fukuoka City Deputy Mayor

I. 緒 言

行動科学的手法を用いた介入プログラムは、必要な知識や技術を教え込む従来の健康教育のスタイルを反省し、春木¹⁾が示すような「行動や情動が人にコントロールされているという発想ではなく、行動をコントロールする自己の役割を重視し、セルフコントロールという観点から行動変容を捉える」という観点に立ったものである。これは、職域²⁾、教育現場³⁾⁴⁾、地域⁵⁾⁶⁾⁷⁾、インターネットによる非対面指導⁸⁾等において取り入れられ、その介入効果が報告されている。

我々は、運動習慣のない地域住民を対象として、行動科学的手法を用いた運動習慣獲得プログラム（以下教室と略）を作成し運営してきた⁶⁾。教室では、行動科学的手法のなかでも、多くの先行研究²⁻⁷⁾でセルフコントロールを高めるために採用されているセルフモニタリングをその中心に据えた。さらに、身体活動量増加のツールとして推奨されている歩数計⁹⁾を活用して、日常生活での身体活動量を増やす行動変容を促してきた。

地域の健康増進施設で開催される教室において、女性は男性に比べてより積極的に参加しており⁶⁾、その多くは運動不足を解消し、余分についた体脂肪を落としたいと希望している。女性は、閉経によるエストロゲン分泌量の消退に伴い、骨量が低下していく¹⁰⁾ことから、男性に比べて骨粗鬆症や骨折を起こす危険性が2倍以上高い¹¹⁾。加えて、男性よりも体脂肪率が高いために筋肉量が少ない¹²⁾。従って、教室に参加した女性は、生活習慣改善や体重低下を過度に意識するあまり、体の維持に重要な筋肉量や骨塩量の低下を招く危険性を排除できない。

身体組成に及ぼすプログラムの介入効果を評価するには、水中体重秤量法、空気置換法、皮下脂肪厚法、生体インピーダンス法、Dual Energy X-Ray Absorptiometry（以下DXAと略）等を用いることが求められる¹³⁾。とりわけ、DXAは、微量ながら被曝する反面、身体部位に分けて脂肪量、骨塩量、および除脂肪除骨量を分析できる点で有用な測定法である。

中年肥満男性を対象とし、監視下での運動介入を行って、DXAにより身体組成の変化を評価した先行研究は、除脂肪除骨量を維持し、体脂肪量を平均2.5 kg低下させたことを報告している¹⁴⁾。しかし、行動科学的手法を用いた運動習慣獲得プログラムが、運動習慣のない中高年女性の身体組成に及ぼす影響をDXAで検討した研究はこれまでにない。そこで、本

研究は、教室が、中高年女性の除脂肪除骨量や骨塩量を維持しつつ、体脂肪量の選択的な減少に効果的であるかについて、DXAを用いて検討することを目的とした。

II. 方 法

1. 対象者

教室は、運動習慣のない市民に対して運動の習慣化を支援することを目的として、F市健康づくりセンターで実施した。教室には、平成10年1月から13年1月の間に371名（女性330名・男性41名）が参加した。介入群は、これら女性参加者の内、教室には参加したが事後の健康度診断を受けていない38名および教室参加を途中で断念した12名を除き、教室を修了し前後の健康度診断を受診した280名（平均±標準偏差；48.5±11.0歳）とした。また対照群は、教室には参加せず健康度診断のみを受診した女性ボランティア34名（49.8±13.9歳）とした。これら計314名の解析対象者（48.9±12.7歳）は、週当たり30分以上の有酸素運動を定期的に行う習慣がなかった。また事前の健康度診断に基づき、医師から運動遂行に支障がなく、かつ高血圧症をはじめとする生活習慣病や骨粗鬆症の治療薬を服用していないことを確認された。

全対象者には、文書と口頭により本研究の目的、実施内容、DXAによる微量な被曝（胸部単純X線検査の10分の1程度の線量）などを含んだ研究の危険性、研究からの脱退の自由などを説明した上で、書面による同意書を得た。また、本研究は福岡市健康づくり研究委員会の承認を得て実施した。これは、ヘルシンキ宣言の趣旨に基づいた倫理指針に沿った倫理委員会ではないものの、大学等の専門家を中心に構成され、健康づくりセンターで実施する研究や事業に関するプロトコールや倫理面について協議・審査する役目を担っている。

2. 介入方法

教室は、毎週1回2時間、全12回（約3ヶ月間）で構成した。この運営方法は既に報告しており⁶⁾、ここでは概要を記す。教室で採用した主な行動科学的手法は、目標設定、運動継続を阻害する因子とその対処法、セルフモニタリング、グループワークである。教室は、市政だよりを通して市民に告知し、毎月10名程度の参加希望者を募った。教室には1ヶ月目、2ヶ月目、3ヶ月目の参加者が混在する形で運営した。

第1回目は、スタッフの紹介、自己紹介、教室の趣旨や施設利用上の注意を説明した後、目標設定を行い、運動継続を阻害する因子とその対処法を考えさせた。さらに、セルフモニタリングシート（以下記録票と略）を配布し、記録方法を説明した。運動は、準備体操、自転車運動の体験、整理体操とした。自転車運動は、教室前の健康度診断における多段階漸増運動負荷試験の結果に基づき、ニコニコペース（最大酸素摂取量の約50%強度）¹⁵⁾に相当する心拍数（ $138 - \text{年齢} / 2$ ）と自覚的運動強度（RPE11~13）を目安にして、健康運動指導士が運動強度を確認しながら参加者に体験してもらった。

第2回目は、先行している参加者と一緒になって、準備体操10分間、有酸素運動60分間、筋力トレーニング10分間、整理体操10分間、それぞれ実施した。その後、管理栄養士が、フードモデルを用いて、1日三食をバランスよく摂取すること、および嗜好品や間食の摂取に注意することの2点を中心に約30分間講義した。第3回目から10回目までは、上記した運動の後、1ヶ月目から3ヶ月目までの参加者が1週間を振り返って、運動を始めとする生活習慣の変容について努力したことや思うように進まない現状などの近況を発表するグループワークを約30分間実施した。第11回目は、健康度診断を行い、最終回（第12回目）は、運動の後、その結果を返却し、教室の成果の評価と修了後の運動継続に対する動機づけを行った。

教室で実施する運動だけでは、健康の保持増進に必要な身体活動量を確保できない。そのため第1回目に体験したニコニコペースでの有酸素運動を、主にウォーキングによって1回10分以上実践するように奨励した。さらに、各人の歩数計を利用して1日歩数を測定して、記録票に1日歩数および有酸素運動実施量を毎日記入するように指導した。身体活動量は徐々に増やし、最終的には1日歩数を1万歩/日以上、有酸素運動の実施量を週180分以上とすることを目標にした。

それ以外には、記録票に体重、三食における主食・主菜・野菜の摂食状況（○×でチェック）、間食・飲酒（自由記述）等の記録を教示した。記録票は、毎回の教室参加時に提出するよう促し、その都度保健師が励ましのコメントを書き入れて返却することで運動継続を支援した。

3. 調査項目

1) 形態測定

形態測定は、身長、体重、BMI、およびウエスト周径囲とした。健康度測定は、これら形態測定、および下記に示す最大酸素摂取量と身体組成とし、対照群は約3ヶ月の間隔をあけて2回測定し、介入群は教室前（教室参加の前月）と第11回目にそれぞれ測定した。

2) 最大酸素摂取量

最大酸素摂取量は、自転車エルゴメーターによる多段階漸増運動負荷試験時における最大下での仕事率と心拍数との回帰式に、最大酸素摂取量の80%強度相当の推定心拍数を外挿して得られた仕事率から算出して推定した¹⁶⁾。最大酸素摂取量は、体重当たりの値（ml/kg/分）と絶対値（l/分）の両方で示した。

3) 身体組成

身体組成は、QDR-2000（Hologic社製）を用いてDXAにより分析した。分析は、体水分の状況を一定にするため、前日21時以降の飲食を禁じた状態で午前中に行った。分析には、同社製のソフトウェア（version 7.20）を使用し、検者間の誤差を最小限にするため、一人の熟練した放射線技師が当たった。DXAは、二つのエネルギーピークをもつX線を全身に照射させ、その吸収率の違いから骨塩量、脂肪量、除脂肪除骨量を身体部位に分けて分析することができる。本法の再現性および信頼性は先行研究により報告されている¹⁷⁾。今回は、体脂肪率、全身の脂肪量・除脂肪除骨量・骨塩量・組織量（脂肪量+除脂肪除骨量+骨塩量）、ならびに頭部・腕部・脚部・体幹部の4部位における脂肪量に着目し分析した。

4) 介入群の身体活動量と教室参加に対するアドヒランスの評価

介入群の身体活動量の評価には、1日歩数と週当たりの有酸素運動実施量（分/週）を用いた。教室前の1日歩数は、参加者が歩数を確認できないようにした加速度計（スズケン社製 Lifecorder）を教室開始前の約10日間装着してもらい、その平均値とした。教室期間中は、記録票に記入された約3ヶ月間の平均値とした。

介入前における有酸素運動実施量は、事前の健康度診断の際、問診票に記入されたウォーキング、水中歩行、自転車こぎ、エアロビックダンスの実施状況を保健師が聞き取りにより確認し、週当たりの運動量として求めた。教室期間中は、記録票に記入された上記種目について、10分間以上続けて実施したものを各週累

積し、その平均値とした。

教室参加に対するアドヒランスの評価には、教室参加率および記録率を採用した。記録率は、体重と1日歩数が記録票に記入された日数をそれぞれ経過日数で除し、いずれか良い方を採用した。

4. 統計解析

各測定指標の得点について、対応のある2要因分散分析（群×時間）を行った。交互作用の有意な場合は、各要因（群・時間）の水準ごとの主効果（単純主効果）の検定を、交互作用の有意ではない場合は各要因の主効果の有意性を検討した。教室前における両群間の平均値の差の検定は、対応のない t 検定を用いた。介入群の教室前後における1日歩数および有酸素運動の実施量の平均値の差の検定は、対応のある t 検定により行った。以上の統計解析には、SPSS for Windows ver. 21を用い、危険率5%未満を有意とした。

III. 結 果

1. 教室前の測定値

教室前における年齢、形態測定項目、最大酸素摂取量および身体組成は、いずれも介入群と対照群との間で有意差はなかった（表-1）。

2. 介入群における教室へのアドヒランスと身体活動量の変化

介入群における教室出席率および記録票の記入率は、それぞれ $83.1 \pm 15.9\%$ 、 $91.8 \pm 16.9\%$ であった。有酸素運動実施量は、教室前の 21 ± 64 分/週から 221 ± 168 分/週（この内教室以外では 176 ± 157 分/週）へと有意に増加した（ $p < .001$ ）。さらに、1日歩数は、教室前の $8,847 \pm 3,317$ 歩から $10,233 \pm 3,493$ 歩へと有意に増加した（ $p < .001$ ）。なお、1日歩数は、教室における運動時の歩数も含まれている。

3. 生理学的測定項目の変化

体重、BMI、ウエスト周径囲、および体重当たりの最大酸素摂取量は、2要因分散分析の結果、有意な交互作用（すべて $p < .001$ ）が認められた（図-1）。各要因の水準ごとの主効果を検討したところ、いずれも介入群でのみ時間に関する単純主効果がそれぞれ認められた。（表-2）。絶対値の最大酸素摂取量は、有意な交互作用はなく、時間の主効果が認められ、教室前に比べ教室後に有意に増加した（ $p < .001$ ）。

介入群は、教室前に比べて体重が教室後に有意に（ $p < .001$ ）低下した。体重低下量は -2.0 ± 1.9 kgであり、これは教室前に対する体重の $-3.5 \pm 3.3\%$ に相当した。さらに、介入群において、BMIおよびウエスト周径囲が有意な低下（ともに $p < .001$ ）を、体重当

表-1 教室前における介入群および対照群の測定値

尺度	単位	介入群 ($n=280$)	対照群 ($n=34$)	P	有意差
年齢	歳	48.5 ± 11.0	49.8 ± 13.9	.546	ns
身長	cm	155.0 ± 5.6	155.3 ± 4.9	.768	ns
体重	kg	55.6 ± 9.0	56.7 ± 6.1	.478	ns
BMI	kg/m ²	23.1 ± 3.5	23.5 ± 2.5	.532	ns
ウエスト囲	cm	73.2 ± 8.1	72.5 ± 6.7	.615	ns
最大酸素摂取量	ml/kg/分	27.8 ± 4.4	28.5 ± 4.9	.416	ns
最大酸素摂取量	l/分	1.52 ± 0.22	1.58 ± 0.26	.134	ns
体脂肪率	%	35.8 ± 6.5	36.2 ± 5.3	.758	ns
全身組織量	g	$54,902 \pm 8,871$	$56,171 \pm 5,667$	.384	ns
全身骨塩量	g	$1,852 \pm 315$	$1,829 \pm 309$	.691	ns
全身除脂肪除骨量	g	$32,979 \pm 3,677$	$33,794 \pm 2,652$	.212	ns
全身脂肪量	g	$20,070 \pm 6,400$	$20,548 \pm 4,850$	.675	ns
頭部脂肪量	g	774 ± 70	772 ± 54	.857	ns
腕部脂肪量	g	$2,378 \pm 744$	$2,475 \pm 571$	.467	ns
体幹部脂肪量	g	$9,678 \pm 4,147$	$9,921 \pm 3,223$	.742	ns
脚部脂肪量	g	$7,240 \pm 2,007$	$7,381 \pm 1,667$	.695	ns

平均±標準偏差、対応のない t 検定の結果、ns：有意差なし

図-1 体重・BMI・ウエスト囲・最大酸素摂取量の変化

平均値の変化を示す。対応のある二要因分散分析の結果、すべての項目で有意な交互作用 (いずれも $p < .01$)。単純主効果の検定の結果、教室前後で有意差あり (***) $p < .001$ 。

表-2 体重・BMI・ウエスト囲・最大酸素摂取量に関する分散分析および下位検定の結果

尺度	要因	分散分析				要因の効果
		df	F	P	偏 η^2	
体重	被検者間 群	1	1.676	.196 <i>ns</i>	.005	
		312	(143.089)			
	被検者内 時間	1	42.676	.000 ***	.120	介入群：教室前 > 教室後
		時間 × 群	1	26.247	.000 ***	.078
		誤差	312	(1.732)		
BMI	被検者間 群	1	1.452	.229 <i>ns</i>	.005	
		312	(22.414)			
	被検者内 時間	1	33.518	.000 ***	.097	介入群：教室前 > 教室後
		時間 × 群	1	23.605	.000 ***	.070
		誤差	312	(.297)		
ウエスト囲	被検者間 群	1	.018	.893 <i>ns</i>	.000	
		312	(120.794)			
	被検者内 時間	1	14.789	.000 ***	.045	介入群：教室前 > 教室後
		時間 × 群	1	22.690	.000 ***	.068
		誤差	312	(2.242)		
最大酸素摂取量 (体重当たり)	被検者間 群	1	.273	.602 <i>ns</i>	.001	
		312	(36.856)			
	被検者内 時間	1	30.986	.000 ***	.090	介入群：教室前 < 教室後
		時間 × 群	1	19.448	.000 ***	.059
		誤差	312	(3.539)		
最大酸素摂取量 (絶対値)	被検者間 群	1	1.265	.262 <i>ns</i>	.004	
		312	(.080)			
	被検者内 時間	1	15.473	.000 ***	.047	教室前 < 教室後
		時間 × 群	1	2.742	.099 <i>ns</i>	.009
		誤差	312	(.010)		

*** $p < .001$, *ns* : 有意差なし。括弧内の数値は平均平方誤差を示す。

図-2 体脂肪率・全身の脂肪量・骨塩量・除脂肪除骨量の変化 (DXA 法による)
 平均値の変化を示す。対応のある二要因分散分析の結果、体脂肪率および全身脂肪量で有意な交互作用 (いずれも $p < .001$)、全身骨塩量および全身除脂肪除骨量は交互作用なし。単純主効果の検定の結果、教室前後で有意差あり ($***p < .001$)。

表-3 体脂肪率・全身脂肪量・全身骨塩量・全身除脂肪量に関する分散分析および下位検定の結果

尺度	要因	分散分析				要因の効果	
		df	F	<i>P</i>	偏 η^2		
体脂肪率	被検者間	群	1	1.127	.289 <i>ns</i>	.004	介入群：教室前＞教室後
		誤差	312	(82.071)			
	被検者内	時間	1	37.187	.000 ***	.106	
		時間×群	1	18.083	.000 ***	.055	
		誤差	312	(2.502)			
全身脂肪量	被検者間	群	1	1.200	.274 <i>ns</i>	.004	介入群：教室前＞教室後
		誤差	312	(73.310)			
	被検者内	時間	1	46.357	.000 ***	.129	
		時間×群	1	22.255	.000 ***	.067	
		誤差	312	(1.440)			
全身骨塩量	被検者間	群	1	.077	.782 <i>ns</i>	.000	
		誤差	312	(199915.966)			
	被検者内	時間	1	2.968	.086 <i>ns</i>	.009	
		時間×群	1	3.272	.071 <i>ns</i>	.010	
		誤差	312	(850.677)			
全身除脂肪除骨量	被検者間	群	1	1.329	.250 <i>ns</i>	.004	
		誤差	312	(25.879)			
	被検者内	時間	1	.371	.543 <i>ns</i>	.001	
		時間×群	1	.493	.483 <i>ns</i>	.002	
		誤差	312	(.462)			

*** $p < .001$, ns：有意差なし。括弧内の数値は平均平方誤差を示す。

たりの最大酸素摂取量が有意な上昇 ($p < .001$) をそれぞれ示した。

4. 身体組成の変化

全身骨塩量および除脂肪除骨量は、ともに有意な交互作用が見られず、群の主効果および時間の主効果も

なかった (図-2 および表-3)。体脂肪率および全身脂肪量は、それぞれ有意な交互作用 (ともに $p < .001$) を示した。介入群は、時間に関する単純主効果を示し、教室前に比べてそれぞれ教室後に有意に低下した (ともに $p < .001$)。

部位別に教室前後における脂肪量の変化を示した

図-3 部位別にみた脂肪量の変化 (DXA 法による)

平均値の変化を示す。対応のある二要因分散分析の結果、すべての項目で有意な交互作用 (腕部のみ $p < .05$, その他 $p < .001$)。単純主効果の検定の結果、教室前後で有意差あり ($**p < .01$, $***p < .001$)。

表-4 部位別にみた脂肪量に関する分散分析および下位検定の結果

尺度	要因	分散分析				要因の効果
		df	F	P	偏 η^2	
頭部 脂肪量	被検者間 群	1	.262	.609 ns	.001	
	誤差	312	(.009)			
	被検者内 時間	1	.703	.402 ns	.002	
	時間×群	1	12.944	.000 ***	.040	介入群：教室前>教室後
	誤差	312	(.000)			
腕部 脂肪量	被検者間 群	1	1.291	.257 ns	.004	
	誤差	312	(.996)			
	被検者内 時間	1	27.019	.000 ***	.080	
	時間×群	1	5.628	.018 *	.018	介入群：教室前>教室後
	誤差	312	(.026)			
脚部 脂肪量	被検者間 群	1	.609	.436 ns	.002	
	誤差	312	(7.285)			
	被検者内 時間	1	61.108	.000 ***	.164	介入群：教室前>教室後
	時間×群	1	6.951	.009 **	.022	対照群：教室前>教室後
	誤差	312	(.147)			
体幹部 脂肪量	被検者間 群	1	1.203	.274 ns	.004	
	誤差	312	(30.834)			
	被検者内 時間	1	31.293	.000 ***	.091	
	時間×群	1	29.594	.000 ***	.087	介入群：教室前>教室後
	誤差	312	(.597)			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, ns：有意差なし。括弧内の数値は平均平方誤差を示す。

(図-3)。頭部、腕部、脚部、および体幹部の4部位において、すべて有意な交互作用 (腕部のみ $p < .05$, その他すべて $p < .001$) が認められた (表-4)。介入群は、腕部、頭部および体幹部において時間に関する単純主効果を示し、いずれも教室前に比べて教室後に有意に低下した (すべて $p < .001$)。脚部は、両群

ともに時間に関する単純主効果が認められ、介入群 ($p < .001$) および対照群 ($p < .01$) とともにそれぞれ有意に低下した。

介入群において、全身の脂肪減少量 ($-1,776 \pm 1,737$ g) は、全組織量の減少量 ($-1,781 \pm 1,910$ g) とほぼ同値であった。部位別の脂肪減少量は、それぞれ頭

部 $-10\pm 26\text{g}$, 腕部 $-158\pm 228\text{g}$, 脚部 $-514\pm 539\text{g}$, 体幹部 $-1,094\pm 1,128\text{g}$ であった。教室前値に対する脂肪減少量の割合は, それぞれ頭部 $1.3\pm 3.2\%$, 腕部 $6.3\pm 10.1\%$, 脚部 $6.9\pm 7.4\%$, 体幹部 $11.5\pm 12.6\%$ であった。

IV. 考 察

行動科学的手法を用いた運動習慣化プログラム開発の世界的先駆者の一人である Marcus は, 身体活動量増加のツールとして歩数計の活用を推奨している⁹⁾。歩数計は, 簡便かつ安価であり, この結果を毎日記録し, 徐々に増やすように日常生活での行動を修正していくことは, 運動習慣のない人にとって比較的無理のない介入方法であると指摘している⁹⁾。本研究は, これに従って, セルフモニタリングと歩数計を合わせ, 身体活動量を高める介入を行った。

セルフモニタリングについては, 記録への抵抗が懸念されたが, 記入率は平均 91.8% と高かった。これは, 参加者に負担を掛けないように記録票を工夫したことや, ポジティブなコメントを付して返却したことが好影響を及ぼしているものと考えられた。また, 教室参加率も平均 83.1% と高率であったことから, アドヒランスは良好と評価できよう。

介入群における教室前の一歩数(8,847歩)は, 平成24年国民健康・栄養調査結果の20~69歳の女性の値(6,644歩~7,086歩)¹⁸⁾と比べ, 2,000歩前後多かった。このことから, 介入群は, 一般的な女性と比べて, 定期的な運動習慣はないものの, もともと身体活動量がやや多かったと推測される。教室での運動も含めた一日歩数は, 教室前から約1,400歩増加して10,233歩/日となった。さらには, 生活習慣病の予防・改善に有効なニコニコペース¹⁵⁾で実施するように教示した有酸素運動の実施量は, 教室前の21分/週から約200分/週増加した。教室での運動を除いても約155分/週増加した。これらのことから, 本教室は, 身体活動量の目標とした1日一万歩, 週180分を超え, 量と質の両方を満たす自発的な運動習慣獲得に寄与できたものと考えられた。

本法と同様の介入を行った我々の先行研究では, 自己効力感の有意な上昇を報告している⁶⁾。自己効力感, 運動習慣の獲得に強い影響を及ぼす心理的因子としてよく知られている¹⁹⁾²⁰⁾。歩数計とセルフモニタリングとを合わせた介入は, 身体活動量の増加を自分自身で客観的に確認できる利点があり, これが「こんな

私でもよく歩いた!」という成功体験と情動的喚起を生む。さらに, 指導スタッフから激励され(言語的説得), グループワークの中で, 先行して参加し成功している他者を観察し模倣すること(モデリング)が加わったものと考えられる。このように, 本法には, 自己効力感を高める4つの要因²¹⁾が自然な形で含まれており, これらが複合的に作用することで, 運動習慣の獲得に寄与したものと推測される。そして, これが結果として, 最大酸素摂取量の有意な上昇, すなわち全身持久力の向上につながったものと考えられる。なお, 最大酸素摂取量は, 絶対値では有意な交互作用がなく, 体重当たりの値で有意であったことから, この増加は, 体重減少がより強く影響したものと考えられた。

教室前における年齢, 生理学的測定や身体組成の各項目は, すべて両群間で差はなかった。従って, 両群はほぼ等質の集団であったと考えてよいであろう。二要因の分散分析の結果, 体重, BMI, ウエスト周径囲, 体脂肪率, および全身脂肪量は, すべて有意な交互作用が見られ, いずれも介入群のみ低下した。これらのことから, 本教室は肥満の予防・解消に効果的であったことが示唆された。一方, 全身の除脂肪除骨量や骨塩量は, ともに有意な交互作用は認められず, 教室前から変化しなかった。介入群における教室前後の全身脂肪量の減少量(平均 $-1,776\text{g}$)は, 全組織量の減少量(平均 $-1,781\text{g}$)と同値であった。これらのことから, 介入群における教室前後の体重の低下は, 体脂肪の選択的な減少によるものであり, 骨塩量や筋肉量といった重要な身体構成物はそのまま変化なく維持されることが示唆された。

松原ら²²⁾は, 閉経女性に対し乳酸閾値の運動強度で3ヶ月間のステップ運動のトレーニングを行ったところ, 全身骨塩量は, 前後で変化なく, しかもトレーニング期間中の変化量(1年当たりに換算)は, 前年1年間の値と比べ有意に低いことを報告している。さらに, 骨形成マーカー(血清オステオカルシン)はトレーニング前後で変化なく, 骨吸収マーカー(血清I型コラーゲン架橋N-テロペプチド)の有意な低下が認められたことから, 閉経女性であってもトレーニングによって骨吸収の低下が惹起されたことにより, 全身骨塩量の減少が抑制された可能性を示唆している。本研究では, 松原らとほぼ同じ運動強度での有酸素運動を奨励したが, 運動の主体を占めたウォーキングは, ステップ運動に比べて骨に対するメカニカルストレスが小さい。とはいえ, 本研究において教室後の全身骨塩

量は、教室前値から変化なかったことから、ステップ運動ほどではないにしても、加齢に伴う骨塩量減少に抗う作用が起こったものと推察される。

笹井ら¹³⁾は、中年肥満男性を対象にし、監視下での運動教室（1回90分間×週3回×12週）を行い、DXAにより身体組成の介入効果を検討したところ、除脂肪除骨量の維持したまま、体脂肪率と体脂肪量が有意に減少したことを報告している。一方、Redman et al.²³⁾は、25%の負のエネルギー出納になるようカロリー制限（-12.5%）に監視下での運動（-12.5%）を付加した介入により、女性肥満者の身体組成の介入効果をDXAで検討したところ、3か月間で約5%の減量に成功したものの、同時に除脂肪量も約1.5kg減少したことを報告している。

本研究では、除脂肪除骨量を維持したまま体脂肪量だけを減少（平均-1,776g）させた。体脂肪1gを7kcalとすると、これは、およそ12,400kcal、週当たり約1,000kcal/週の負のエネルギー出納に相当する。有酸素運動の増加分（週200分）に伴う消費エネルギー量は、約720kcal/週（4メッツ×3.3時間×54.5kg）と算出できることから、摂取エネルギー量は、週当たり約280kcal減少したものと推察される。本研究では、摂取・消費エネルギー量を測定していないので、推測の域を出ないが、体脂肪量の選択的減少は、セルフモニタリングを通して、身体活動量を高めたことに加え、カロリー制限はせず規則正しく食事をした上で間食や飲酒量を減らすように指導したことが、結果として負のエネルギー出納をもたらしたためと考えられる。また、減量の程度が平均3.5%と比較的緩やかであったことが、除脂肪除骨量の低下を起こさなかったものと考えられる。

四つの部位別に脂肪量の変化をみると、いずれも有意な交互作用が認められ、腕部、体幹部、および頭部はすべて介入群のみに有意に低下した。介入群の脂肪減少量の平均は、体幹部-1,094g、脚部-514g、腕部-158g、および頭部-10gであり、体幹部が最も大きいことが示唆された。教室前値に対する脂肪減少量の割合をみると、体幹部は11.5%となり、皮下脂肪が燃焼した腕部（6.3%）や脚部（6.9%）と比べ大きかった。

勝川²⁴⁾は、34の介入研究のレビューから、介入による内臓脂肪の減少率は、体重減少率とほぼ直線関係にあると報告している。また、内臓脂肪の減少量は、介入法の違いではなく、負のエネルギー出納に依存して

大きくなることが示唆されている¹³⁾。しかも、身体活動量の増加により、メタボリック・シンドロームの発症リスクが低下することが知られている²⁵⁾。このことから、本研究で認められた介入群での体幹部脂肪量の減少には、皮下脂肪のみならず、内臓脂肪の減少も貢献しており、メタボリック・シンドロームの予防にも効果があった可能性があると考えられた。

以上より、行動科学的手法を用いた運動習慣獲得プログラムは、運動習慣のない中高年女性において、好ましい運動習慣獲得に寄与し、全身持久力を向上させ、骨塩量と筋肉量を維持しつつ、体幹部を主とする体脂肪量の選択的減少による減量に有効であると示唆された。なお、本研究は、市民サービスの一環として提供された教室における中高年女性の身体組成の変化を対照群と比較検討したものであって、Randomized Controlled Trialではない。さらに、介入群280名に対して、対照群が34名と少ないという研究上の限界もあるため、得られた結果は慎重に解釈しなければならない。

引用文献

- 1) 春木 豊. 制御行動の理論：教育・治療の基礎としての行動理論. 早稲田大学大学院文学研究科紀要, 1978, 24: 1-15.
- 2) 国柄 后子, 山津 幸司, 足達 淑子: 選択メニューによる6つの生活習慣変容プログラム. 職場における簡便な通信指導. 日本公衆衛生学雑誌, 2002, 49(6): 525-534.
- 3) 木内 敦詞, 荒井 弘和, 浦井 良太郎・他: 行動科学に基づく体育プログラムが大学新入生の健康度・生活習慣に及ぼす効果: Project FYPE. 体育学研究, 2008, 53(2): 329-341.
- 4) 小笠原 正志, 中嶋 健, 入江 由香子・他: 健康的なライフスタイルを習慣化するプログラムを織り込んだ大学体育授業 ～健康になりま帳を介した教育方法の提案～. 下関市立大学産業文化研究所所報, 2008, 17: 27-37.
- 5) Inoue S, Odagiri Y, Wakui S, et al: Randomized controlled trial to evaluate the effect of a physical activity intervention program based on behavioral medicine. J Tokyo Med Univ, 2003, 61(2): 154-165.
- 6) 小笠原 正志, 柳川 真美, 大藤 直子・他: 行動科学的手法を用いた運動習慣獲得プログラムー運動習慣のない健康人に対する介入ー. 久留米大学心理学研究, 2002, 1: 23-38.
- 7) 小笠原 正志, 中嶋 健, 横山 博司: 地域高齢者に対する市民団体による介護予防事業展開と家庭での運動実践支援ツールの開発. 下関市立大学産業文化研究所所報, 2006, 16: 25-37.
- 8) 山津 幸司, 足達 淑子, 大河内 満・他: 高血圧者に対するコンピュータを用いた生活習慣改善（第二報）ー非対面プログラムとの比較による指導者ガイダンスの効果の検討ー. 健康支援, 2003, 5(2): 130-136.

- 9) Marcus BH: Motivating people to be physically active. Marcus BH & Forsyth LH ed., Human Kinetic, Champaign, 2003, 92-106.
- 10) Greendale GA, Edelstein S, Barrett-Connor E: Endogenous sex steroids and bone mineral density in older women and men: the Rancho Bernardo Study. J Bone Miner Res, 1997, 12(11): 1833-1843.
- 11) 藤原佐枝子: 骨粗鬆症の疫学 性差に注目して. CLINICAL CALCIUM, 2003, 13(11): 1385-1390.
- 12) Abe T, Kearns CF, Fukunaga T: Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young Japanese adults. Br J Sports Med, 2003, 37(5): 436-440.
- 13) Heyward VH: Advanced fitness assessment and exercise prescription. Human Kinetic, Champaign, 2010, 189-230.
- 14) 笹井 浩行, 片山 靖富, 沼尾 成晴・他: 中年肥満男性における運動実践が内臓脂肪に及ぼす影響: 食事改善との比較. 体力科学, 2008, 57(1): 89-99.
- 15) 進藤宗洋: 厚生省の「健康づくりのための運動所要量」について－『身から錆を出さない, 出させない』暮らし方の原理の提案－. 保健の科学, 1990, 32(3): 139-156.
- 16) 進藤 宗洋, 小笠原 正志, 西内 久人・他: エルゴメーターによる体力測定の実際－有酸素作業能を中心として－. 別冊日経スポーツメディシン, 1989, '89秋号: 106-111.
- 17) Ito H, Ohshima A, Ohto N, et al.: Relation between body composition and age in healthy Japanese subjects. Eur J Clin Nutri, 2001, 55(6): 462-470.
- 18) 厚生労働省: 第2章 身体状況, 食生活及び生活習慣に関する状況, 平成24年国民健康・栄養調査結果の概要. 2013, 10-20, <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/0000032813.pdf>. (2014-09-06アクセス可能)
- 19) Sallis JF, Hovell MF, Hofstetter CR, et al.: Explanation of vigorous physical activity during two years using social learning variables. Soc Sci Med, 1992, 34(1): 25-32.
- 20) McAuley E: The role of efficacy cognitions in the prediction of exercise behavior in middle-aged adults. J Behav Med, 1992, 15(1): 65-88.
- 21) Bandura A: Self-efficacy, Social foundation of thought and action. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986, 390-453.
- 22) 松原 建史, 酒井 由美子, 柳川 真美・他: ベンチステップ運動でのトレーニングが閉経女性の骨密度, 骨塩量と骨代謝に及ぼす影響. 体力科学, 2013, 62(1): 95-103.
- 23) Redman LM, Heilbronn LK, Martin CK, et al.: Effect of calorie restriction with or without exercise on body composition and fat distribution. J Clin Endocrinol Metab, 2007, 92(3): 865-872.
- 24) 勝川 史憲: 介入試験からみた内臓脂肪の減少効果. 肥満研究, 2007, 13(1): 10-18.
- 25) Lee DC, Sui X, Church TS, et al.: Changes in fitness and fatness on the development of cardiovascular disease risk factors hypertension, metabolic syndrome, and hypercholesterolemia. J Am Coll Cardiol, 2012, 59(7): 665-672.