

肥満度別にみた糖尿病予防教室参加女性の 身体活動量と体力の特徴

阪本涼子, 渡辺完児, 矢澤彩香, 今井佐恵子, 今木雅英

大阪府立大学総合リハビリテーション学部栄養療法学専攻

Characteristic Physical Activity and Fitness of Women Participating in a Diabetes Prevention Class in Relation to the Degree of Obesity

Ryoko SAKAMOTO, Kanji WATANABE, Ayaka YAZAWA,
Saeko IMAI and Masahide IMAKI

School of Comprehensive Rehabilitation, Osaka Prefecture University

Abstract

The present study measured daily physical activity and physical fitness in women who participated in a diabetes prevention class and compared results between obese and non-obese women. Subjects were 39 middle-aged and elderly women (mean age, 62.8 ± 5.3 years) with hemoglobin A1c values from 5.5 to less than 6.1. Informed consent was obtained following an explanation of the study objectives and measurement methods. For estimation of body composition, including extremity muscle mass, a 12-lead bioelectrical impedance muscle analyzer (Muscle- α , 50 kHz, 500 μ A) was used.

Major results were as follows:

1. Between groups of women, no significant differences were seen in total energy expenditure, exercise-induced energy expenditure and step count. In addition, in both groups, length of physical activity was longest for "walking", followed by "fast walking", and was shortest for "jogging".
2. The physical fitness of both groups was generally low at scores of 2-6 on a 10-point scale.
3. The relationship between body composition and physical fitness was investigated. Among obese women, higher percent body fat was associated with lower motor ability involving body movements. However, no such tendency was seen for non-obese women. In addition, fat-free mass (FFM) for obese women correlated with static muscle strength, but not activity involving body movements, suggesting that excess fat is an inhibiting factor. Among non-obese women, FFM correlated to both static and dynamic muscle strength.

Hence, in both groups of women, mean daily step count was relatively high, but the majority of activities were low-intensity activities at the level of walking. For both groups, an exercise program for health promotion will need to be designed that women can actually incorporate fast walking and life activities and exercises with intensities of ≥ 3 mets into their lives.

Key words : degree of obesity(肥満度), physical activity(身体活動量), exercise intensity(運動強度), physical fitness(体力)

I. 緒 言

近年、国民の疾病構造の変化に伴い、糖尿病、高血圧、高脂血症などの生活習慣病が社会的に深刻な問題となっている。全疾病のうち生活習慣病が原因で死亡する割合は約6割を占め¹⁾、このままでは医療費の負担は増加の一途をたどることが予想される。そこで「21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）」では、一次予防の重視や健康寿命の延伸を目的に、各領域において具体的な数値目標を定め、その目標達成に向けて様々な取り組みがなされている²⁻⁶⁾。生活習慣病の一つである肥満は、多数の合併症を引き起こすことが知られており、最近ではメタボリックシンドロームが社会的な問題として注目を集めており、スクリーニングとしての診断基準が示されている⁷⁾。メタボリックシンドロームは内臓脂肪の過剰な蓄積により、血圧の上昇や糖・脂質代謝の障害が現れつつある状態と考えられ⁸⁾、現在、メタボリックシンドロームと強く疑われる者とその予備軍を含めると40～74歳の男性は2人に1人、女性は5人に1人という状況が報告されている⁷⁾。このような状況のなか、各地方自治体では、生活習慣病予防のための様々な取り組みが行われている。

本学は、大阪府H市との共同事業として糖尿病予防教室を開催しており、糖尿病と深い関連を有する「栄養」、「運動」、「口腔管理」の3領域における介入指導を実施し、我々は運動を中心とした指導を行ってきた。我々が関わってきた健康教室は、女性の参加者が占める割合が高く、男性参加者は1割程度であるのが特徴である。また、身体特徴としては肥満者だけではなく、非肥満者も参加していることが多い。このようなことから、健康教室では対象者の体力測定および身体組成の現状把握を行った後に、肥満の有無を考慮した運動プログラムを提供する必要がある。

そこで本研究では、対象者を体脂肪率30%以上の肥満

群と30%未満の非肥満群に分け、両群における日常の身体活動量をはじめ体力と身体組成の特徴およびこれらの関連性を明らかにし、教室における運動プログラムの基礎的情報を得ることを目的とした。

II. 方 法

A. 対象

対象者は、大阪府H市の基本健康診断においてHbA1cの値が5.5～6.1未満であった糖尿病境界領域者のうち、糖尿病予防教室（以下、教室）への参加に同意が得られた中高年女性39名（平均年齢62.8±5.3歳）であった。なお、本研究では、体脂肪率が30%以上を肥満群（30名）、30%未満を非肥満群（9名）とした。また、対象者は習慣的な運動を有していなかった。

B. 測定項目

1) 身体組成の測定

身体組成は、体組成計（TANITA・BC-118 D）を用いて体脂肪率、体脂肪量および除脂肪量を測定した。また、対象者の臍位における腹囲を測定した。

2) 体力測定

体力測定は、筋力として握力、筋持久力として上体起こし、柔軟性として長座体前屈、敏捷性として反復横跳び、パワーとして立ち幅跳び、全身持久力として3分間シャトル・スタミナ・ウォークテスト⁹⁾を実施した。

3) 日常身体活動量の測定

対象者の身体活動量は、加速度計（Kenz LifecorderEX、スズケン）を用いて測定した。測定項目は、総エネルギー消費量、運動量、歩行数であった。測定前には、対象者に対して加速度計（以下、Lifecorder）の脱着、装着位置などの使用方法について十分な説明を行った。装着は、入浴を除く終日とし、7日分のデータを平均して当該期間のデータとした。なお、Lifecorderの非装着日、装着状況が不良であった日のデータは削除した。

Table 1 Age and physical characteristics of subjects.

	Obese (n=30)	Non-obese (n=9)
Age, yr	63.2 ± 4.7	61.3 ± 6.7
Height, cm	153.7 ± 6.1	150.9 ± 8.1
Weight, kg	57.3 ± 8.3 *	43.5 ± 6.1
Fat, %	36.7 ± 4.5 *	25.7 ± 3.0
Fat, kg	21.3 ± 5.5 *	11.3 ± 2.3
FFM, kg	36.1 ± 3.7 *	32.2 ± 4.1
Waist circumference, cm	90.4 ± 8.2 *	74.2 ± 4.9

Values are mean ± SD

FFM: Fat Free Mass

*Significant difference for non-obese group (P<0.05)

Table 2 Average physical activity in both groups.

	Obese (n=30)		Non-obese (n=9)	
Foot steps (steps/day)	10584.6	± 2908.3	12223.9	± 4042.5
TEE (kcal/day)	1762.1	± 191.1	1581.7	± 220.7
EE (kcal/day)	275.5	± 128.6	245.9	± 102.1

Values are mean ± SD

TEE: Total energy expenditure

EE: Energy expenditure of exercise

C. 統計処理

結果は、平均値±標準偏差で表した。2群間の平均値の差については、対応のないt検定を行った。2変量間の相関については、ピアソンの積率相関係数を用いて検討した。統計上の有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

A. 対象者の身体特性

本研究では、体脂肪率が30%以上を呈した肥満者が全体の77%であり、30%未満の非肥満者が23%であった。腹囲の周囲径を含めた身体組成の値は、肥満群が非肥満群に比して有意な高値を示した(表1)。

B. 肥満群と非肥満群における身体活動量の比較

表2に、肥満群と非肥満群における1日の総エネルギー消費量、運動量および歩行数の平均値を示した。いずれも両群間に有意な差は認められなかったが、歩行数については肥満群が非肥満群より少ない傾向であった。

図1は、両群における身体活動を①歩行レベル、②速歩レベルおよび③ジョギングレベル別に表したものである。両群とも最も長い時間を示したのは①歩行レベルであり、他のレベルに比べて有意な高値が認められた(肥満群:70.7±15.3分/日、非肥満群:75.5±36.5分/日)。次に長かったのは②速歩レベル(肥満群:34.8±16.8分/日、非肥満群:44.2±20.8分/日)で、③ジョギングレベルが最も短かった(肥満群1.8±2.8分/日、非肥満群2.1±2.0分/日)。また、各身体活動レベルには、両群間に有意な差は認められなかった。

C. 肥満群と非肥満群における体力の比較

表3は、両群における体力測定値を比較したものである。握力、長座体前屈、反復横跳びおよび3分間シャトル・スタミナ・ウォークテストでは、両群間に有意な差は認められなかったが、上体起こしと立ち幅跳びでは肥満群が有意に低値を示した。

D. 肥満群および非肥満群における身体組成と体力の関連

表4には、肥満群の身体組成と体力における相関行列を示した。体重は握力との間に有意な相関を示し

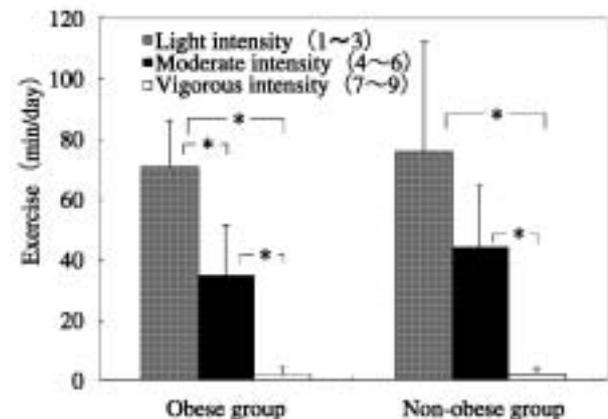


Fig. 1 Each exercise intensity by analysis of lifecorder device in both groups.

($r=0.369$)、体脂肪率では長座体前屈と立ち幅跳びとの間に有意な負の相関が認められた($r=-0.414$, $r=-0.397$)。さらに、除脂肪量は、握力との間に有意な相関が認められた($r=0.369$)。ちなみに本研究では、肥満群の周囲径が体重($r=0.839$)、体脂肪率($r=0.859$)、体脂肪量($r=0.916$)および除脂肪量($r=0.510$)との間に有意に高い相関が認められた。

表5に非肥満群の身体組成と体力における相関行列を示した。体重は握力と反復横跳びとの間に有意な相関が認められた($r=0.820$, $r=0.739$)。体脂肪量では反復横跳びとの間に有意な相関が認められた($r=0.691$)。また、除脂肪量は、握力、長座体前屈および反復横跳びとの間に有意な相関が認められた($r=0.859$, $r=0.669$, $r=0.699$)。

Ⅳ. 考 察

A. 肥満度別にみた身体活動量について

本研究では、肥満群と非肥満群の身体活動量を比較した結果、1日の歩行数は有意な差ではなかったが、非肥満群が肥満群より高い傾向であった。また1日の総エネルギー消費量と運動によるエネルギー消費量は、いずれも両群間に有意な差が認められなかった(表2)。津下ら¹⁰⁾は、BMIを基準に肥満群、過体重群、普通群、やせ群に分け、1日の歩行数、ウォーキングのエネルギー消費量お

Table 3 Comparison of physical fitness in both groups.

	Obese (n=30)		Non-obese (n=9)	
Gripstrength, kg	25.4 ± 4.8	(4.5 ± 2.0)	24.9 ± 4.9	(4.2 ± 1.9)
Sit-ups, times	9.9 ± 3.5 *	(4.1 ± 1.0*)	14.1 ± 2.7	(5.4 ± 1.1)
Sit-and-reach, cm	38.8 ± 9.8	(4.7 ± 2.0)	40.4 ± 5.5	(4.9 ± 1.4)
Sidestep, time	30.1 ± 4.2	(3.2 ± 0.9)	33.4 ± 5.2	(4.0 ± 1.3)
Standing long jump, cm	105.9 ± 21.2 *	(2.2 ± 1.1*)	132.6 ± 28.8	(4.0 ± 2.0)
Shuttle stamina walk test ¹⁾ , m	262.0 ± 27.0	(6.4 ± 1.8)	263.0 ± 21.6	(6.1 ± 1.6)

Values are mean ± SD

FFM: Fat Free Mass

*Significant difference for non-obese group (P<0.05)

()Point of ten stage assessment.

¹⁾ Shuttle stamina walk test for 3-minute

Table 4 Correlation coefficient matrix in obese group.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Weight	1.0000										
2. %Fat	0.6849	1.0000									
3. Fat	0.9314	0.8986	1.0000								
4. FFM	0.8449	0.1950	0.5921	1.0000							
5. Waist	0.8392	0.8592	0.9161	0.5099	1.0000						
6. Grip strength	0.3691	-0.0767	0.1693	0.5667	0.1610	1.0000					
7. Sit-ups	0.1515	0.0357	0.1084	0.1747	0.1348	0.1322	1.0000				
8. Sit-and-reach	-0.2345	-0.4140	-0.3268	-0.0372	-0.3005	0.1693	0.3809	1.0000			
9. Side step	-0.0097	-0.1628	-0.0960	0.1197	-0.1496	0.2881	0.3649	0.2564	1.0000		
10. Standing long jump	-0.1770	-0.3974	-0.3116	0.0671	-0.2527	0.3670	0.4205	0.5318	0.6803	1.0000	
11. Shuttle stamina walk test	0.0086	-0.2581	-0.1487	0.2378	-0.1918	0.4051	0.1266	0.1305	0.6582	0.5768	1.0000

n=30

Table 5 Correlation coefficient matrix in non-obese group.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Weight	1.0000										
2. %Fat	0.4544	1.0000									
3. Fat	0.8895	0.8062	1.0000								
4. FFM	0.9666	0.2139	0.7429	1.0000							
5. Waist	0.4494	0.4227	0.5046	0.3739	1.0000						
6. Grip strength	0.8195	0.1199	0.6162	0.8587	0.2571	1.0000					
7. Sit-ups	0.5706	0.1194	0.3969	0.6144	0.6636	0.5332	1.0000				
8. Sit-and-reach	0.5217	-0.3034	0.1678	0.6693	0.0725	0.4760	0.5121	1.0000			
9. Side step	0.7394	0.4146	0.6906	0.6990	0.5721	0.7820	0.7670	0.4167	1.0000		
10. Standing long jump	0.5898	0.1313	0.4567	0.6132	0.1170	0.8650	0.5502	0.4039	0.8533	1.0000	
11. Shuttle stamina walk test	0.1269	-0.4910	-0.1826	0.2864	0.3658	0.1690	0.5557	0.5889	0.2797	0.1265	1.0000

n=9

よびウォーキング時間を調査した。その結果、肥満群における1日の平均歩行数とウォーキングの平均時間は他の群に比べて低値を示した。しかし、ウォーキングのエ

ネルギー消費量は体重が重たい分高値が示されたことを明らかにした。本研究においても、運動によるエネルギー消費量は肥満群が非肥満群よりも高い傾向を示した。

また、Lifecorderには、歩行数以外にどの程度の強度で歩行が行われていたかを3段階のレベルでカウントできる利点がある。すなわち、強度が低い順に①歩行レベル（強度1～3）、②速歩レベル（強度4～6）および③ジョギングレベル（強度7～9）の違いを把握することができる。本研究においては、両群における①～③の各強度による活動時間を分析した結果、「歩行レベル」の活動時間が最も長く、肥満群で約70分、非肥満群で約75分であった。次に速歩レベルがそれぞれ約35分、約44分であり、ジョギングレベルは両群とも約2分と極めて短く、津下ら¹⁰および矢澤ら¹¹の報告と概ね同様の傾向を示した。樋口ら¹²は、トレッドミル運動負荷テストにおけるLifecorder強度とMets強度の関係について検討し、2次回帰の有意な相関が得られたことを報告した。また、8Mets以上の身体活動では推定誤差が大きくなることも明らかにした。ちなみに、樋口ら¹²が求めた2次回帰方程式（Y：Mets, X：Lifecorderの強度）をもとに、本研究で得られたLifecorderの強度からMetsを推定すると、①歩行レベル（1～3）は、約2～2.9Mets、②速歩レベル（4～6）は約3.4～5.3Metsに相当した。厚生労働省による「健康づくりのための運動基準2006」¹³では、3Mets以上の強度を健康の維持・増進に必要な身体活動・運動量の基準とした。同基準に対して本研究の肥満群および非肥満群は、3Mets未満の強度による活動時間が最も長く、3Mets以上の強度による活動時間が短い傾向であった。また、「健康づくりのための運動基準2006」¹³では、システムティック・レビューで抽出された論文を精査して、1週間の身体活動量を23Mets・時という基準値を設けた。すなわち、3Mets以上の強度の身体活動で行うと1日当たり約60分に相当する。これを単純に歩行で考えると、10分当たり1000歩歩くとすれば、1時間では約6000歩歩くことになる。また、このような意識的な身体活動以外に日常生活では身の回りの低い強度の歩行が含まれることから、1日の合計としては1万歩程度は期待できる。山本ら¹⁴は、中年女性の冠危険因子に対する1日1万歩歩行の有効性について検討し、速歩を意識させた1日1万歩歩行が体脂肪量（率）、中性脂肪、HbA1c値などの減少に効果が認められたことを明らかにした。厚生労働省では、さらに「健康づくりのための運動指針2006：エクササイズガイド2006」¹⁵を作成し、健康づくりのための運動基準¹³を日常生活にどう運用すべきかを分かりやすく提示した。本研究では、両群とも1日の平均歩数が1万歩を超えていたが、その活動の大半が3Mets以下の低い強度での活動であった。したがって、両群とも教室以外の日常生活活動においては、少なくとも速歩に相当する歩行や3Mets以上の活動に対する意識を持たせつつ、「健康づくりのための運動指針2006」¹⁵を参考にした活動的な身体活動計画を立てる必要性がある。

B. 肥満度別にみた身体組成と体力の関連

本研究では肥満群および非肥満群の体力は、全体的に低い傾向であり、その共通した背景にはいずれも定期的な運動習慣を有していなかったことが考えられた。本研究では、さらに両群の体力に及ぼした影響を明らかにするために、身体組成と体力の関連について検討した。

従来から、身体組成と体力の関連性は高いことが報告されており¹⁶⁻²⁰、過剰な脂肪量は体力にマイナスの影響を与え、除脂肪量はプラスに関与することが認められている。本研究における肥満群の場合、体脂肪率は柔軟性と瞬発力との間に有意な負の相関が認められ、肥満の程度が高い程、それらの機能が劣ることが明らかにされた。これらの成績のなかで、柔軟性における影響としては、日常の運動不足が関節の可動域を抑制させたのではないかと考えられた。また、体脂肪量（率）は腹囲の周囲径と有意に高い相関が認められたことから、肥満の程度が高い程腹囲が大きく、このことが柔軟性に影響を及ぼした可能性も考えられた。このように、肥満群の柔軟性に対しては、身体の機能と形態の両面の影響が考えられた。さらに肥満群では、除脂肪量が重い者は筋力が優れていることが認められた。一方、非肥満群では体脂肪量（率）よりも除脂肪量と体力との関連性が高いことが明らかにされた。一般に、肥満者は体重の移動を伴う機敏な動作や走・歩行運動が不利^{11,16,18,20}であることが認められている。北川²¹は、肥満者の跳躍反応動作などでは神経系機能に原因があるのではなく、単に過剰な脂肪量が不活性な錘として作用していることを指摘している。前述したように、両群の除脂肪量と体力の関連を比較すると、肥満群の除脂肪量は静的な筋力発揮である握力との相関が認められたものの、身体の動きを伴う体力測定項目との関連性は低かった。その背景としては、北川²¹が指摘したような、単に過剰な脂肪量が不活性な錘として体力測定での身体動作に作用した可能性が考えられた。一方、過剰な脂肪量を有さない非肥満群における除脂肪量は、各体力測定との関連性が認められた。このように、両群の体力が低水準である背景に共通するものとして運動不足の影響が考えられ、肥満群では過剰な体脂肪量がさらに体力に対してマイナスに作用した可能性が考えられた。

以上、両群における1日の平均歩数は比較的高かったが、その大半が「歩行レベル」の低い強度での活動であった。したがって、両群とも今後は「速歩」レベルの歩行や3Mets以上の生活活動や運動の取り組みを「健康づくりのための運動基準」でイメージを持たせて計画的・継続的に実行できるようなプログラムを設定する必要がある。ただし、肥満群においては過剰な脂肪量の保有に加えて体力が低い状況であることから、脂肪量の状況を定期的に観察しつつ、運動の強度を低強度から漸進的に上昇させることが望ましいものと考えられる。このように、教室における運動指導の取り組みとしては、安全か

つ効果が期待できるためにも肥満と非肥満という身体的特徴に配慮したプログラムのもとで運営する必要がある。

引用文献

- 1) 財団法人厚生統計協会：国民衛生の動向・厚生 の指標 臨時増刊，2006
- 2) 足達淑子，国柄后子，山津幸司：通信による簡便な生活習慣改善プログラム—1年後の減量と習慣変化。肥満研究，**12**，19-24，2006
- 3) 木村みかさ，糸井亜弥，小島光洋：中高年を対象とした健康作り事業後の活動量と栄養摂取状況。京都医大看護紀要，**14**，1-6，2005
- 4) 鈴木久雄，中西英隆，宮武伸行ほか：ライフスタイル方式とエクササイズ方式による身体活動介入の長期効果。体力科学，**55**，229-236，2006
- 5) 村本あき子，津下一代：ウエスト周囲経90cm以上の女性に対する生活習慣介入研究—ウエスト周囲経3cm縮小の効果。肥満研究，**13**，60-67，2007
- 6) 韓 一栄，仲 立貴，大野 誠：高齢女性の体力と健康づくり運動の効果—BMI別に見た下肢筋力・歩行機能に関する検討。肥満研究，**10**，51-56，2004
- 7) 健康・栄養情報研究会：平成16年国民健康・栄養調査報告。厚生労働省，2006
- 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。日内会誌，**94**，188-203，2005
- 9) 木村みさか，岡山寧子，田中靖人，金子公有：高齢者のための簡便な持久性評価法の提案シャトルスタミナ・ウォークテストの有用性について。体力科学，**47**，401-410，1998
- 10) 津下一代，新実光朗，岡本秀樹ほか：多メモリー加速度計測装置付歩数計を用いた糖尿病患者の身体活動量評価。糖尿病，**42**，289-297，1999
- 11) 矢澤彩香，渡辺完児，吉田幸恵，今木雅英，棚田成紀：加速度計を用いた中高齢者の身体活動量の評価と筋量，体力および血液生化学検査値の関連性について。生物試料分析，**30**，279-285，2007
- 12) 樋口博之，綾部誠也，進藤宗洋，吉武 裕，田中宏暁：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，**52**，111-118，2003
- 13) 厚生労働省 運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～報告書，2006
- 14) 山本直史，萩 裕美子，吉武 裕：中年女性における冠危険因子に対する1日1万歩歩行の有効性。体力科学，**56**，257-268，2007
- 15) 厚生労働省 運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動指針2006～生活習慣病予防のために～（エクササイズガイド2006），2006
- 16) Cureton KJ, Hensley LD, Tiburzi A: Body fatness and performance differences between men and women. Res Quart, **50**, 333-340, 1979
- 17) Kitagawa K, Miyashita M, Yamamoto K: Maximal oxygen uptake, body composition, and running performance in young Japanese adults of both sexes. Jap J Phys Educ, **21**, 335-340, 1977
- 18) 渡辺完児，中塘二三生，岡田真理子ほか：発育期における身体組成および運動習慣が体力・運動能力に及ぼす影響。教育医学，**39**，205-213，1993
- 19) Watanabe K, Watanabe H, Ogawa Y, et al.: Relationship of extremity muscle mass to muscular strength system function and cardiopulmonary function in young men. Health Behav Sci, **4**, 1-9, 2005
- 20) Yazawa A, Watanabe K, Saruwatari A, Imaki M: Relationship between extremity muscle mass and physical fitness in obese middle-aged and elderly women. Jpn J Health Fit Nutr, **11**, 3-9, 2006
- 21) 北川 薫：身体組成とウェイトコントロール。73-85，杏林書院，東京，1991