

中高年女性を対象とした筋肉量・筋力を強化するための 複合運動の効果

鳥取大学医学部保健学科成人・老人看護学講座（主任 平松喜美子教授）

平松喜美子, 森本美智子, 谷村千華, 大庭桂子, 野口佳美,
西村直子, 芦立典子, 前田恵利, 山下典子, 池田 匡

Effect of compound exercise on muscle mass and muscle strength for middle aged and elderly women

Kimiko HIRAMATSU, Michiko MORIMOTO, Chika TANIMURA, Keiko OHBA,
Yoshimi NOGUCHI, Naoko NISHIMURA, Noriko ADACHI, Eri MAEDA,
Noriko YAMASHITA, Tadasu IKEDA

*Department of Adult and Elderly Nursing, School of Health Sciences
Faculty of Medicine, Tottori University, Yonago 683-8503, Japan*

ABSTRACT

To examine the effect of compound exercise on muscle mass and muscle strength, 10 women (age was 66.5 ± 6.9 years old and BMI was 22.45 ± 2.37 kg/m²) were enrolled in the present study.

The compound exercise consists of aerobics and resistance movement using a rubber cord. Participants practiced the compound exercise for 30 minutes once a week for 6 months.

The muscle mass was measured using Tanita BC118 (Tanita Co., Tokyo), and the muscle strength was measured using an isokinetic dynamometer (TaSMF-01; Anima Co., Tokyo) for knee extension and isometric dynamometer for arm grip strength.

After 6 months, the muscle mass significantly increased from 1.5 ± 0.2 kg to 1.6 ± 0.1 kg in the right arm, and from 1.4 ± 0.1 kg to 1.5 ± 0.1 kg in the left arm, respectively.

Bone mass significantly increased from 2.3 ± 0.3 OSI to 2.5 ± 0.4 OSI. Body weight significantly decreased from 52.5 ± 5.3 kg to 50.4 ± 4.6 kg. Fat mass significantly increased from 0.8 ± 0.3 kg to 0.6 ± 0.2 kg in the left arm, from 2.9 ± 0.6 kg to 2.7 ± 0.6 kg in the right leg, and from 34.9 ± 6.1 kg to 30.8 ± 6.4 kg in the whole body percentage, respectively. The BMI significantly decreased from 22.5 ± 2.4 kg/m² to 21.7 ± 2.4 kg/m². Waist circumference significantly decreased from 83.9 ± 6.9 cm to 79.7 ± 7.7 cm. The plasma LDL-cholesterol level significantly decreased from 151.2 ± 36.1 mg/dl to 130.6 ± 25.2 mg/dl.

These results indicated that the compound exercise was useful for increasing the muscle mass and strength in middle aged and elderly women. (Accepted on May 15, 2009)

Key words : Compound exercise, Muscle mass, Muscle strength, middle aged and elderly women

はじめに

平成12年、厚労省は「健康日本21」という第三次国民健康づくり運動や、平成20年より特定健診を主導し、人々のなかにも運動の気運は高まっているが習慣化されていないのが現状である。

高齢になると筋力が低下し転倒の危険性が高まり、また階段の昇降など日常生活動作に障害が生じ、QOLを低下させる要因が増える¹⁾。そのため筋肉量・筋力を維持・増進することは、健康寿命を延長させ、高齢者が生き生きとした生活をおくするために重要である。

一般的に筋力は30歳代から低下が始まり、下肢筋力については20歳代に比べ60歳代でほぼ半減状態になるといわれている^{1,3)}。一方、握力の低下は比較的少ないといわれている⁴⁾。

加齢による筋力低下は筋線維の萎縮と筋線維の減少で、その最大の原因は筋蛋白の減少にあるといわれている⁵⁾。また加齢に伴い骨量が低下し、骨粗鬆症や骨折を引き起こし、高齢者のQOLを低下させ、特に閉経後の女性は顕著である。

骨量は体重や運動などの力学的負荷により増加するが、肥満や脂肪組織の増大による重力負荷は変形性関節症などの生活習慣病の発症要因となる。一般的に骨量を増加させるにはジャンプ運動や重量挙げのような負荷が大きくかかる運動や、柔道や短距離走など瞬発力を要する運動が効果的といわれている。しかし、このような運動は関節を痛めやすく、また転倒やさらには血圧を上昇させる危険性もある。

真田らは骨量を増加させるには有酸素運動に加えて筋肉量を増加させる運動が効果的であると述べている⁶⁾。

近年、高齢者を対象に老健施設などで機器を用いたパワーリハビリがおこなわれている。しかしこの運動は専門職種の指導の基に限られた人しか実施できない。そこで、安全にどこでもおこなえるセラバンド（ゴムひも）運動が中高年女性には有効と思われる。

本研究の目的は、独自に考案した有酸素運動とレジスタンス運動を併用した複合運動を中高年女

性に実施し、筋肉量・筋力、骨量に及ぼす経時的影響を明らかにし、運動の効果を検証することである。

対象および方法

対象者は研究の趣旨を説明し賛同を得られた10名である。某施設内に研究協力者募集のポスターを貼り公募した。骨・関節疾患および循環器疾患、および運動器疾患を有していない人を対象とした。

複合運動とは有酸素運動とレジスタンス運動を含めた運動である。有酸素運動は京都大学医学系研究科が作成し市販されている「すわろピクス」を参考とし、レジスタンス運動は研究者らが独自に考案した下腿三頭筋、大腿四頭筋、大腿二頭筋、大腿直筋、腸腰筋、内側広筋・中間広筋、股関節外転筋、股関節内転筋、外腹斜筋、広背筋、三角筋、僧帽筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋などを強化するセラバンド（ゴムひも）体操である。運動開始前に、食事療法、運動療法などの30分間の講義を行い、その後に複合運動を30分間実施した。運動の頻度は1週間に1回で、運動教室に参加する形で実施した。運動強度は自覚的運動強度（RPE）の11～12点で $Vo_{2max}50\sim60\%$ 程度とした。

測定項目は、体組成、筋力、骨量、握力、ウエスト、重心動揺、生化学検査を実施した。生化学検査はLDLコレステロール（mg/dl）、HDLコレステロール（mg/dl）、中性脂肪（mg/dl）、血糖値（mg/dl）、HbA1c（%）を空腹時に採血した。体組成はタニタBC118を用い、体重、BMI、脂肪量、除脂肪量、筋肉量を測定した。上肢の筋力は握力計、下肢の筋力は等尺性筋力測定装置TasMF-01（アニマ社製）で測定した。骨量はアロカAOS-100NWを用い、音響的評価値（OSI）を骨量の指標とした。評価は運動前、運動後3ヶ月、6ヶ月に行った。

本研究は鳥取大学医学部の倫理審査委員会の承諾を得て実施した。

統計学的分析には統計プログラムパッケージSPSS（Version13）を使用した。各変数の経時

表1 複合運動による体組成の経時的変化

		運動前	3ヶ月後	6ヶ月後	F値	P値
体重 (kg)		52.5 (5.3)	51.6 (4.9)	50.4 (4.6)	16.3	0.01
		* ┌───────────┐ └───────────┘				
右上肢	筋肉量 (kg)	1.5 (0.2)	1.5 (0.2)	1.6 (0.1)	3.9	0.04
	脂肪量 (kg)	0.7 (0.2)	1.4 (2.3)	0.6 (0.2)	1.0	0.33
左上肢	筋肉量 (kg)	1.4 (0.1)	1.5 (0.1)	1.5 (0.1)	4.9	0.02
	脂肪量 (kg)	0.8 (0.3)	0.7 (0.3)	0.6 (0.2)	30.4	0.01
		* ┌───────────┐ └───────────┘				
右下肢	筋肉量 (kg)	5.0 (0.4)	4.9 (0.9)	5.1 (0.4)	0.8	0.49
	脂肪量 (kg)	5.9 (9.6)	2.8 (0.5)	2.7 (0.5)	1.1	0.32
左下肢	筋肉量 (kg)	5.1 (0.4)	5.0 (0.8)	5.2 (0.4)	0.7	0.45
	脂肪量 (kg)	3.0 (0.6)	2.9 (0.5)	2.7 (0.6)	5.9	0.01
		* ┌───────────┐ └───────────┘				
体幹	筋肉量 (kg)	18.5 (1.3)	19.4 (1.9)	18.8 (1.2)	3.1	0.11
	脂肪量 (kg)	11.3 (3.1)	9.8 (3.4)	9.2 (2.9)	22.5	0.01
		* ┌───────────┐ └───────────┘				
全身体脂肪率 (%)		34.9 (6.1)	32.1 (6.8)	30.8 (6.4)	19.4	0.01
		* ┌───────────┐ └───────────┘				
BMI (kg/m ²)		22.5 (2.4)	22.2 (2.4)	21.7 (2.4)	11.3	0.01
		* ┌───────────┐ └───────────┘				

() はSD, * : P<0.05

的变化の解析には分散分析をおこない、6ヶ月後の下肢筋力に影響する変数との相関はPearsonの単相関分析と重回帰分析をおこなった。統計的有意水準は5%未満を有意差ありとした。

結 果

対象者の平均年齢は66.5 (SD6.9) 歳で55~75歳であり、BMIは22.45 (SD2.37) kg/m²で18.3~27.2 kg/m²であった。有職業者は3名 (30%)、無職者は7名 (70%) であった。若い頃から現在までまったく運動習慣のない人は3名 (30%)、若い頃は運動していたが現在は運動していない人は4名 (40%)、現在のみ運動している人は3名 (30%) であった。また骨折をしたことのある人

は2名 (20%) であった。

複合運動による経時的変化を表1、表2、表3に示す。有意に増加したのは右上肢筋肉量 (F (1, 9) = 3.86, P=0.04)、左上肢筋肉量 (F (1, 9) = 4.85, P=0.02)、骨量 (F (1, 9) = 5.52, P=0.03) であり、有意に減少したのは体重 (F (1, 9) = 16.31, P=0.01)、左上肢脂肪量 (F (1, 9) = 30.30, P<0.001)、左下肢脂肪量 (F (1, 9) = 5.89, P=0.01)、体幹部脂肪量 (F (1, 9) = 22.51, P=0.01)、全身の体脂肪率 (F (1, 9) = 19.39, P<0.001)、BMI (F (1, 9) = 11.31, P<0.001)、ウエスト (F (1, 9) = 10.30, P<0.001)、そしてLDLコレステロール (F (1, 9) = 4.83, P=0.03) であった。

表2 複合運動による各変数の経時的変化

	運動前	3ヶ月後	6ヶ月後	F値	P値
骨量 (OSI)	2.3 (0.3)	2.5 (0.4)	2.4 (0.3)	5.5	0.03
ウエスト (cm)	83.9 (6.9)	81.1 (6.8)	79.7 (7.7)	10.3	0.00
片足立ち (開眼) (秒)	79.9 (45.4)	82.3 (44.7)	94.3 (45.2)	1.2	0.31
筋力 (Kg)	20.4 (6.8)	23.1 (9.7)	24.4 (10.2)	2.7	0.09
握力 (右) (Kg)	23.3 (6.2)	23.7 (5.1)	24.0 (5.0)	0.4	0.67
握力 (左) (Kg)	21.3 (4.9)	22.2 (5.9)	21.3 (5.5)	1.9	0.18
血圧：収縮期 (mmHg)	128.4 (20.7)	127.8 (17.8)	128.2 (18.1)	0.0	0.99
：拡張期 (mmHg)	79.0 (9.9)	80.2 (6.4)	81.0 (8.9)	0.4	0.57

()はSD, * : P<0.05

表3 複合運動による生化学指標の経時的変化

	運動前	3ヶ月後	6ヶ月後	F値	P値
生化学 LDLコレステロール (mg/dl)	151.2 (36.1)	145.7 (37.4)	130.6 (25.2)	4.8	0.03
HDLコレステロール (mg/dl)	75.1 (18.8)	78.8 (7.7)	73.1 (18.7)	1.9	0.18
中性脂肪 (mg/dl)	123.7 (57.7)	107.8 (31.0)	120.9 (43.9)	1.0	0.39
血糖値 (mg/dl)	100.0 (12.8)	102.0 (25.9)	95.9 (8.7)	0.5	0.59
HbA _{1c} (%)	5.2 (0.3)	5.1 (0.3)	5.2 (0.2)	1.0	0.39

()はSD, * : P<0.05

表4 下肢筋力と有意な相関がみられた変数

	年齢	左上肢 筋肉量	体幹部	
			除脂肪量	筋肉量
Pearson相関係数	* -0.65	* 0.63	* 0.66	* 0.66
R2乗	0.42	0.4	0.44	0.44
P値	0.04	0.05	0.03	0.04

運動後6ヶ月の計測値

6ヶ月後の計測値について、下肢筋力とそれ以外の変数の相関を検討した。表4に下肢筋力と有意な相関がみられた変数をしめす。下肢筋力と年齢には負の相関関係が認められ ($r = -0.65$,

$P = 0.04$)、左上肢筋肉量 ($r = 0.63$, $P = 0.05$)、体幹部除脂肪量 ($r = 0.44$, $P = 0.03$) および体幹部筋肉量 ($r = 0.44$, $P = 0.04$) とは正の相関関係が認められた。またそれぞれの決定係数は42%~

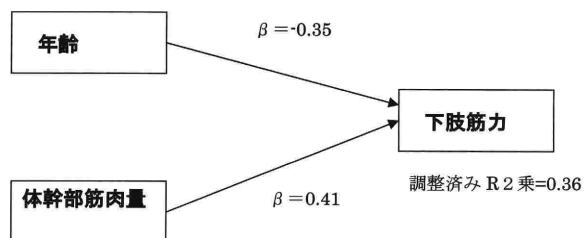


図1 下肢筋力に影響する変数

44%であった。つぎに、図1に示すように有意な相関の認められた4変数を独立変数とし、下肢筋力を従属変数とした重回帰分析をおこなった。最終的には体幹部筋肉量 ($\beta = 0.41$)、年齢 ($\beta = -0.35$) で調整済みR2乗は0.36であった。

考 察

運動プログラムを構成する場合、対象者の年齢や運動する目的により有酸素運動やレジスタンス運動が選択され、さらに対象者個人にあった運動強度、回数、時間などが決定される。しかし、個別に運動プログラムを作成し実施することは運営上困難であり、一般的には集団指導がおこなわれている。

今回、有意に減少した変数は脂肪量の減少やそれに伴う体重、BMI、ウエスト、そしてLDLコレステロールである。有酸素運動の目的はエネルギー源として糖質のみでなく脂肪を利用することにより、体脂肪量や血中脂質を減少させることである。脂肪は運動を開始して20分程度の段階ではじめて分解されるため、運動時間は30分～1時間程度が適切であるといわれ^{7, 8)}、さらに糖尿病や肥満などの患者の脂質代謝を改善するための運動療法の強度は中程度が適切といわれている⁹⁾。また有酸素運動のみではその効果は上がらず、食事療法を併用することによりその効果は高くなる⁸⁾といわれている。本研究では運動開始前に30分間程度の食事療法や健康教育について指導をおこなっており、参加者の多くが食事に対する関心が高くなったことも、脂肪量の減少に効果的であったと考えられた。

運動により有意に増加した変数は左右上肢筋肉量、骨量であった。近年、高齢者におけるレジスタンス運動は若年者と同様に筋肥大を生じたり、筋力が増加するといわれている⁸⁾。筋肉は他の組

織と同様に蛋白同化と異化のバランスによってその組成が保たれている¹⁾。蛋白同化を促進するホルモンにはテストステロン、成長ホルモン、インスリンなどがあげられ、これらのホルモンは筋増量を引き起こす因子として知られている⁷⁾。しかし、加齢による機能低下やホルモン分泌の減少により筋の蛋白は減少し、筋肉量および筋力が低下する^{1, 8)}。筋線維には遅筋と速筋があるが、加齢に伴い速筋のほうが減少するといわれている⁹⁾。そのため本研究では速筋を強化するために、通常の負荷よりやや強度の自覚的運動強度 (RPE) 11～12点で $\text{V}_{\text{O}_2\text{max}}$ 50～60%程度の運動プログラムとした。

運動時間は一般的に1時間程度が適切といわれている^{7, 10)}。しかし高齢者は1時間も運動すると疲労感が強い。本研究で示したように1週間に1回30分程度の複合運動でも左右の上肢筋肉量は有意に増加したので有効であったと考えられる。

平澤ら¹¹⁾の研究によると、本研究の対象者と同年代の下肢筋力は60歳代が26.2 (SD5.6) kg、70歳代が23.2 (SD6.1) kgであるが⁸⁾、本研究の対象者の筋力は20.37 (SD6.79) と低かった。また運動習慣について比較はできないが、本研究の対象者7名 (70%) は現在までに運動経験がない。下肢筋力は有意ではないが6ヶ月後には24.38 (SD10.21) kgに増加しており、対象者を増やせば有意差がでていた可能性がある。つまり、中高年齢で運動習慣がなくても本研究のような運動プログラムを実行することは筋力を増加させるために有効と思われる。

今回、上肢のみに筋肉量の増加がみられ、下肢の筋肉量に変化がなかった。下肢は日常生活行動の中で使用し負荷が加わることが多いが、上肢は負荷が少ない。そのため、特に使用の少ない左上肢では運動をすることにより筋肉量増加および脂

筋力減少に効果があったと思われる。

レジスタンス運動は血圧を上昇させるため、高齢者や糖尿病患者には禁忌であるといわれていたが、Brechueら¹²⁾の研究では拡張期血圧は上昇するが収縮期血圧は上昇せず安全性が高いと述べている。本研究でも運動開始前と後において有意な増加はなく、高血圧の既往のない中高年女性には血圧をあげることなく筋肉量を増加し脂肪量を減少させるためには有効であったといえる。

下肢筋力に影響する要因には年齢、左上肢筋肉量、体幹部の除脂肪量そして筋肉量があげられた。

その要因の中でもっとも関連の強かった変数は体幹部筋肉量であった。本研究と同様な調査がないために比較できないが、村田ら¹³⁾の研究によると、下肢筋力と相関があったのは片足立位保持時間や握力であるが、本研究ではこれらに有意な相関はみとめられなかった。

高齢者は現在までのそれぞれのライフスタイルにより機能低下や動脈硬化の状況が異なるので、同じ運動を実施してもその効果に個人差がみられる。そのため変数の分散の幅が広く、運動の効果に有意差を認めないものもあった。

有酸素運動のみの対照群、またはゴム紐によるレジスタンス運動の対照群を設定していないため、本研究で用いた複合運動の有効性は慎重に評価すべきではあるが、本研究で用いた方法は、家庭内でも安全に安価でできる運動であることが特徴である。また対象者が少なく有意ではなかったが下肢筋肉量および筋力が経時的に増加し、骨量が増加したことは複合運動の有効性を示すものである。

結 論

中高年女性10名を対象に複合運動を6ヶ月間実施し、その有効性を下肢筋肉量および筋力を指標として検討した。

ゴムひもによるレジスタンス運動と有酸素運動を加味した複合運動は血圧を上昇させることなく、左右の上肢筋肉量、骨量が増加し、左上肢脂肪量、体幹脂肪量、全体脂肪率およびLDLコレステロールが低下した。

加齢に伴い筋力・筋肉量および骨量が低下する中高年の女性にとって複合運動は転倒予防に有効

である。

文 献

- 1) 江口清. 高齢者. 総合リハビリテーション 2008; 36 (7) : 651-656.
- 2) 久野譜也. 筋力のエイジングの機構を探る. 山田茂編, 骨格筋, 東京, NAP. 1997. p. 172-188.
- 3) 宮下充正. 高齢者のトレーニング体を動かす能力の保持のために. Sportsmedicine 2002; 45: 6-9.
- 4) 佐藤祐造. 高齢者運動処方ガイドライン. 東京, 南江堂. 2001. p. 1-46.
- 5) 渡邊修, 山内秀樹, 安保雅博, 米本恭三. 筋力低下のメカニズム. 理学療法 2004; 21 (3) : 456-467.
- 6) 真田樹義, 朽木勤, 高橋栄博, 安部孝, 福永哲夫. 閉経後女性における筋肉量および筋パワーと骨密度との関係. 体力科学 1993; 46: 69-76.
- 7) 糖尿病治療研究会編: 糖尿病運動療法の手引き. 東京, 医歯薬出版株式会社. 2004. p.84.
- 8) 佐藤祐造. 高齢者運動処方ガイドライン. 東京, 南江堂. 2001. p. 15-32.
- 9) Kirkendall DT, Garrett WE Jr. The effects of aging and training on skeletal muscle. Am J Sports Med 1998; 26 (4) : 598-602.
- 10) 下村吉治. 体づくりと栄養. スポーツと健康の栄養学, ナップ, 2002; 3-27.
- 11) 平澤有里, 長谷川輝美, 松下和彦, 山崎裕司. 健常者の等尺性膝伸展筋力. P Tジャーナル 2004; 38 (4) : 330-333.
- 12) Breche WF, Pollock ML. Exercise Training for coronary artery disease in the elderly Clin Geriatr Med; 1996; 12 (1) : 207-229.
- 13) 村田伸, 大山美智江, 大田尾浩, 村田潤, 豊田謙二, 藤野英巳, 弓岡光徳, 武田功. 地域在宅女性高齢者の開眼片足立ち保持時間と身体機能との関連. 理学療法科学 2008; 23 (1) : 79-83.