

## 低頻度・低強度の健康づくり運動が高齢者の身体機能に及ぼす影響

### —下肢筋力・歩行機能に対する検討—

韓 一栄\*・大野 誠\*・衣笠 隆\*\*・武政 徹\*\*  
江崎和希\*\*・芳賀脩光\*\*

(2003年10月24日受付, 2004年1月14日受理)

## Effect of Low-frequency and Low-intensity Health Promotion Exercise for Physical Function in Older Adults

### —Examination for Lower Limbs Muscular Strength and Walking Ability—

Illyoung HAN, Makoto OHNO, Takashi KINUGASA, Tohru TAKEMASA,  
Kazuki ESAKI and Shukoh HAGA

The purpose of this study was to evaluate the effect of low-frequency health promotion exercise (1 day/wk) for lower limb muscular strength and walking ability in older adults.

A total of 107 (age  $66.9 \pm 5.2$  yr) volunteers performed aerobics exercise (90 min, 1 day/wk, 26 wk). The volunteers were measured leg muscle strength, walking test (5 m normal walking time; 5NWT, 5 m maximum walking time; 5MWT, 400 m walking time; 400WT) and physical fitness test.

Leg muscle strength (9.7%,  $p < 0.01$ ) and walking ability (5NWT: 6.1%,  $p < 0.01$ . 5MWT: 14.3%,  $p < 0.001$ . 400WT: 5.4%,  $p < 0.01$ ) were significantly improved by exercise.

These results suggested that low-frequency health promotion exercise could increase lower limb muscular strength, walking ability and physical fitness level in older adults.

**Key words:** Older adults, Low-frequency and low-intensity health promotion exercise, Lower limb strength, Walking time

**キーワード:** 高齢者, 健康づくり運動, 下肢筋力, 歩行時間

### I. 緒 言

65歳以上の人口が増え、21世紀の長寿社会における高齢者は地域社会で尊厳をもって自立した生活を過ごすことが求められている。ここで、日常生活活動の多くは身体的能力である体力によって支持されることから、高齢者は定期的な身体活動を活発に行うことにより体力を維持する必要性が生じる。近年、問題となっている寝たきり高齢者をつくる要

因は、アルツハイマーや脳血管障害などの疾病だけではなく、老化による筋萎縮、筋力低下などから誘発される歩行困難や転倒がきっかけになることも多い。この老化による身体機能の低下については多くの研究が集積されている<sup>1-3)</sup>。このうち、50歳から70歳を対象とした横断的な研究<sup>3)</sup>では、筋力の低下が10年間でおよそ15%であったという。また縦断的な研究<sup>4)</sup>では、80歳代からの11年間で膝伸展

\* 日本体育大学大学院健康科学・スポーツ医学系, \*\* 筑波大学体育科学系

力が35%減少したことが報告されており、通常の日常生活を送った場合に加齢に伴い筋力や歩行機能が低下することは既知の事実である。

一方、Activities of Daily Living (以下、ADLと略す)と密接な関連がある歩行速度も高齢になるに従って遅くなる。Seemanら<sup>5)</sup>は、70~79歳の高齢者約1000名について10フィートの歩行時間を測定し、初回測定時の6.99秒が3年後には7.70秒に遅延したことを報告している。

近年、高齢者を対象とした定期的な身体活動やレジスタンストレーニングがその身体機能に及ぼす効果についても研究成果が集積されている。Ferkeitchら<sup>6)</sup>は、60~75歳の高齢女性を対象として、70~80%  $\dot{V}O_{2peak}$ の強度で1回30分、週3回、12週間の自転車エルゴメーター運動を行かせた結果、 $\dot{V}O_{2peak}$ が24.8%増加し、膝伸展力は43%増加したと報告している。またGaryら<sup>7)</sup>は高齢男女14名を対象とし、1 Repetition Maximum (以下、1RMと略す)の80%の強度で週3回、25週間レジスタンストレーニングを行った結果、レッグプレスは37.1%、アームカールは63.7%増加したことを報告している。このような研究成績から、定期的なトレーニングは高齢者においても若年者に類似したトレーニング効果を期待しうることが明らかにされている。

久枝ら<sup>8)</sup>は、高齢者自身によるレジスタンストレーニングを週1回、6カ月間行った結果、等速性膝伸展・屈曲力が有意に増加したことから、低頻度・低強度の運動であっても筋力の改善に有効である可能性を指摘している。しかしながら、下肢筋力と高齢者の生活自立機能を左右する歩行能力や身体機能との関連は明らかにされていない。低頻度・低

強度の運動によって、高齢者においても筋力の改善が見られるならば、歩行能力、身体機能に対しても効果的に作用する可能性が考えられる。

そこで本研究では、軽度の健康づくり運動に参加する在宅高齢男女を対象として、頻度:週1回、主観的運動強度(Rating of Perceived Exertion:以下、RPEと略す):10~11レベル(楽である)という低頻度・低強度の運動を26週間継続した場合に高齢者の生活自立機能の維持に不可欠な下肢筋力と歩行能力および身体機能に及ぼす影響が見られるか否かについて検討することを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象

対象は平成13年度にT市が主催した「高齢者健康づくり運動」に参加した高齢男女107名(男性20名、女性87名)で、その平均年齢66.9±5.2(60~79)歳である。Table 1に対象全体および年齢層別に4群に区分した身体特性を示した。

### 2. 高齢者健康づくり運動の内容

高齢者健康づくり運動は週1回の頻度で26週間実施した。運動は総合複合運動で、その内容としては、準備運動、ストレッチング(15分)、エアロビクス(25分)、筋肉づくり運動(15分)、フォークダンス(15分)、クーリングダウン(10分)、この間に5分間の休憩時間を2~3回実施し合計90分間行った。運動強度としては主観的運動強度(RPE)10~11(楽である)に設定した。

### 3. 体力測定

形態測定として身長、体重、筋力の指標として脚力、握力、歩行能力の指標として5mの通常歩行時間および最大歩行時間<sup>9,10)</sup>、全身持久力の指標とし

Table 1. Physical characteristics of the subjects

	60-64 yr group n=40	65-69 yr group n=30	70-74 yr group n=27	75- yr group n=10	Total n=107
Age (yr)	61.6± 1.6	66.9± 1.6	71.6± 1.5	76.3± 1.8	66.9± 5.2
Height (cm)	152.1± 6.2	152.2± 7.8	151.0± 8.6	151.9± 9.3	151.7± 7.4
Weight (kg)	55.3± 7.4	57.3± 8.8	55.4±10.4	48.9± 6.9	55.3± 8.7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.9± 3.0	24.7± 3.0	24.3± 4.2	21.3± 3.3	24.0± 3.4
HR rest (beat/min)	79.9±11.3	79.4± 8.6	80.1±10.8	81.8±11.8	79.9±10.4
SBP rest (mmHg)	129.2±15.0	136.5±15.7	132.6±15.5	139.2±20.5	133.4±15.7
DBP rest (mmHg)	79.1± 8.5	78.3±10.4	76.2± 8.7	76.7± 8.5	78.1± 8.9

Values are means±SD.

BMI: body mass index, HR: heart rate, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

て400 m 歩行時間<sup>1)</sup>、柔軟性の指標として長座体前屈、平衡機能の指標として開眼片足立ち、敏捷性の指標として座位ステップング、全身反応時間を測定した。

4. 統計処理

健康づくり運動前後の測定値は mean±SD で示し、測定値の差の検定には対応ありの t 検定を行った。また、男女の差の検定には対応なしの t 検定を行った。すべての統計処理における有意水準はそれぞれ5% 未満とした。

III. 結 果

1. 健康づくり運動前後における身体特性の変化

健康づくり運動参加前後において、体重、Body Mass Index (以下、BMI と略す)、安静時心拍数に有意な変化は見られなかった。しかしながら、健康

づくり運動前後の収縮期血圧 (以下、SBP と略す) および拡張期血圧 (以下、DBP と略す) はそれぞれ 133.4±15.7 mmHg から 129.8±14.4 mmHg, 78.1±8.6 mmHg から 75.6±7.9 mmHg へ有意に低下した ( $p < 0.05$ )。また、血圧の性差は見られなかった。

2. 健康づくり運動前後における体力測定の変化

1) 脚力

脚力は Fig. 1 に示したように、健康づくり運動前の 76.7±20.7 N/m から運動後には 84.9±21.9 N/m へ有意に増加 ( $p < 0.01$ )、増加幅は 8.2 N/m (9.7%) であった。年齢層別に見ると、65~69 歳群では 10.5 N/m (12.3%,  $p < 0.05$ )、70~74 歳群では 12.4 N/m (14.7%,  $p < 0.01$ ) の有意な増加を示した。60~64 歳群と 75 歳以上群ではそれぞれ、3.8 N/m (4.4%)、4.1 N/m (5.4%) で、有意な変化

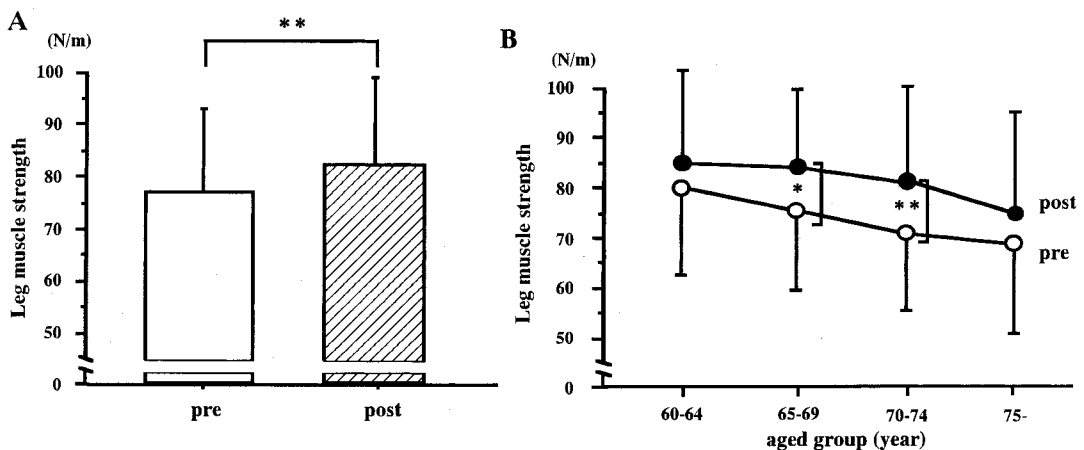


Fig. 1. Changes in leg muscle strength in older adult pre and post 26 wk of health promotion exercise.

A: Changes in all subjects, B: Changes in each age group, pre: pre health promotion exercise, post: post health promotion exercise, Values are means±SD. \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ .

Table 2. Changes in leg muscle strength and walking ability in male and female

	Male (n=20)		Female (n=87)	
	Pre	Post	Pre	Post
Leg muscle strength (N/m)	95.1±20.8	99.3±27.8	72.0±18.2	82.5±19.4***
5 m walking time (sec)	3.5± 0.4	3.2± 0.5	3.5± 0.5	3.2± 0.4**
5 m maximum walking time (sec)	2.2± 0.3	1.9± 0.3***	2.4± 0.3	2.1± 0.3***
400 m walking time (sec)	254.6±26.9	241.0±28.0	266.6±33.4	253.1±35.0**

Values are means±SD.

Pre: pre health promotion exercise training, Post: post health promotion exercise training

\*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$

は認められなかった。一方、筋力の絶対値を示す体重当たりの筋力(N/m/kg)を性別に比較した結果、男性は1.67 N/m/kg、女性は1.41 N/m/kgで、男性の方が有意( $p < 0.01$ )に高かった。また、健康づくり運動前後の男女別変化を見ると、女性では12.7%で、有意に増加( $p < 0.001$ )したが、男性では有意な変化は見られなかった(Table 2)。

## 2) 5 m 歩行テスト

5 m 通常歩行時間は、健康づくり運動前は $3.5 \pm 0.5$ 秒、運動後で $3.3 \pm 0.4$ 秒であり、0.2秒(6.1%)

の有意な減少( $p < 0.01$ )が見られた(Fig. 2)。年齢層別の変化を見ると、65~69歳群では0.2秒(6.1%)、75歳以上群では0.8秒(25.8%)の有意な減少( $p < 0.05$ )が見られたが、60~64歳群では変化は見られなかった。70~74歳群では0.1秒(2.9%)で、有意な変化ではなかった。また、健康づくり運動前後の男女別変化を見ると、女性では9.4%で、有意に変化( $p < 0.01$ )したが、男性では有意な変化は見られなかった(Table 2)。

Fig. 3に5 m 最大歩行時間の変化を示した。健康

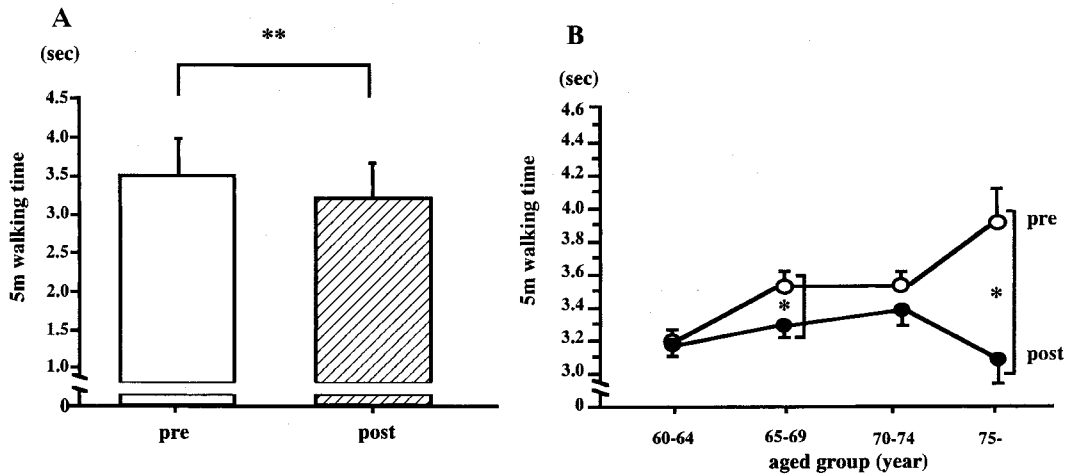


Fig. 2. Changes in 5 m walking time in older adult pre and post 26 wk of health promotion exercise.

A: Changes in all subjects, B: Changes in each age group, pre: pre health promotion exercise, post: post health promotion exercise, Values are means  $\pm$  SD. \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ .

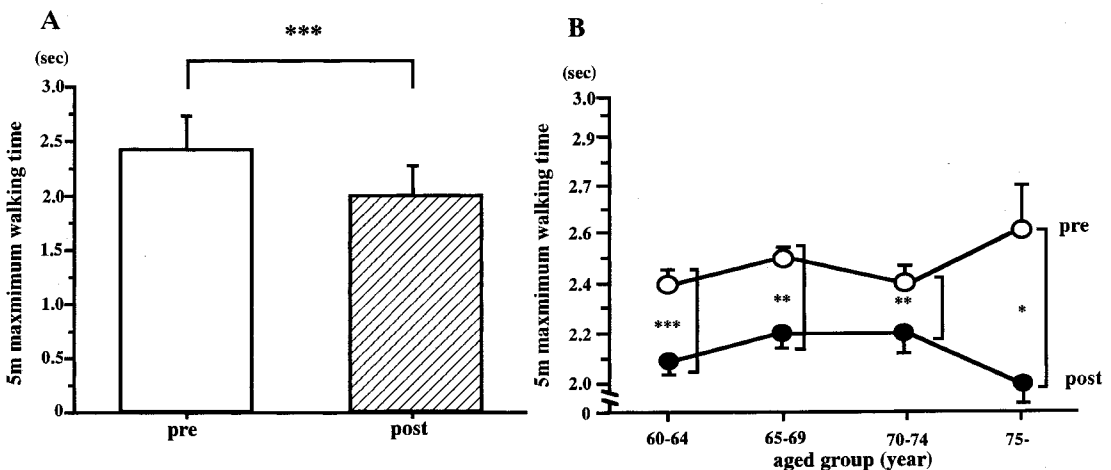


Fig. 3. Changes in 5 m maximum walking time in older adult pre and post 26 wk of health promotion exercise.

A: Changes in all subjects, B: Changes in each age group, pre: pre health promotion exercise, post: post health promotion exercise, Values are means  $\pm$  SD. \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$ .

Table 3. Changes of grip strength, single leg standing time, trunk flexion leg stepping and reaction time

60-64 yr group (n=40)	Pre	Post	$\Delta$	$\Delta\%$
Grip strength (kg)	26.0± 8.1	26.7± 7.7	0.7	2.6
Single leg standing time (sec)	40.4±21.4	39.5±21.5	0.9	2.3
Trunk flexion (cm)	9.3± 8.3	8.6± 9.5	0.7	8.1
Leg stepping (step/10 sec)	77.9±11.3	77.2±10.8	0.7	0.9
Reaction time (msec)	0.5± 0.1	0.4± 0.1	0.1	25.0
65-69 yr group (n=30)	Pre	Post	$\Delta$	$\Delta\%$
Grip strength (kg)	25.6± 8.6	27.0± 7.3	1.4	5.2
Single leg standing time (sec)	23.7±19.2	43.8±22.2***	20.1	45.9
Trunk flexion (cm)	8.9± 8.6	8.1± 8.2	0.8	9.9
Leg stepping (step/10 sec)	77.9±11.5	79.6±12.2	1.7	2.1
Reaction time (msec)	0.4± 0.1	0.4± 0.1	0	0
70-74 yr group (n=27)	Pre	Post	$\Delta$	$\Delta\%$
Grip strength (kg)	24.8± 9.0	24.8± 6.9	0	0
Single leg standing time (sec)	19.1±17.1	37.8±24.0**	18.2	49.5
Trunk flexion (cm)	7.3± 7.6	9.5± 8.6	2.2	23.2
Leg stepping (step/10 sec)	75.6±13.3	77.5±10.4	1.9	2.5
Reaction time (msec)	0.5± 0.1	0.4± 0.1	0.1	25.0
75- yr group (n=10)	Pre	Post	$\Delta$	$\Delta\%$
Grip strength (kg)	23.6± 8.7	30.4± 7.8	6.8	22.4
Single leg standing time (sec)	20.2±20.0	42.3±20.3*	22.1	52.2
Trunk flexion (cm)	6.2± 6.7	12.2± 7.2	6.0	49.2
Leg stepping (step/10 sec)	80.3±10.8	82.9± 4.8	2.6	3.1
Reaction time (msec)	0.5± 0.1	0.4± 0.1	0.1	25.0
Total (n=107)	Pre	Post	$\Delta$	$\Delta\%$
Grip strength (kg)	25.4± 8.4	26.6± 7.4	1.2	4.5
Single leg standing time (sec)	28.4±21.7	41.0±22.0***	12.6	30.7
Trunk flexion (cm)	8.6± 8.0	8.9± 8.8	0.3	3.4
Leg stepping (step/10 sec)	77.6±11.7	78.4±10.4	0.8	1.0
Reaction time (msec)	0.5± 0.1	0.4± 0.1**	0.1	25.0

Values are means±SD.

Pre: pre health promotion exercise training, Post: post health promotion exercise training

$\Delta$ : difference of post and pre,  $\Delta\%$ : difference of (post and pre)/pre×100

\*,  $p < 0.05$ , \*\*,  $p < 0.01$ , \*\*\*,  $p < 0.001$

づくり運動前の5 m 最大歩行時間は2.4±0.4秒であり、運動後には2.1±0.4秒へ有意に減少した(減少率14.3%,  $p < 0.001$ )。年齢層別に見ると、60~64歳群では0.3秒(14.3%,  $p < 0.001$ )、65~69歳群では0.3秒(13.6%,  $p < 0.01$ )、70~74歳群では0.2秒(9.1%,  $p < 0.01$ )、75歳以上群では0.6秒(30.0%,  $p < 0.05$ )の有意な減少が見られた。また、健康づくり運動前後の男女別変化を見ると、女性は

14.3%、男性は15.8%で、有意な変化(それぞれ $p < 0.001$ ,  $p < 0.01$ )が認められた(Table 2)。

### 3) 400 m 歩行テスト

健康づくり運動前後の400 m 歩行時間の変化をFig. 4に示した。400 m 歩行時間は運動前の264.4±32.6秒から、運動後には250.9±34.0秒へ有意に減少した(減少率5.4%,  $p < 0.01$ )。年齢層別に見ると、60~64歳群では10.3秒(4.2%)、65~69歳群

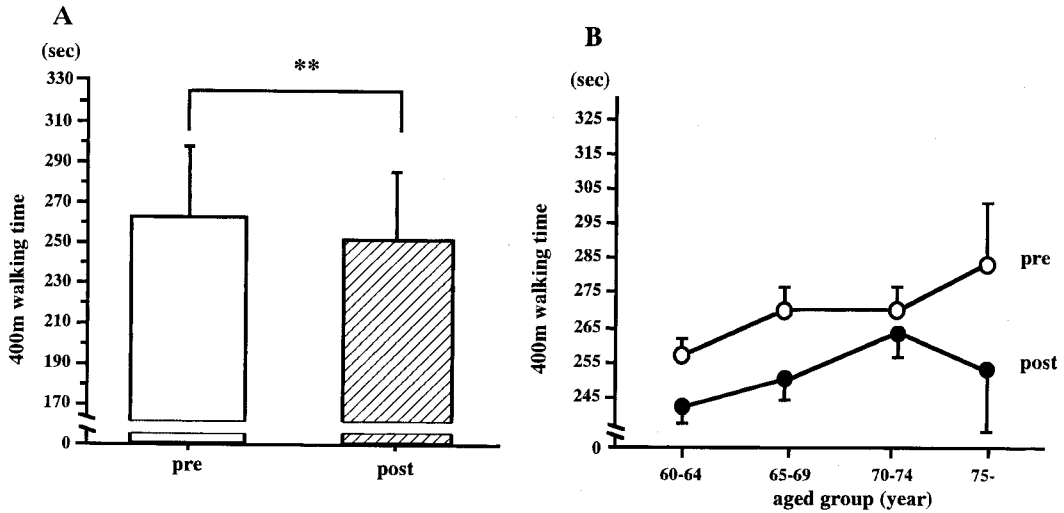


Fig. 4. Change in 400 m walking time in old adult pre and post 26 wk of health promotion exercise.

A: Changes in all subjects, B: Changes in each age group, pre: pre health promotion exercise, post: post health promotion exercise, Values are means  $\pm$  SD. \*:  $p < 0.05$ .

では16.3秒 (6.5%), 70~74歳群では6.3秒 (2.7%), 75歳以上群では25.5秒 (10.1%)で, 有意な変化は見られなかった。また, 健康づくり運動前後の男女別変化を見ると, 女性では5.3%で, 有意に変化 ( $p < 0.01$ )したが, 男性では有意な変化は見られなかった (Table 2)。

#### 4) その他の体力測定の結果

健康づくり運動前後におけるその他の体力測定の結果を Table 3 に示した。握力は4.5%の増加を示したが, 有意な変化ではなかった。開眼片足立ち時間は有意に増加した (変化率30.7%,  $p < 0.001$ )。長座体前屈は3.4%, 座位ステップは1.0%の有意な変化ではなかった。全身反応時間は有意に短縮した (変化率25.0%,  $p < 0.01$ )。

## IV. 考 察

筋力や歩行能力が加齢とともに, 低下することはよく知られている<sup>1, 7, 12, 13</sup>。生後に見られる歩行運動の発達中枢神経や筋骨格系, そして呼吸器, 循環器系の生後の発達過程と密接に関連し, 高齢期に見られるその機能の退行は老化の過程と比例する<sup>14, 15</sup>。また, 歩行は日常生活の移動手段として必要不可欠であり, とくに高齢者が歩行障害をきたすと著しく行動範囲が限定され, 生活自立機能にも重大な影響を与えることになる。

一方, トレーニングによって高齢者においても若

年者に類似したトレーニング効果と, 筋力や歩行能力の改善が可能であることが報告されている<sup>6, 7</sup>。本研究の成績からも, 健康・体力づくり運動教室へ26週間参加することによって, 高齢者においても脚筋力が増加することが確認された (Fig. 1)。歩行能力との観点から見ると, 運動教室修了後には, 5m通常歩行時間が8.7% (Fig. 2), 最大歩行時間は16.0% (Fig. 3), 400m歩行時間は5.1% (Fig. 4) 有意に減少していた。したがって, 頻度: 週1回, RPE: 10~11レベル, 期間: 26週間, 総合複合運動様式という低頻度・低強度の運動条件に設定した健康づくり運動であっても, 高齢者の脚力や歩行機能, さらには身体諸機能の維持ないし改善に寄与することが確認された。したがって, 高齢者においても, この程度の低頻度・低強度の運動を根気よく継続すれば身体諸機能に有効な影響を与える可能性が示唆される。

吉武ら<sup>16</sup>)によれば, 女性では脚パワーが高い者ほどは乳酸性閾値が高い傾向にあることが報告されている。脚力や脚伸展パワーなどの下肢筋の筋出力は, 日常生活の活動量や有酸素性作業能力に関連した指標として極めて有効である<sup>4</sup>)ことから, 脚力は歩行能力の維持または向上のために極めて重要であるといえる。特に, 高齢女性は高齢男性より筋力の低下が顕著である<sup>17</sup>)ことや本研究で体重当たりの筋力が男性より女性の方が低いことを考えると, より

早期から日常活動能力や歩行能力が低下する可能性が高いため、健康づくり運動や身体トレーニングにより積極的に取り組むことが肝要であると思われる。本研究においても男性と比較して女性の方が26週間の健康づくり運動によって歩行機能が顕著に改善したが、これは元来、女性の方が脚力が低いことが関係していると思われる (Table 2)。

脚力や歩行能力を中心とした身体諸機能の改善は、高齢者の転倒防止や寝たきりの予防にも極めて重要であり、自立した豊かな生活を送る上で大きく寄与するものと考えられる。しかしながら、本研究で見られた筋力の向上は、筋肥大に起因するものか、神経機能の改善によって動員された運動単位の増大によるものかは不明であり、今後さらに検討を要する課題である。

## V. 要 約

本研究の目的はT市の高齢者健康づくり運動教室に参加した在宅高齢男女 (平均年齢:  $66.9 \pm 5.2$  歳) 107名を対象として、週1回という最少限の運動条件であっても、高齢者が長く自立した生活機能の維持に不可欠な脚筋力と歩行能力または身体機能の改善に影響を与えるかどうかについて検討することである。運動は有酸素系を中心として1回: 90分、頻度: 1回/週、期間: 26週間の条件で、運動開始前と終了後に形態測定、脚筋力および歩行テスト (5m通常歩行時間と最大歩行時間、400m歩行時間)、また体力測定などを行った。

その結果、脚筋力は  $76.7 \pm 20.7$  N/m から  $84.9 \pm 21.91$  N/m に有意に増加 ( $p < 0.01$ ) し、通常歩行時間、最大歩行時間はそれぞれ  $3.5 \pm 0.5$  sec から  $3.3 \pm 0.4$  sec,  $2.4 \pm 0.4$  sec から  $2.1 \pm 0.4$  sec へ有意に減少 (それぞれ  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ) した。また400m歩行時間は  $264.4 \pm 32.6$  sec から  $250.9 \pm 34.0$  sec に有意に減少 ( $p < 0.01$ ) した。以上のことから、高齢者において週1回頻度の健康づくり運動であっても、脚筋力と歩行能力に良好な効果を与え、自立した生活機能の維持に寄与することが示唆された。

## 参考文献

1) Aniansson, A.: Muscle Morphology, Enzyme Activity and Muscle Strength in

- Men and Women. *Clin. Physiol.*, **1**, 73-86, 1981.
- 2) Lexell, J.: Aging and Human Muscle, Observation from Sweden. *Can. J. Appl. Physiol.*, **18**, 2-17, 1993.
- 3) Rogers, M. A.: Change in Skeletal Muscle with Aging, Effects of Exercise Training, In Holloszy, J. O. (ed.). *Exer. Sports Sci. Rev.*, **21**, 65-102, 1993.
- 4) Aniansson, A.: Muscle Morphology, Enzymatic Activity and Muscle Strength in Elderly Men, a Follow-Up Study *Muscle Nerve*, **9**, 585-591, 1986.
- 4) Seeman, T. E., Charpentier, P. A., Berkman, L. F., Tinetti, M. E., Guralnik, J. M., Albert, M., Blazer, D., Rowe, J. W.: Predicting Changes in Physical Performance in a High-Functioning Elderly Cohort: MacArthur Studies of Successful Aging. *J. Gerontol.*, **49**, 97-108, 1994.
- 6) Ferketich, A. K., Kirby, T. E., Always, S. E.: Cardiovascular and Muscular Adaptations to Combined Endurance and Strength Training in Elderly Women. *Acta Physiol. Scand.*, **164**(3), 259-267, 1988.
- 7) Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., McLafferty, C. L. Jr., Zuckerman, P. A., Landers, K. A., Bamman, M. M.: High-resistance versus Variable-Resistance Training in Older Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **33**(10), 1759-1764, 2001.
- 8) 久枝 光: 高齢女性を対象とした軽負荷レジスタンストレーニングの実施が身体組成、筋機能および身体活動レベルに及ぼす影響について. *健康医科学; 研究助成論文集*, 平成8年度, 115-124, 1998.
- 9) 衣笠 隆, 長崎 浩, 伊東 元, 橋詰 謙, 古名丈人, 丸山仁司: 男性 (18~83歳) を対象とした運動能力の加齢変化の研究. *体力科学*, **43**, 343-351, 1994.
- 10) Kinugasa, T.: Leisure-Time Physical Activity in Relation to the Health and Functioning of Older Adults in a Rural Community of Japan. In Vellas, B., Albaredo, J. L., and Garry, P. J. (eds.). *Longitudinal Interdisciplinary Study on Aging*, 63-70, 1997.
- 11) 芳賀脩光, 衣笠 隆, 仲 真迅, 十枝内厚次, 宮崎裕美, 岩下太郎, 伊藤 稔, 渡部和彦, 佐藤祐造, 大野秀樹: 高齢者における全身持久性評価法の検討—400m歩行テストの有効性—. *日本運動生理学雑誌*, **6**(2), 103-114,

- 1999.
- 12) Himann, J. E., Cunningham D. A., Rechnitzer, P. A., Paterson, D. H.: Age-Related Changes in Speed of Walking. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **20**, 161-166, 1988.
  - 13) Kaneko, M., Morimoto, Y., Kimura, M., Fuchimoto, K., Fuchimoto, T.: A Kinetic Analysis of Walking and Physical Fitness Test in Elderly Women. *Can. J. Sports Sci.*, **16**, 223-228, 1991.
  - 14) Coleman, P., Flood, D. G.: Neuron Numbers and Dendritic Extent in Normal Aging and Alzheimer's Disease. *Neurobiol. Aging*, **8**, 521-545, 1987.
  - 15) Flood, D. G., Coleman, P.: Neuron Numbers and Sizes in Aging Brain: Comparison of Human, Monkeys, and Rodent Data. *Neurobiol. Aging*, **9**, 453-463, 1988.
  - 16) 吉武 裕: 高齢者の日常生活における身体活動状況に関する研究. 平成5年度厚生科学研究費補助金医療研究事業報告書, 7-18, 1994.
  - 17) 岩岡研典, 服部直充, 安江徹太郎, 中村和子: 高齢者の日常生活動作遂行能力と下肢筋出力レベル. *体育科学*, **27**, 70-76, 1998.