

中高年女性における運動が転倒と関連する体力要素に及ぼす影響

小林 修己 橋本 実

キーワード：大腿骨頸部骨折，転倒予防，健脚度，歩行運動

The influence of continued exercise on fall related physical strength elements in elderly women

Osami Kobayashi Minoru Hashimoto

Abstract

Lately elder women's femoral fractures due to fall are increasing. These fractures lead to bedridden patients. The medical expense for these fractures was over 120 billion yen. Many hospitals are beginning to offer classes to prevent these fractures due to falls and bedridden patients.

The purpose of this study was to determine whether daily exercise affects the factors related to a fall and to examine the influence of routine exercise on elderly women.

The method used are as follows : The first group consisted of 11 elderly women who exercised regularly as a part of Sendai College fall prevention class in 2002. The second group included 13 elderly women who exercised regularly as a part of Sendai College fall prevention class in 2001. In this study we measured height, weight, blood pressure, center-of-gravity agitation, gait pattern, good walker's index (kenkyakudo), one leg balancing with open eyes, and reaction time. The first group performed only walking exercises for 3 months. Second group performed several stretches, muscular power exercises, and walking exercises for 2 months.

Result and recommendations are summarized as follows : As a result of performing only walking exercises for 3 months in 2001, the speed of 10 meter walking improved. We divided 13 elderly women in 2002 into a group with many exercises and a group with few exercises. The group that carried out many walking exercises improved a maximum of 1 step length, being compared with the group of few walking exercises.

These results showed that walking exercise improves good walker's index. It was suggested that walking exercise is the most useful exercise aimed at fall prevention and improved the elderly women's physical strength elements.

Keywords : femoral fracture, fall prevention, good walker's index, walking exercise

1. 緒言

現在日本は高齢社会を迎え、65歳以上の高齢者が全人口の17.5%を占めている。それに伴い寝たきりとなる高齢者も増加している。寝たきりになる原因としては脳梗塞が最も多いが、転倒による大腿骨頸部骨折などが原因で寝たきりになる高齢者も少なくない。1997年度における大腿骨頸部骨折に対する医療費は約1,214億円に上り、その後寝たきりに移行した場合の年間介護費用は約442億円と予想されている。このような背景から、転倒により引き起こされる寝たきりを防ぐ目的で転倒予防教室がおこなわれてきている。

日本での転倒予防教室は1997年12月、東京厚生年金病院で開始された。その教室で高齢者の転倒回避能力の指標として活用されているのが健脚度である。健脚度とは青信号の間に横断歩道を渡りきる場面を想定した10m全力歩行(所要時間・歩数)、障害物をまたぐことを想定した最大1歩幅、バスのステップを昇降する場面を想定した40cm踏み台昇降の3つの評価法を指す。この評価法は特別な設備、装置などを必要とせず日常生活に即していることが大きな特徴である。

これまでの転倒予防を目的とした研究では、運動習慣のある高齢者を対象としたものは少ない。日常生活で運動をおこなっている高齢者に対しても転倒予防を目的とした運動プログラムを提案することは、いつまでも安全で活動的な生活を続けるために重要であると考えられる。

II. 目的

本研究は健康志向が強く運動を習慣としている中高年女性を対象に家庭でできる運動をおこなってもらい、これらの運動が転倒に関与する体力要素に及ぼす影響を明らかにし、転倒予防に有益性をもたらすか考察した。

III. 研究方法

1. 対象

平成13年度仙台大学転倒予防教室参加者のうち、日常生活において運動習慣(水泳、社交ダンス、ウォーキング、1~3回/週)のある中・高齢女性13名(平均年齢 58.8 ± 11.3 歳、43歳~77歳)と平成14年度仙台大学転倒予防教室参加者のうち、日常生活において運動習慣(水泳、卓球、ウォーキング、1~3回/週)のある中・高齢女性11名(平均年齢 63.2 ± 6.1 歳、55歳~71歳)を対象とした。

両年度の対象者で過去1年間において転倒経験がある者はそれぞれ2名認められたが、いずれも大腿骨骨折などの重篤な外傷を伴ってはいなかった。また、運動制限の必要な者、転倒に深く関与する障害(高次脳障害、パーキンソン病、聴覚・前庭機能障害など)が認められた者はいなかった。

2. 方法

1) 測定項目

i) 検査項目(身長、体重、体脂肪率、下肢長、血圧)

身長、体重、体脂肪率は自動身長計付体内脂肪計(Bodyfat Analyzer TBF-202:タニタ社製)を用い測定した。体脂肪率は毎回ほぼ同時刻に測定した。下肢長は骨盤の上前腸骨棘から足関節内果下端までを測定した。血圧は全自動血圧計(BP-203RV II B:日本コーリン社製)を用い毎回ほぼ同時刻に測定した。

ii) 重心動揺測定

重心動揺測定装置(Twin Gravicorder G-6100:アニマ社製)を使用し、開眼時、閉眼時の両条件で測定した。開・閉眼とも30秒間、取り込み周期20Hz、両足内側縁を接したロンベルグ姿勢にて動揺総軌跡長、動揺外周面積を測定した。開眼時のみ約2m先の目印を注視させて測定した。

iii) 開眼片脚起立検査

開眼片脚起立検査は左右脚とも腰に手を当て、片脚を上げた状態を維持しその姿勢が崩れる(上げた脚を床に接触する、腰に当てた手が離れる、支持脚がずれるなど)までの時間を測定した。両脚とも60秒を最高到達時間として、60秒を超えたら検査を終了した。開眼片脚起立検査は平成14年度群のみに実施した。

iv) 歩容測定

歩容測定器(Walk Way MG-1000:アニマ社製)を使用し、進行方向の目線の高さにある遠方の目印を注視しながら測定器のセンサーシート上を歩行する。歩容測定は10m全力歩行と異なり、通常歩行を測定した。

片方の足が着床した位置から同じ足が着床するまでの距離をしめすストライド、両脚とも床に着床している時間を示す両脚支持期、1分間当たりの歩数を示す歩行率、歩行速度を測定した。測定の際はセンサーシートを傷めないようにするため素足で歩行した。

v) 全身反応時間

全身反応時間を全身反応測定装置(YB-1A:ヤガミ社製)を使用し測定した。被験者はセンサーシートの上に立ち、約2m先のランプが点灯したらジャンプする。ランプが点灯してから離地するまでの時間を測定する。数回練習した後に5回実施し、最大値と最小値を切り捨てた残り3つの値から平均値を算出した。全身反応時間測定は平成14年度群のみに実施した。

vi) 健脚度

①10m 全力歩行

10mの直線上を最大努力で歩行したときの所要時間、歩数を測定した。ただし、スタート前、ゴール後にそれぞれ2mの予備区間を設け、スタート地点までに最大速度に達するように加速区間を設け、ゴールを過ぎるまで最大速度を維持できるようにした。動きに慣れるため数回練習を行った後に測定した。

②最大1歩幅

スタートラインで両脚をそろえた状態で立ち、最大努力で片方の足を踏み出し反対側の足をその横にそろえて立ち、スタートラインからつま先までの距離を測定する。膝に手を当てて行った場合、両足を揃える際にふらついた場合は無効とし再度測定した。動きに慣れるため数回練習を行った後に測定した。左、右脚各3回ずつ測定し平均値を算出した。得られた数値は各個人の下肢長の影響を受けるので下肢長で除し補正した数値を最大1歩幅とした。

③40cm 踏み台昇降

高さ40cmのステップ台を用い手すりや介助なしで確実に昇り、台上で両脚をそろえて直立し一旦静止する。その後脚に手をついたり、介助なしで確実に降りることができるかどうかを判定する。評価方法は楽に昇降できれば○、着地でふらついたり、膝に手を当てて昇降できる場合は△、全く昇降できなければ×の3段階とした。

2) 実施手順

i) 平成13年度群

参加者に初回と3ヵ月後の計2回測定をおこなった。毎回の測定開始前にその日の体調を用紙に記入してもらい医師の診断を受けて運動の可否を判断した。参加者には初回に正しい歩行動作を指導し、いつも意識しながら歩いてもらうようにした。正しい歩行動作とは背筋を伸ばす、視線を遠くに置く、軽く顎を引く、着地時に前脚の踵からつく、離地時に後ろ足のつま先でしっかり地面を蹴る、テンポよく歩くことである。家庭でおこなう運動は歩行運動のみとし時間や頻度は指定せず3ヶ月間続けた。

ii) 平成14年度群

参加者に対し初回、1ヶ月後、2ヶ月後の計3回測定をおこなった。毎回の測定開始前にその日の体調を用紙に記入してもらい医師の診断を受けて運動の可否を判断した。

対象者は各家庭で指定された運動から数種類を毎回選択し2ヶ月間おこなった。運動内容は「高齢者の運動ハ

ンドブック」(米国国立老化研究所・東京都老人総合研究所運動機能部門、2001)から選び、ストレッチ、筋力トレーニング、歩行運動の方法を初回に示した。ストレッチ、筋力トレーニングはいずれも下肢に限定した。ストレッチ実施部位はハムストリング、下腿三頭筋、前脛骨筋、大腿四頭筋、両股関節の外旋、内旋とした。実施方法は痛みを感じない適切な範囲内で、10~30秒間行うように指導した。注意事項として実施中は呼吸を止めないこと、反動をつけないことを指導した。

筋力トレーニング実施部位は下腿三頭筋、ハムストリング、腸腰筋、大殿筋、中殿筋とした。負荷は自重を利用したものを選択した。自重負荷とした理由は高齢者に対するレジスタンストレーニングは最初の8週間は結合組織が運動に適応するまで最小の抵抗で行う必要がある(アメリカスポーツ医学会、2001)ことを考慮したためである。

実施方法は1部位の運動につき8~15回を1セットとし、左右それぞれ2~3セット行うように指導した。注意事項として運動中呼吸を止めないこと、使っている筋肉を意識しながら動かすことなどを指導した。なお、筋力トレーニングの際に壁、椅子などに掴まり体を支えながらおこなうものから、片手だけで支えるもの、指先だけで支えるもの、閉眼でおこなうものなどのバランスを保ちながら行う筋力トレーニングプログラムを採用し、バランス能力の向上も考慮した。ただし、これらのバランス保持を伴ったプログラムは後半の1ヶ月以降に実施するようにした。

歩行運動は初回に平成13年度と同様の正しい歩行動作を指導し、いつも意識しながら歩いてもらうようにした。

家庭での運動内容、回数、歩行時間を各参加者に記録用紙に記入した。

初回、1ヶ月後、2ヶ月後に測定を実施し、初回測定結果と比較検討した。また、ストレッチ、筋力トレーニングの頻度、歩行時間の3つの運動量の相違による各測定項目値の変化を比較し運動効果を評価した。

平成13年度群と平成14年度群を比較し、運動期間、運動内容の相違がどのように影響を及ぼすか検討した。

3) 統計処理

平成14年度群において参加者が家庭で実施したストレッチ、筋力トレーニング、歩行運動の記録から各運動において長時間運動群、短時間運動群に分類した。ストレッチ、筋力トレーニングは1部位を2~3セット実施すれば1ポイントに換算し、歩行運動は歩行時間とした。長時間運動群、短時間運動群間における各検査項目の変化量を1ヶ月後、2ヶ月後ごとに比較した。

2ヶ月後におけるストレッチ、筋力トレーニングポイント、歩行運動時間は2ヶ月間の運動効果を調べるため初

1. 平成 13 年度群

1) 検査結果

体重、血圧、体脂肪率において有意差は認められなかった。対象者の検査結果は表 1 に、初回と 3 カ月後の比較を表 5 に示した。

2) 健脚度

10m 全力歩行所要時間は初回 4.7±0.7sec から 4.5±0.4sec に減少し有意差が認められた (p<0.05)。歩数は初回 12.2±1.1 歩から 11.8±1.2 歩に減少し有意差が認められた (p<0.05)。

最大 1 歩幅は左右両方とも有意差は認められなかった。40cm 踏み台昇降は初回、3 カ月後とも全員が確実にこなうことができた。

対象者の健脚度を表 2 に、初回と 3 カ月後の比較を表 5 に示した。

3) 重心動揺

総軌跡長、外周面積に有意差は認められなかった。

4) 歩容

ストライド、両脚支持期、歩行率、歩行速度の各項目において有意差は認められなかった。

表 5 平成 13 年度群

		初回と3ヵ月後の比較
		p 値
体重(kg)		n.s.
血圧(mmHg)	収縮期	n.s.
	拡張期	n.s.
体脂肪率(%)		n.s.
最大 1 歩幅(%)	左	n.s.
	右	n.s.
10m 全力歩行(秒)	所要時間	*
	歩数	*
総軌跡長(cm)	開眼	n.s.
	閉眼	n.s.
外周面積	開眼	n.s.
	閉眼	n.s.
ストライド(cm)		n.s.
両脚支持期(sec)		n.s.
歩行率(歩)		n.s.
歩行速度(cm/sec)		n.s.

** p<0.01 * p<0.05 n.s. not significant

2. 平成 14 年度群

1) 検査結果

体重は初回 55.5±9.0kg から 2 ヶ月後 55.1±9.1kg に有意に減少した (p<0.05)。血圧、体脂肪率、全身反応時間について有意差は認められなかった。

対象者の検査所見は表 3 に、初回と 1 カ月後および 2 カ月後の比較を表 6 に示した。

2) 健脚度

補正後の最大 1 歩幅は右脚において初回 129.5±

14.6cm から 1 ヶ月後 135.7±10.4cm (p<0.05)、2 ヶ月後 141.6±10.9cm (p<0.01) に拡大し有意差が認められた。

左脚において初回 130.5±11.2% から 2 ヶ月後 140.4±10.9% に拡大し有意差が認められた (p<0.01)。1 ヶ月後においては拡大傾向があったが有意差は認められなかった。

10m 全力歩行は歩行時間、歩数ともに有意差は認められなかった。

40cm 踏み台昇降は初回、1 ヶ月後、2 ヶ月後全てにおいて全員が確実に行うことができた。対象者の健脚度は表 4 に、初回と 1 カ月後および 2 カ月後の比較を表 6 に示した。

表 6 平成 14 年度群

		初回と1ヶ月後との比較	初回と2ヵ月後との比較
		p 値	p 値
体重(kg)		n.s.	*
血圧(mmHg)	収縮期	n.s.	n.s.
	拡張期	n.s.	n.s.
体脂肪率(%)		n.s.	n.s.
全身反応時間(sec)		n.s.	n.s.
開眼片脚起立(sec)	左	n.s.	n.s.
	右	n.s.	n.s.
最大 1 歩幅(%)	左	n.s.	**
	右	*	**
10m 全力歩行(秒)	所要時間	n.s.	n.s.
	歩数	n.s.	n.s.
総軌跡長(cm)	開眼	*	n.s.
	閉眼	n.s.	n.s.
外周面積	開眼	n.s.	n.s.
	閉眼	n.s.	*
ストライド(cm)		n.s.	*
両脚支持期(sec)		*	*
歩行率(歩)		n.s.	**
歩行速度(cm/sec)		n.s.	**

** p<0.01 * p<0.05 n.s. not significant

3) 重心動揺

総軌跡長において開眼が初回に比べ 1 ヶ月後に増加し、有意差が認められた (p<0.05)。閉眼が 2 ヶ月後に増加し、有意差が認められた (p<0.05)。また、外周面積は閉眼が初回から 2 ヶ月後にかけて増加し、有意差が認められた (p<0.05)。

4) 歩容

ストライドは初回 119.9±21.6cm から 2 ヶ月後 134.4±8.9cm に拡大し有意差が認められた (p<0.05)。

両脚支持期は初回 0.11±0.03sec から 1 ヶ月後 0.09±0.02sec (p<0.05) に、2 ヶ月後 0.08±0.02sec (p<0.05) に短縮し、それぞれ有意差が認められた。

1 分間あたりの歩数を示す歩行率は初回 153.9±20.3 歩から 2 ヶ月後 179.8±13.1 歩に増加し有意差が認められた (p<0.01)。

歩行速度は初回 126.6±30.0cm/sec から 2 ヶ月後 151.0±18.7cm/sec に上昇し有意差が認められた (p<0.01)。

3. 運動施行量別における各測定項目変化量の比較

平成14年度においては運動量記録に基づき長時間運動群、短時間運動群間の各測定項目変化量を比較しトレーニング効果を検討した。

1) ストレッチ施行量別

2群間において身体所見、全身反応時間、健脚度、重心動揺、歩容のすべての検査項目において有意差は認められなかった。

2) 筋力トレーニング施行量別

長時間運動群、短時間運動群間において1ヶ月後、2ヶ月後いずれの検査項目にも有意差は認められなかった。しかし、2群間において有意差は認められなかったが、歩行率と歩行速度において2群間で変化量に差があった。1ヶ月後における歩行率変化量(長時間運動群:12.5±16.5歩、短時間運動群:2.3±21.6歩)、歩行速度変化量(長時間運動群:11.8±19.1cm/sec、短時間運動群4.8±19.5cm/sec)、2ヶ月後における歩行率変化量(長時間運動群:34.8±25.3歩、短時間運動群:18.4±21.3歩)、歩行速度変化量(長時間運動群:32.9±25.5cm/sec、短時間運動群:17.3±22.5cm/sec)において2群間で差があった。

3) 歩行時間別

最大1歩幅における変化量は1ヶ月後で左右脚の両方において拡大し有意差が認められた(表7)。

左脚における歩行運動長時間群では7.9±4.9%の拡大に対し、歩行運動短時間群では0.03±3.1%の拡大に留まり2群間に有意差が認められた(p<0.01)。右脚においても歩行運動長時間群では12.5±6.6%の拡大に対し、歩行運動短時間群では1.1±6.6%に留まり有意差が認められた(p<0.05)。また、有意差は認められなかったものの2ヶ月後における最大1歩幅変化量は右脚において歩行運動長時間群では15.5±6.2%、歩行運動短時間群では9.2±5.1%と両群ともに拡大傾向を認めたが、歩行運動長時間群が短時間群にくらべ大きな拡大傾向を認めた。

歩容では1ヶ月後におけるストライド変化量(長時間運動群:11.7±24.3cm、短時間運動群:-1.5±18.3cm)、2ヶ月後におけるストライド変化量(長時間運動群:21.0±17.1cm、短時間運動群:9.1±17.1cm)において有意差は認められないが歩行短時間運動群に比べ、長時間運動群に拡大傾向が認められた。

開眼片脚起立では2ヵ月後2群間において有意差は認められなかったが、右脚のみ長時間運動群で拡大傾向が認められた。

表7 歩行運動施行量による比較

	1ヵ月後		2ヵ月後	
	p値		p値	
体重(kg)		n.s.		n.s.
収縮期 拡張期	収縮期	n.s.	拡張期	n.s.
	拡張期	n.s.	収縮期	n.s.
体脂肪率(%)		n.s.		n.s.
全身反応時間(sec)		n.s.		n.s.
開眼片脚起立(sec)	左	n.s.	右	n.s.
	右	n.s.	左	n.s.
最大1歩幅(%)	左	**	右	n.s.
	右	*	左	n.s.
10m全力歩行(秒)	所要時間	n.s.	歩数	n.s.
	歩数	n.s.	開眼	n.s.
	開眼	n.s.	閉眼	n.s.
総軌跡長(cm)	開眼	n.s.	閉眼	n.s.
	閉眼	n.s.	開眼	n.s.
外周面積	開眼	n.s.	閉眼	n.s.
ストライド(cm)	開眼	n.s.	閉眼	n.s.
開脚支持期(sec)	開眼	n.s.	閉眼	n.s.
歩行率(歩)	開眼	n.s.	閉眼	n.s.
歩行速度(cm/sec)	開眼	n.s.	閉眼	n.s.

** p<0.01 * p<0.05 n.s. not significant

4. 平成13、14年度群間における各測定項目変化量比較
運動期間、内容の異なる平成13年度群、平成14年度群の2群間で各測定項目変化量を比較した(表8)。

重心動揺は平成13年度群において閉眼時の総軌跡長、外周面積の両方で低下を示した。一方平成14年度群は増加を示し2群間で有意差が認められた(p<0.01)。

歩容では歩行率、歩行速度において平成14年度群が平成13年度群に比べより大きな増加を示し、2群間で有意差が認められた(p<0.05)。

表8 平成13年度群と平成14年度群の比較

	平成13年度群		平成14年度群		p値
	MEAN±SD		MEAN±SD		
体重(kg)		-0.1±1.3		-0.5±0.7	n.s.
収縮期 拡張期	収縮期	-4.5±15.9	拡張期	1.9±11.7	n.s.
	拡張期	-3.5±8.7	収縮期	0.09±6.43	n.s.
体脂肪率(%)		-2.8±5.1		-0.02±0.048	n.s.
最大1歩幅(%)	左	3.8±12.5	右	8.9±3.0	n.s.
	右	4.5±15.4	左	12.1±8.3	n.s.
10m全力歩行(秒)	所要時間	-0.3±0.4	歩数	0.006±0.475	n.s.
	歩数	-0.5±0.8	開眼	0.08±1.14	n.s.
	開眼	-0.4±1.01	閉眼	2.2±8.8	n.s.
総軌跡長(cm)	開眼	-7.9±18.3	閉眼	8.2±7.9	**
	閉眼	0.05±0.81	開眼	-0.2±1.9	n.s.
外周面積	開眼	-0.7±1.3	閉眼	1.2±1.7	**
ストライド(cm)	開眼	8.6±22.1	閉眼	14.5±17.4	n.s.
開脚支持期(sec)	開眼	-0.006±0.02	閉眼	-0.03±0.03	n.s.
歩行率(歩)	開眼	4.7±16.1	閉眼	25.9±23.6	*
歩行速度(cm/sec)	開眼	5.5±21.4	閉眼	24.4±24.1	*

** p<0.01 * p<0.05 n.s. not significant

V. 考察

1. 検査結果

1) 体重、体脂肪率、血圧

体重は平成14年度群の2ヶ月後に有意に低下したが、平成13年度群では明らかな変化は認められなかった。この違いは平成14年度群では歩行運動の他にストレッチ、筋力トレーニングが加わったため平成13年度群に比べ運動量が多くなり、その結果が平成14年度群に運動効果をもたらして体重を減少させたと考えられる。

体脂肪率は平成13年度群で低下傾向が認められた。平成14年度群でも低下傾向を認めたが、平成13年度群の方が低下傾向が大きかった。長期にわたり運動をおこなうほど体脂肪率は低下するので、本研究では運動期間が短

期間であったため有意差が認められなかったと考えられる。

血圧は平成13年度群で低下傾向が認められたが、平成14年度群では明らかな変化は認められなかった。血圧に影響を及ぼすには長期にわたる定期的な運動が必要であると考えられるので、本研究では運動期間が短期間だったため有意差が認められなかったと考えられる。

2) 全身反応時間

全身反応時間は60歳代までは緩やかに延長するが、60歳代以降になると急激に延長する(眞野ほか, 1999)。また運動習慣のある高齢者は運動習慣のない高齢者に比べ反応時間が短い(Spiriduso, 1975)。本研究で全身反応時間に変化が認められなかったのは、対象者が運動習慣のある高齢者であり初回の全身反応時間がもともとと同年代にくらべ優秀であったこと、平均年齢が60歳代前半だったために、50歳代に近い値となったことなどが考えられる。

2. 健脚度

1) 最大1歩幅

武藤ほか(2002)は運動習慣のある地域高齢者に対する5週間の運動実施により最大1歩幅、10m全力歩行において改善傾向は認められたものの有意差は認められなかったと報告している。その原因として対象者がもともと運動習慣を持っていたこと、期間が5週間と短期であったことなどをあげている。

本研究では約8週間の運動実施の結果、左右脚ともに最大1歩幅が大幅に改善した。歩行時間における長時間と短時間運動群間の比較でも、1ヶ月後に長時間歩行群において両脚とも変化量が有意に増加した。一方、ストレッチ、筋力トレーニングのような単一部分を目標にした運動は最大1歩幅に明らかな変化をもたらさなかった。歩行運動とストレッチ、筋力トレーニングによる変化量の違いは歩行運動のほうが下肢の筋力、柔軟性、単脚支持期における平衡機能などが下肢の様々な筋群を使うことによって改善されたためと考えられる。

最大1歩幅は脚を踏み出す際の支持脚の安定が重要である。笠原ほか(2001)は膝伸展筋力(大腿四頭筋)がある一定の値を下回った場合片脚立位時間が低下すると報告している。また、笠原ほか(2000)は筋疲労が片脚立位平衡に及ぼす影響に関する研究の中で大腿四頭群とハムストリングとを個別に疲労させた場合の比較で、大腿四頭筋群を疲労させた時の方がハムストリングの場合よりも有意に身体動揺が大きかったと報告している。これらの研究より最大1歩幅における支持脚の安定には大腿四頭筋の関与が大きいと考えられる。

歩行は様々な下肢の筋群が働き、複雑な歩行運動を行

っている。Brown et al. (1995)は歩行において特に重要な筋群として膝関節伸展筋群、股関節伸展および外転筋群、足関節の底屈筋群を挙げている。本研究において正しい歩行動作を行うことにより大腿四頭筋を中心に、その他の下肢筋群も強化されたと考えられる。

以上のことから最大1歩幅は大腿四頭筋をはじめとする下肢筋群の強化により、1歩を踏み出す際の支持脚が安定したために改善したと考えられる。したがって歩行運動はストレッチ、筋力トレーニングなどに比べ最大1歩幅に対して極めて有効な運動であると考えられる。

2) 10m 全力歩行

平成13年度群は所要時間、歩数ともに有意に改善したが平成14年度群は所要時間、歩数ともに改善を認めなかった(表5, 表6)。平成13年度群は歩行運動を3ヶ月間続けた結果、下肢筋力群が強化され所要時間、歩数が改善したと考えられる。平成14年度群で所要時間、歩数が改善しなかったのは運動期間が2ヶ月間と短いこと、対象者の平均年齢が平成13年度群にくらべ高かったことが考えられる。しかしながら、平成14年度群も運動を継続していくことにより10m全力歩行の所要時間、歩数とも改善する可能性が高いと考えられる。

3. 重心動揺

本研究では平成13年度群における閉眼の総軌跡長変化量、外周面積変化量で安定性の増加が認められた。反対に平成14年度群において重心動揺の総軌跡長は開眼と閉眼の両方で、外周面積は閉眼において有意に増加し不安定性の増大が認められた。平成13年度群と平成14年度群との間に総軌跡長、外周面積変化量に有意差が認められた。ストレッチ、筋力トレーニング、歩行時間施行量別にみても、いずれも重心動揺に良い影響を与える結果にはならなかった。

高齢者は日常生活において転倒することが多い。その要因の1つに平衡機能の低下があげられる。重心動揺の不安定性増大は加齢による影響が最も大きいと報告されている(時田, 2000)。しかしながら神田ほか(2000)は中高齢者に対し独自に開発したバランスボールトレーニングを実施することにより、筋力の向上及び転倒に関与する筋・神経協調機能等の運動能力が向上したと報告している。本研究では筋力トレーニングにおいてバランストレーニングを考慮したプログラムを採用したが、前庭系、体性感覚系に働きかけるほどの負荷ではなかったと考えられる。また、運動期間が2ヶ月間と短期間だったことも、バランス能力の改善につながらなかったと考えられる。

高齢者に対しバランスボード、バランスボールを用いた運動は効果が期待される反面、危険が伴うと考えられ

る。運動習慣がある高齢者でさえ、バランスを崩し転倒して骨折するなどの事故が起こることが十分考えられる。有用性は高くても、安全を考慮すると運動種目として選択しにくい。本研究で3ヶ月間の歩行運動のみおこなった平成13年度群において重心動揺の安定性の増加が認められたことから、歩行を中心とした運動を実施する方法がより安全で有益であると考えられる。ただし、神経系の発達には筋力の発達に比べ時間がかかるため、より長期間にわたって運動することが必要であると考えられる。

4. 開眼片脚起立時間

本研究では2ヵ月後の結果に有意差は認められないが、歩行運動長時間群で右脚の変化量に改善傾向が認められた。開眼片脚起立時間の低下は加齢による影響が最も大きいと考えられている(宮口ほか, 1990)。藤原ら(1982)は姿勢制御の中でも片脚立ちは筋機能の働きを多く反映する反面、両足立ちは筋機能以外の神経系における中枢制御の働きを多く反映することを報告している。Roberts(1989)は高齢者に対する歩行運動によりバランス機能の向上が認められたとしている。

本研究において右脚開眼片脚起立時間が増加したのは歩行運動により下肢筋群筋力が向上したためと考えられる。

5. 歩容の変化

高齢者の歩容の特徴として、ストライドの減少、歩行速度の低下、歩隔の増大、両脚支持期の延長、歩行率の減少などが報告されている(眞野ほか, 1998)。また柳川ほか(1998)は高齢者のストライド、歩調の減少、両脚支持期の増加は低下した歩行速度によるものとしている。これは歩行速度が速くなればストライド、両脚支持期、歩行率が改善すると言い換えることができる。平成14年度群では両脚支持期が1ヶ月後、2ヶ月後ともに有意に改善した。ストライド、歩行率、歩行速度は2ヶ月後において有意に改善した。これらのことからストライド、歩行率、両脚支持期の改善は歩行速度が改善したためと考えられる。

本研究において運動施行量別にみると筋力トレーニングが多い群は歩行率、歩行速度に改善傾向を認めた。ストレッチ、歩行時間では2群間に歩行速度の変化に相違は認められなかった。また、平成14年度群と平成13年度群をくらべると歩行速度変化量、歩行率変化量で平成14年度群が増加傾向を示し、2群間で有意差が認められた(表8)。

Bohannon(1997)は普通および最大歩行速度と下肢の静的筋力(股関節の屈曲と外転、膝関節の伸展と屈曲、足関節の背屈)との間にそれぞれ有意な正の相関関係が認められたとしている。Cunningham et al.(1982)は歩

行スピードと年齢は相関がなく、最大酸素摂取量と相関があることを示した。Ferrandez et al.(1988)は高齢者における歩行速度の減少は平衡機能、バランス制御のメカニズムに起因しているとしている。このように歩行速度に影響を与える要因は複数考えられている。

本研究では筋力トレーニングが多い群で歩行速度が改善したので、歩行速度の改善には筋力トレーニングがストレッチ、歩行運動よりも有効であると考えられる。また、歩行速度、歩行率の改善には歩行運動のみを3ヵ月間続けるよりも、筋力トレーニング、歩行運動両方をおこなえば2ヶ月間でより高い効果が得られ、有効であると考えられる。従って歩容の改善には正しい歩行動作を意識したうえで歩行運動をおこない、筋力トレーニングも継続的におこなうべきであると考えられる。

歩行運動以外のストレッチ、筋力トレーニングにおいては歩行速度向上以外に明らかな効果が認められなかった。武藤ほか(2002)が挙げるように運動習慣のある高齢者を対象としたこと、期間が8週間と短期間であったことなどが原因として考えられる。さらに筋力トレーニングにおいては自重を利用したため、負荷が不足したことが考えられる。しかしながらレジスタンストレーニングは転倒予防、可動性の改善、筋力低下、虚弱化を予防する効果が期待できる(Fiatarone et al., 1994; Taunton et al., 1997; Ades et al., 1996)。転倒予防においてレジスタンストレーニングを取り入れる場合、比較的長期のトレーニング期間を設定し、運動効果に合わせて負荷を調節することが必要であると考えられる。

Buchner et al.(1997)は高齢者が自転車エルゴメーター(低強度)、歩行運動(中等度)、有酸素運動(高強度)を行ったときに歩行運動群のみに持久力、筋力、歩行、動的バランス機能、健康状態すべての項目において向上が認められ、歩行運動が高齢者にとって最も有益な運動であると報告している。

本研究でも2ヶ月間の各家庭での規則正しい運動により、健脚度、歩容の改善傾向が認められた。これは正しい歩行動作を意識した歩行運動をおこなうことにより大腿四頭筋を中心とした下肢筋力が強化されたためであり、転倒予防を目的とした運動としても歩行運動は有益であると考えられる。

結語

本研究の結果から歩行運動は運動を習慣としている高齢者にとっても総合的な運動能力向上をもたらし、転倒予防を目的としたトレーニングとして最も有益な運動であることがわかった。従って、転倒予防にはストレッチや筋力トレーニングも必要だが、正しい歩行動作で歩行運動を規則正しく継続的におこなうことが最も効果が高く、重要であることが示唆された。

文献

- Ades, P. A., Ballor, D. L. Ashikaga, T. (1996) Weight training improves walking endurance in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*30:975-991.
- 青木純一郎・佐藤佑・村岡功編著 (2001) スポーツ生理学. 市村出版:東京.
- 米国国立老化研究所・東京都老人総合研究所運動機能部門 (2001) 高齢者の運動ハンドブック. 大修館書店:東京.
- Bohannon, R. W. (1997) Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79years, reference values and determinants. *Age and Ageing*25: 292-299.
- Brown, M., Sinacore, D. R. and Host, H. H. (1995) The relationship of strength to function in the older adult. *J Gerontol. A. Biol. Sci.* 50(A): 55-59. 2
- Buchner DM, Cress ME. (1997) A comparison of the effects of three type of endurance training on balance and other fall risk factors in older adults. *Aging Clin Exp Res* (9) : 112-119.
- Cunningham, D. A., Rechnitzer, P. A., Pearce, M. E. and Donner, A. P. (1982) Determination of self-selected walking pace across ages 19 to 66. *J Gerontol*37: 560-564.
- Dargent-Moliana, P. Favier, F. Grandjean, H. (1996) Fall-related factors and risk of hip fracture. EPIDOS prospective study. *Lancet*348: 145-149.
- Ferrandez, A. M., Pailhous, J. and Serratrice, G. (1988) Locomotion in the elderly. In *Posture and Gait, Development, adaptation and modulation*, eds. Amblard et al: 115-124.
- Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F. Ryan, N. D. (1994) Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*330: 1769-1775.
- 笠原美千代・山崎裕司・青木詩子・横山仁志・大森圭貢・平木幸治 (2001) 高齢患者における片脚立位時間と膝伸展筋力の関係. *体力科学* 50: 369-374.
- 笠原敏史・高橋光彦・浅賀忠義・斉藤展士・山中正紀・福田修・宮本顕二・飯坂英雄・福島順子 (2000) 軽度の運動負荷による筋疲労が片脚立位平衡に及ぼす影響—大腿四頭筋とハムストリングスの比較—. *北海道理学療法* 17: 49-53.
- 神田知・家森幸男・森谷敏夫・神奈木俊子 (2000) 中・高齢者の体力増進及び生活習慣予防に関する研究. *大阪ガスグループ福祉財団研究調査報告書* 13: 91-96.
- 国立社会保障・人口問題研究所 (2002) 日本の将来推計人口 (平成14年1月推計).
- 厚生省患者調査 (1996) 推計患者数 (外傷), 外傷の原因, 性, 外傷分類, 入院一外来別. 患者調査, 上巻: 第88表.
- 厚生省国民生活基礎調査 (1998) 要介護者-寝たきり者数, 主な原因, 性, 年齢階級別. *国民生活基礎調査世帯票* (2): 第65表.
- 眞野行生編 (1999) 高齢者の転倒とその対策. 医師薬出版:東京.
- 眞野行生・中根理江 (1998) 転倒しやすい患者のリハビリテーション—高齢者の歩行障害と転倒の要因. *臨床リハビリテーション* 7: 243-247.
- 宮口和義・出村慎一・宮口尚義 (1990) 高齢ゲートボール愛好者の体力特性. *体力科学* 39: 262-269.
- 武藤芳照編 (1999) 転倒予防教室—転倒予防への医学的対応—. 日本医事新報社:東京
- 武藤芳照編 (2002) 転倒予防教室—転倒予防への医学的対応—第2版. 日本医事新報社:東京
- Roberts BL. (1989) Effects of walking on balance among elders. *Nurs Res* 9: 112-119.
- 総務省 (2001) 平成11年度国勢調査.
- 総務省統計局 (2003) 第52回日本統計年鑑.
- Spiriduso, W. W. (1975) Reaction and movement time as a function of age and physical activity level. *J. Gerontol* 30: 435-440.
- Taunton, J. E., Martin A. D., Rhodes, E. C. (1997) Exercise for the older woman:choosing the right prescription. *Br J Sports Med*31: 5-10.
- 時田喬編 (2000) 重心動揺検査. アニマ株式会社:東京.
- 梅田典子・重松良祐・中垣内真樹・田中喜代次 (2002) Body mass index からみた高齢者における体力の検討. *体育学研究* 47: 439-450.
- 柳川和優・磨井祥夫・安陪大治郎・渡部和彦 (1998) 青年と高齢者における歩行動作の比較—足部の運動特性に着目して—. *体力科学* 47: 131-142.