

運動量の違いが動的姿勢制御能力および身体機能に及ぼす影響

尾山 裕介¹⁾ 村山 敏夫²⁾ 太田 玉紀³⁾

Yusuke Oyama¹, Toshio Murayama² and Tamaki Ohta³ : Influence of difference in the quantity of exercise that affects the dynamic postural control ability and physical function

Abstract : Exercise prevents a decline in physical function and leads to the fall prevention. Exercise is categorized into individual and group exercise and tailor-made exercise programs according to the functional level change responses for the fall prevention. In this study, we revealed the influence of difference in the quantity of exercise that affects the dynamic postural control ability and physical function in tailor-made exercise programs for the middle-aged people.

Subjects including 49 middle-aged people consist of 19 men and 30 women who tailor-made exercise programs are conducted more than 3 months. The quantity of exercise is calculated based on 3 month exercise past and, subjects are categorized into high and low group by the quantity of exercise. The unstable tilt board is used for measuring dynamic postural control ability. In addition, we conducted 4 physical test (Hand-grip strength, 30-sec chair stand test (CS-30), Sit and reach, Functional reach test (FRT)).

As a result, high group is better than low group muscle strength and flexibility, and the higher the quantity of exercise. On the other hand, dynamic postural control ability was similar for the high group and the low group, and there was no relationship with the quantity of exercise. Therefore although muscle strength and flexibility affected by the quantity of exercise, it was suggested that dynamic postural control ability may be affected by factors such as exercise content and exercise intensity among the quantity of exercise.

Key words : quantity of exercise, dynamic postural control ability, physical function, tailor-made exercise program

キーワード : 運動量, 動的姿勢制御能力, 身体機能, テーラーメイド型運動プログラム

1) 桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部

2) 新潟大学工学部

3) 医療法人宮仁会猫山宮尾病院メディカルフィットネス
CUORE

1. Faculty of Culture and Sport Policy, Tooin University of
Yokohama

2. Faculty of Engineering, University of Niigata

3. Medical Fitness CUORE, Nekoyama Miyao Hospital

I 諸 言

転倒を引き起こす要因は、内的要因と外的要因に大別することができ(星, 2002), 内的要因とは転倒者自身に由来する因子である。一方で、外的要因とは転倒者自身に起因しない環境などに由来する因子であり(杉原・郷, 2005), 1~2cmほどの室内段差, 滑りやすい床, 照明不良などの物的環境が該当する(鈴木, 2003)。これら内的要因と外的要因の相互作用, また身体状況と外的環境との不適応などによって転倒が発生している(星, 2002)。特に内的要因の中でも「加齢変化」である加齢に伴う機能減衰には, 反応時間の遅延(田中ほか, 2001), 筋力低下(田井中・青木, 2007), バランス機能低下(Duncan et al., 1992)などが挙げられる。古名・島田(2006)は, その中でもバランス機能や歩行機能の低下は転倒の主要因であると報告しており, 姿勢制御能力は転倒と密接な関係にあると考えられる。姿勢制御能力は静止立位保持といった静的な要素から, 歩行や応用動作といった動的な要素まで極めて広範囲にわたる(内山, 1997)とされており, 動的な要素を含む動的姿勢制御能力のほうが転倒との関連が大きい(代・松尾, 2009)。

現在, 運動を実施している高齢者やこれから運動を実施したいと思っている高齢者が多くなってきているのに伴い(内閣府, 2012), 運動をする環境の需要も増えてきている(文部科学省, 2013)。その中で転倒予防を目的とした運動教室も開催され, 運動を行うことで姿勢制御能力が向上することが明らかになっている(島田・内山, 2001; 漆畑ほか, 2010; 郭ほか, 2007)。つまり, 上述した転倒の内的要因である身体機能の低下には, 適切なトレーニングを実施することにより, 機能低下を抑制あるいは改善することが可能である(出村ほか, 2012)。先行研究における運動に着目すると運動内容はさまざまであるが, 集団エクササイズが基本であるため, 参加者全員が同じ量の運動を実施している。そのため, 運動量が適切である参加者もいれば, 運動量が過剰または不足している参加者もいることが予想される。また, これまで運動量に着目した研究では質問紙法や聞き取り法がよく用いられていたものの(小口ほか, 2008; 吉田ほか, 2005), 客観的な評価とは言い難く, 運動量を定量化できていない。

山田(山田, 2012)は高齢者の転倒予防のための運動を行うにあたって, 高齢者をひとまとめに扱うのではなく, 身体機能レベルに応じてその対応を変更すべきであるというテーラーメイド型転倒予防の考えを示しており, 個人に応じた運動量で運動を実施することが望ましいことを報告している。例えば, より運動機能が高い高齢者向け(TUGの所要時間が10秒以下の方向け), やや移動能力が低下した高齢者向け(TUGの所要時間が13秒以下の方向け), 移動能力が低下した高齢者向け(サルコペニアの予防・改善)には介入方法も異なることが示されている(山田, 2012)。また, 地域在住高齢者を対象として転倒予防に効果的な方法を明らかにしたシステムティックレビューでは, 対象者に応じた運動を実施した場合は転倒

リスクが減少するものの, どの対象者にも同じ運動を実施した場合は転倒予防の効果が認められなかったと報告されている(Gillespie et al., 2001)。つまり, 個別に対応せずに一律な運動を行っていても, 転倒予防の効果はあまり期待できないと考えられ, テーラーメイド型運動プログラムの有用性は高い。

有酸素運動やレジスタンス運動は歩行能力や日常生活動作の改善による転倒予防が期待できる一方, バランス運動は単一のプログラムでは転倒予防効果が最も高い特徴を有している(出村ほか, 2012)。そして, バランス運動よりも転倒予防効果が大きいのがこれらの運動を組み合わせた混合型とされている。さらに, 高齢期の機能的自立を図るために必要な身体運動には, 有酸素運動, 筋力トレーニング, 柔軟性運動, およびバランス運動の4種類の運動を組み合わせて行う複合型運動プログラム(well-rounded exercise program: WREP)の実践が求められている(ACSM, 1998)ことから単一の運動だけでなく, 複合的な運動は転倒予防に有効であると考えられる。しかしながら, 転倒予防の効果が高いとされるテーラーメイド型運動プログラムと複合的運動プログラムを組み合わせて実施している者を対象に, 運動量を定量化した上で動的姿勢制御能力や身体機能に及ぼす影響を検討している報告は見当たらない。そして, 運動量による影響が明らかになれば, 身体機能の低下を抑制あるいは改善するための運動プログラムを作成する際の一資料になると考える。

そこで, 本研究では, テーラーメイド型かつ複合型運動プログラムを実施している中高齢者を対象に, 運動量の違いが動的姿勢制御能力およびその他の身体機能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II 方 法

1. 対象者

対象者はテーラーメイド型かつ複合型の運動を3ヵ月以上継続している中高齢者49名(男性19名, 女性30名)とした。対象者には事前に口頭と文書にて研究の目的および測定に関する説明を十分に行い, 書面による同意を得た。なお, 本研究は, 猫山宮尾病院倫理委員会の承認(承認番号: 2015-NR-007)を得て実施した。

2. 運動量

対象者は事前に医師のメディカルチェックを受け, 支障がないことを確認してから運動を実施し, 医師より発行された運動処方に基づいて作成されたテーラーメイド型かつ複合型運動プログラムを指定運動療施設内で実践した。

運動の実践内容はRE(Resistance Exercise: レジスタンスエクササイズ), AE(Aerobic Exercise: 有酸素エクササイズ), CE(Control Exercise: 調整エクササイズ)の3つに分類した。REは主に筋力の向上を目的としたエクササイズであり, レッグプレスやブルダウンといったマシントレーニング, 自重を利用し

たエクササイズなどが含まれる。AEは主に有酸素性能力の向上を目的としたエクササイズであり、トレッドミル上でのウォーキングやエアロバイク、エアロビクスなどが含まれる。CEは主に身体の歪みの改善や柔軟性の向上を目的としたエクササイズであり、ストレッチやヨガ、ピラティスなどが含まれる。

対象者の運動量は、指定運動療法施設内の過去3ヵ月間の運動実践に基づいて算出した。運動実践におけるデータは全てwellness system(テクノジムジャパン社製)を用いて管理し、運動期間(年)、運動頻度(回/週)、運動時間(分/回)、消費カロリー(kcal/回/kg)、運動強度(METs)を算出した。運動強度は消費カロリーを運動時間、体重、係数1.05の積で除した(厚生労働省, 2006)(式1)。さらに、運動頻度と運動時間、運動強度の積により、週当たりの運動量(quantity of exercise:QE)を算出した(大須賀ほか, 2012)(式2)。

・運動強度=消費カロリー(kcal/回/kg)/(運動時間(時/回)×体重(kg)×1.05) …式1

・QE=運動強度(METs/回)×運動時間(時/回)×運動頻度(回/週) …式2

3. 動的姿勢制御能力

動的姿勢制御能力の測定には不安定傾斜板であるディジョックボード・プラス/SV-200(酒井医療株式会社製)を用いた。本測定器はボードに内蔵されている加速度センサーによって傾斜角度や方向を検出できるようになっており、サンプリング周波数は40Hzとした。また、ボードの裏面に船底状のボスを取り付けることで傾斜方向を設定することができるようになっており、前後に12°、左右に7°まで傾斜させることができる。

本研究ではボードの裏面に船底状のボスを左右に2個取り付け、ボードが前後方向にのみ動くように設定した(Figure 1)。

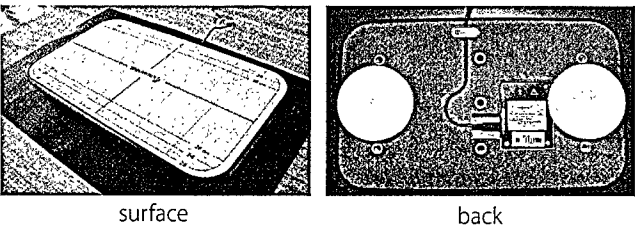


Figure 1. Dyjoc board plus/SV-200

対象者はボード上で足幅を肩幅程度に開いた立位姿勢を取り、足圧中心(center of pressure: COP)は踵からつま先までの約45%付近に位置していることから(浅井ほか, 1991)、足長の50%地点をボードに記されている前後の中心線に合わせて足部を位置するように指示した。また、上肢の影響を避けるために両上肢は体幹の側方に下垂させた。被験者の前方1mの位置、および視線の高さにパーソナルコンピューター(PC)を設置し、PC画面を注視させながら目標点にCOPを追従させる課題を実施した(Figure 2)。同様の方法(尾山ほか, 2016)または座位状態(田口ほか, 2003; 長谷川ほか, 2010)で実施されている。

被験者はPC画面上に表示されるCOPを前方の目標点(Target)に向かって移動させ、目標点到達後、中央位置の目標点に戻すことを3往復行った(Figure 3)。

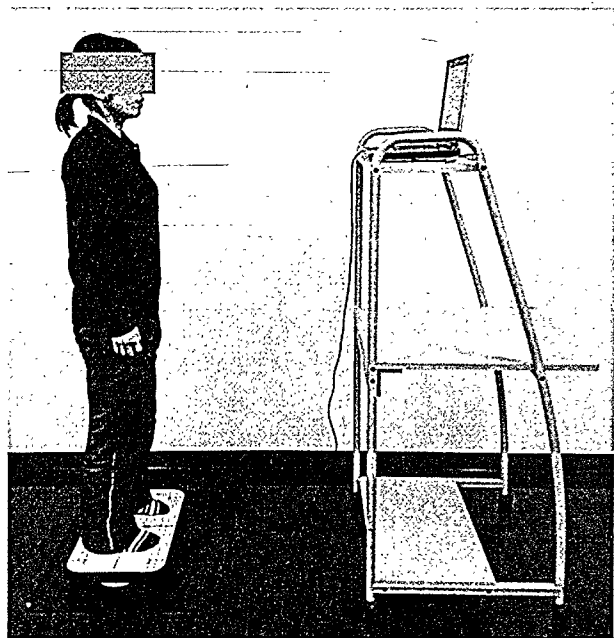


Figure 2. Measure of the dynamic postural control ability

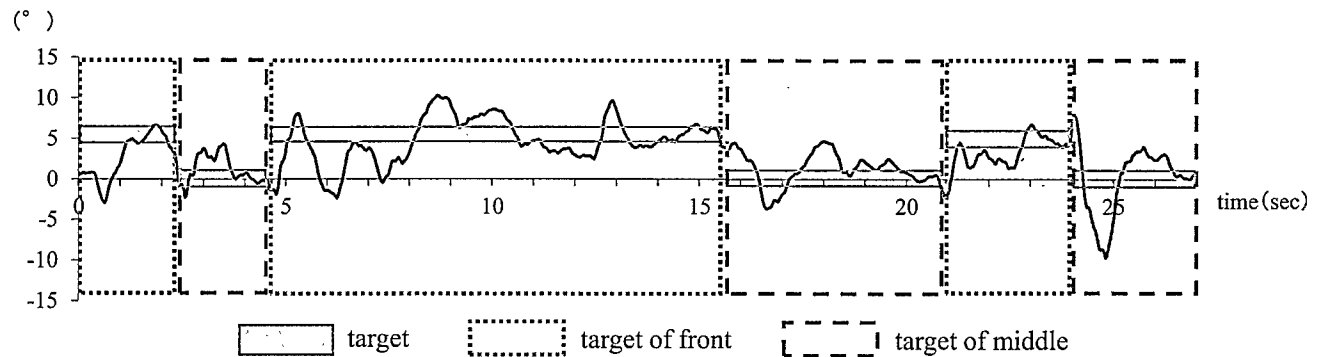


Figure 3. Trial of the dynamic postural control ability

目標到達点でCOPを0.5秒間保持することで次の目標点が表示されるように設定した。評価変数は3往復完了するまでの時間とした。なお、前方に出現する目標点は長谷川ほか(2010)に基づいて、PC画面に表示される外周円の半径に対する80%に設定し、目標点の大きさは30%に設定した(Figure 4)。

角度に換算すると、外周円の半径は7°であるため、目標点は前方で4.55°~6.65°、中央で1.05°~-1.05°であった。練習を1試行後、本試行を2試行実施し、2試行の平均値を採用した。試行間は1分間の休憩をとり、前試行の疲労の影響がないようにした。なお、測定中にボードから落下した場合は再度測定した。

4. 身体機能

4.1 握力

デジタル式握力計(竹井機器工業製)を用いて左右それぞれ2回測定した。左右の最大値の平均値を採用し、基準化するために運動前の体重で除した値を採用した。測定方法については新体力テスト実施要項(文部科学省, 2000)に基づいて実施した。

4.2 30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30)

CS-30(Jones, 1999)は高齢者の下肢筋力の簡便な測定方法として用いられており、信頼性や妥当性が高いと報告されている(中谷ほか, 2002)。

開始肢位は椅子座位とし、両足の間隔は肩幅程度とした。このとき股関節90°、膝関節90°、足関節0°となるように足を置き、上肢の影響を避けるために腕を胸の前で組ませた。起立-着座動作を1回とし、30秒間における反復回数を測定した。立ち上がり途中で30秒に達した場合は測定値としてカウントした。なお、起立位では股-膝関節が直立位になるように留意させた。測定は1回とした。

4.3 長座体前屈

長座体前屈距離はデジタル式長座体前屈測定器(竹井機器工業製)を用いて2回測定し、最大値を採用した。測定方法に

ついては新体力テスト実施要項(文部科学省, 2000)に基づいて実施した。

4.4 ファンクショナルリーチテスト(FRT)

壁に沿って立位姿勢をとり、両上肢の肘関節を伸ばしたまま、肩関節を90°屈曲させた状態を開始肢位とした。両指先をマークした上で前方へ最大限移動させ、水平移動距離を測定した。なお、両指先の高さはできるだけ肩の高さを保ち、足の位置がずれたり、壁に手を付いたりしないように留意させた。測定は2回行い、最大値を採用し、基準化するために身長で除した値を採用した。

5. 統計処理

対象者をQEに基づき、上位群と下位群の2群に分類した。上位群と下位群の運動量および動的姿勢制御能力・身体機能の比較については、対応のないt検定もしくはMann-WhitneyのU検定を行い、各群における性別の構成比の検定にはカイ二乗検定を行った。そして、動的姿勢制御能力および身体機能と運動量との関連性を検討するために、Pearsonの相関係数より相関分析を行った。さらに、運動時間および運動強度について運動内容ごとの比較に、対応のないt検定もしくはMann-WhitneyのU検定を行った。また、差の大きさの程度を示すために効果量Cohen's dもしくはファイ係数を算出した。すべての統計処理には統計解析ソフトR2.11.1を用い、有意水準は5%とした。

III 結 果

上位群と下位群の基本的属性についてTable1に示した。

各群の年齢、男女比、形態については有意差が認められなかった。対象者をQEに基づいて2群に分類したため、運動期間を除く運動量に関する項目はすべて上位群が有意に高値を示した。

動的姿勢制御能力および身体機能と運動量との関連性について、相関分析の結果をTable 2に示した。

動的姿勢制御能力と有意な相関関係がみられた運動量の項目はなかった。身体機能の中ではCS-30と長座体前屈はQEと有意な相関関係がみられた。握力とFRTはQEと有意な相関関係はみられなかったものの、運動強度や消費エネルギーと有意な相関関係がみられた。

また、運動内容ごとの運動時間と運動強度の2群の比較をFigure 5に示した。

その結果、運動時間ではRE, AEに、運動強度ではAEに有意差が認められ、上位群が高値を示していた。動的姿勢制御能力では有意差が認められず、身体機能の4項目ではFRTを除く3項目において上位群が有意に高い結果であった。

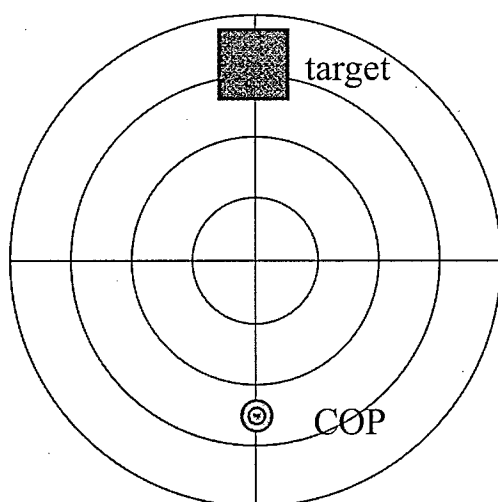


Figure 4. Target size

Table 1. Descriptive data of subjects

		High (n=24)	Low (n=25)	p-value	ES
		Mean±SD	Mean±SD		
<Characteristics>					
Age	(year)	58.4±9.1	59.2±8.9	0.522	0.090
Men / Women +	(n)	11 / 13	8 / 17	0.321	0.142
Height	(cm)	161.4±9.7	159.4±7.5	0.416	0.235
Body weight	(kg)	64.4±11.0	68.6±18.8	0.596	0.074
BMI	(kg/m²)	24.6±3.4	26.9±6.3	0.134	0.433
<Exercise habits>					
QE		24.7±7.4	8.1±3.2	< 0.001	0.856
Exercise period	(year)	2.9±1.8	2.7±1.4	0.834	0.029
Exercise frequency	(times/week)	3.0±0.7	1.8±0.9	< 0.001	0.615
Exercise time	(minute/times)	104.4±37.8	69.5±21.4	< 0.001	1.144
Calorie consumption	(kcal/times/kg)	8.9±2.3	5.0±1.6	< 0.001	1.979
Exercise intensity	(METs)	5.2±1.1	4.2±0.8	< 0.001	1.056
<Dynamic postural control ability>					
COP sway time	(sec)	5.8±2.5	4.6±1.9	0.073	0.254
<Physical function>					
Hand-grip strength	(%)	52.5±9.4	40.9±13.9	0.027	0.651
CS-30	(rep)	33.0±7.3	23.6±7.5	< 0.001	1.281
Sit and reach	(cm)	43.3±7.7	36.6±7.5	0.003	0.897
FRT	(%)	15.7±3.0	13.6±4.4	0.100	0.485

SD: standard deviation, ES: effect size.
*: χ^2 test
BMI: body mass index, QE: quantity of exercise, COP: center of pressure, CS-30: 30-sec chair stand test,
FRT: functional reach test.

Table 2. Correlation coefficients between the exercise quantity and physical function

	Exercise period (year)	Exercise Frequency (times/week)	Exercise Time (minute/times)	RE time (minute/times)	AE time (minute/times)	CE time (minute/times)	energy consumption (kcal/times/kg)	RE energy consumption (kcal/times/kg)	AE energy consumption (kcal/times/kg)	CE energy consumption (kcal/times/kg)
COP sway time (sec)	0.020	0.155	0.128	0.187	0.286	-0.139	0.267	0.246	0.324	-0.163
Hand-grip strength (%)	0.128	0.053	0.075	0.200	0.189	-0.147	0.268	0.367	0.257	-0.162
CS-30 (rep)	0.182	0.406	0.263	0.409	0.263	-0.017	0.452	0.476	0.384	-0.021
Sit and reach (cm)	0.075	0.304	0.351	0.278	0.316	0.165	0.397	0.262	0.350	0.149
FRT (%)	0.102	0.166	0.064	-0.031	0.273	-0.116	0.249	0.103	0.345	-0.102

	Exercise Intensity (METs)	RE intensity (METs)	AE intensity (METs)	CE intensity (METs)	QE	RE QE	AE QE	CE QE
COP sway time (sec)	0.276	-0.068	0.219	-0.001	0.248	0.229	0.274	-0.054
Hand-grip strength (%)	0.429	0.205	0.323	-0.087	0.151	0.274	0.122	-0.094
CS-30 (rep)	0.475	0.067	0.469	0.091	0.545	0.634	0.460	0.126
Sit and reach (cm)	0.182	0.037	0.269	0.089	0.426	0.275	0.395	0.332
FRT (%)	0.353	0.199	0.345	0.008	0.232	0.193	0.260	-0.024

COP: Center of pressure, CS-30: 30-sec chair stand test, FRT: Functional reach test, QE: quantity of exercise.
p < 0.05

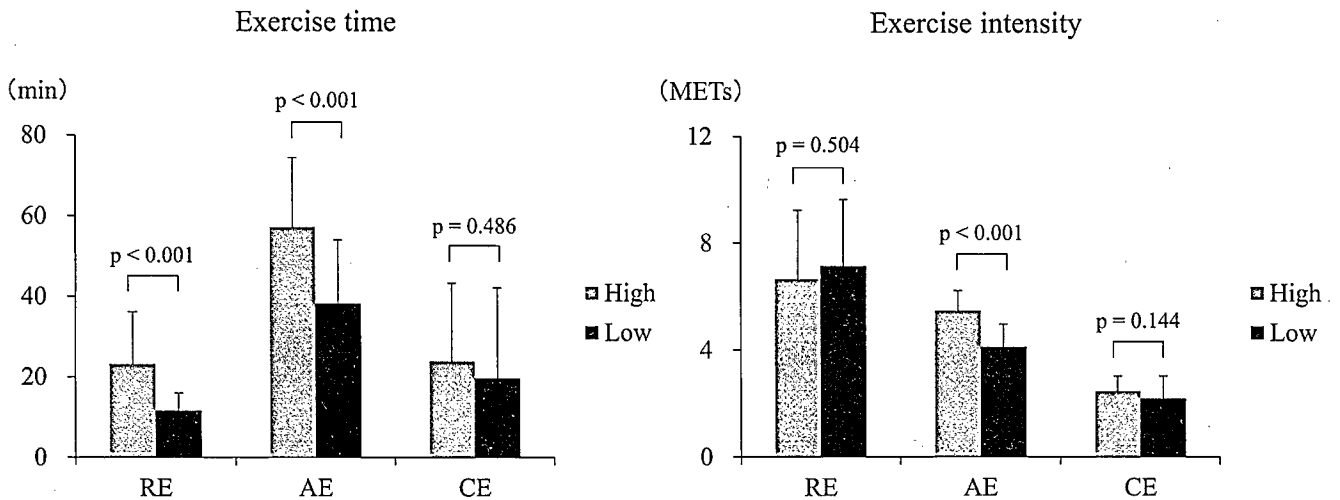


Figure 5. The result of exercise time and exercise intensity by the exercise type

IV 考 察

QEの多い群と少ない群の2群間で動的姿勢制御能力・身体機能を比較したところ、動的姿勢制御能力は有意差が認められなかったのに対して、身体機能の4項目のうち3項目では有意差が認められ、効果量も大きかった。本研究の動的姿勢制御能力の測定は不安定傾斜板上に立ち、前方の目標点に向けてCOPを移動させる課題であった。唯一、身体機能の中で有意差が認められなかったFRTも動的姿勢制御能力の測定の一つに含まれ、前方へCOPを最大限移動させる課題である。したがって、筋力や柔軟性はQEが多い群ほど高値を示すものの、動的姿勢制御能力はQEが多いからといって必ず高値を示すわけではないことが確認された。一般的に筋力や柔軟性は加齢とともに低下し、20歳時を100%としたとき80歳時では筋力の低下率は43%、柔軟性の低下率は79%であったと報告されている(衣笠ほか, 1994)。しかし、高齢者でも活発な身体活動によって筋力や柔軟性が改善されるということが証明されており(Takeshima et al., 2002; Voorrips et al., 1993)、運動の重要性が示されている。本研究においてもQEが多い上位群で筋力や柔軟性が有意に高値を示したことから、多くの運動量を確保することで筋力や柔軟性は向上する可能性が示唆された。一方で、動的姿勢制御能力についても加齢による低下はみられ(小野・琉子, 1999)、運動によって改善することが報告されている(島田・内山, 2001; 漆畑ほか, 2010)。しかし、島田・内山(2001)は高齢者に対するバランストレーニングにおいても、トレーニングの原則である特異性(トレーニングをした部位や動作に関連した効果が現れる)が存在することを報告している。本研究のテラーメイド型かつ複合型運動プログラムは個人の体力や状態に応じたプログラムでRE, AE, CEから構成されている。個々人でその配分は異なるが、転倒予防やバランストレーニングに特化した運動内容ではなかったため、2群間で有意差は認められなかったと考えられる。したがって、多くの運動量を確保しても動的姿勢制御能力は向上しにくい可能

性が示唆された。さらに、動的姿勢制御能力および身体機能と運動量との相関関係をみても、動的姿勢制御能力は運動量と関連性がみられないことは確認されている。

4項目の身体機能については運動量と有意な相関関係がみられ、中でもCS-30と長座体前屈はQEと有意な相関関係であった。そして、CS-30はQEのREおよびAEと、長座体前屈はQEのAEおよびCEとそれぞれ有意な相関関係であったことから、特異性が存在していることが明らかとなった。つまり、筋力を向上させるためにはレジスタンスエクササイズが、柔軟性を向上させるためには調整エクササイズが有効であり、運動量が多いほど、その身体機能は向上すると考えられる。そして、筋力の低下は身体の部位によって異なり、上肢よりも下肢の低下度の方が大きいため(Humphries et al., 1999)、CS-30と運動量との間に有意な相関関係が認められた可能性がある。

また、運動内容ごとの運動時間と運動強度の2群の比較をしたところ、運動時間のCE、運動強度のREでは有意な群間差が認められていない。CEには動的姿勢制御能力の改善がみられるヨガ(Schmid et al., 2012)やピラティス(Pata et al., 2014)も含まれており、これらの運動時間は2群とも同程度であったと推察される。また、転倒予防のためには6か月間の高強度の下肢筋力強化(Buchner et al., 1997)や中強度から高強度の身体活動(Heesch et al., 2008)が必要であると報告されており、本研究においてもREの運動強度は2群とも同程度(7 METs程度)で比較的高強度の運動を実施していたことが考えられる。このように動的姿勢制御能力と関連のある運動量の項目では2群とも同程度であったことから、動的姿勢制御能力には運動量の中でも運動内容や運動強度といった要素が影響しているのかもしれない。

本研究の限界として、一つ目に、対象者が比較的健常な中高齢者であったことが挙げられる。本研究の動的姿勢制御能力の測定は、不安定傾斜板上でのCOPを移動させる課題であ

るため、測定を遂行するだけの身体機能を有する必要がある。二つ目に、運動量については、指定運動療法施設にてシステム化されているwellness systemを用いて運動量を算出したため、運動実施時の運動量しか評価できておらず、日常生活の身体活動量は反映されていない。そのため、加速度計を装着するなど、運動実施時以外の身体活動量も合わせて評価する必要がある。三つ目に、本研究では、運動を実践していない群や全員が同じ運動を行う群との比較ができていない。したがって、今後は運動を実践していない群や全員が同じ運動を行う群を設け、縦断研究を行うことで、よりテラーメイド型かつ複合型運動プログラムの有効性についても明らかにできると考えられる。

V 結 語

本研究ではテラーメイド型かつ複合型運動プログラムを実施している中高齢者を対象として、運動量の違いが動的姿勢制御能力およびその他の身体機能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、QEの上位群と下位群の2群について比較・検討および運動量と身体機能との関係性について検討した。

その結果、筋力や柔軟性は下位群よりも上位群が優れており、運動量が多いほど、筋力や柔軟性は優れていた。一方、動的姿勢制御能力は上位群も下位群も同程度であり、運動量との関係性はみられなかった。したがって、筋力や柔軟性は運動量が影響を及ぼすものの、動的姿勢制御能力は運動量の中でも運動内容や運動強度といった要素が影響している可能性が示唆された。

文 献

American College of Sports Medicine (1998) The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30: 975-991.

浅井仁・奈良勲・立野勝彦・藤原勝夫・山下美津子 (1991) 極低音空気による足底冷却が安静時立位姿勢調節及び有効支持基底面の広さに及ぼす影響. *理学療法学*, 18: 19-25.

Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, and Wagner EH (1997) The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 52: 218-224.

代俊・松尾千秋 (2009) 高齢者の動的バランス機能と他の体力要因との関係. *広島大学大学院教育学研究科紀要第二部*, 58: 269-274.

出村慎一・佐藤進・山次俊介 (2012) 地域高齢者のための転倒予防－転倒の基礎理論から介入実践まで－. 杏林書院, 東京, pp.15.

Duncan PW, Studenski S, Chandler J, and Prescott B (1992) Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol*, 47: 93-98.

古名丈人・島田裕之 (2006) 高齢者の歩行と転倒－疫学的調査から－. *バイオメカニズム学会誌*, 30: 132-137.

Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, and Rowe BH (2001) Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 4. CD000340.

長谷川みなみ・飯田大・原嶋創・若林綾子・塚本好美・田口孝行・廣瀬圭子 (2010) 要介護高齢者における身体機能の自己認識とトラッキング課題の関連性. *理学療法－臨床・研究・教育*, 17: 47-51.

Heesch KC, Byles JE, and Brown WJ (2008) Prospective association between physical activity and falls in community-dwelling older women. *J Epidemiol Community Health*, 62: 421-426.

星文彦 (2002) 高齢者の加齢変化と転倒要因. *理学療法ジャーナル*, 36: 307-314.

郭輝・牛凱軍・矢野秀典・小嶋恭子・中島絹絵・王芸・本川亮・鈴木玲子・藤田和樹・齋藤輝樹・永富良一 (2007) 太極拳及びカンフー体操を取り入れた転倒予防トレーニングの体力低下高齢者の体力に及ぼす効果の検証－従来型転倒予防トレーニングとの比較－. *体力科学*, 56: 241-256.

Humphries B, Triplett-McBride T, Newton RU, Marshall S, Bronks R, McBride J, Hakkinen K, and Kraemer WJ (1999) The relationship between dynamic, isokinetic and isometric strength and bone mineral density in a population of 45 to 65 year old women. *J SciMed Sport*, 2: 364-374.

Jones CJ, Rikli RE, and Beam WC (1999) A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Quart Exerc Sports*, 70: 113-119.

衣笠隆・長崎浩・伊東元・橋詰謙・古名丈人・丸山仁司 (1994) 男性 (18～83歳) を対象にした運動能力の加齢変化の研究. *体力科学*, 43: 343-351.

小口理恵・牧迫飛雄馬・加藤仁志・石井芽久美・古名丈人・島田裕之 (2008) 地域在住高齢者における運動内容と身体組成、運動機能の関連について. *理学療法科学*, 23: 705-710.

厚生労働省 (2006) 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*.

文部科学省 (2000) 新体力テスト実施要項 (65歳～79歳対象). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_04.pdf, (参照日2018年9月14日).

文部科学省 (2013) 体力・スポーツに関する世論調査. http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2013/08/23/1338732_1.pdf, (参照日2018年9月14日).

Murphy J, and Isaacs B (1982) The post-fall syndrome: A study of 36 elderly patients. *Gerontology*, 28: 265-270.

内閣府 (2012) 生涯学習に関する世論調査 (平成24年7月) (内閣府大臣官房政府広報室) の概要. <https://survey.gov-online.go.jp/h24/h24-gakushu/2-2.html>, (参照日2018年9月14日).

中谷敏昭・瀧本雅一・三村寛一・伊藤稔 (2002) 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する30秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究*, 47:451-461.

小野晃・琉子友男 (1999) 静的・動的姿勢制御能力の若年者と高齢者の比較. *日本生理人類学会誌*, 4: 165-17.

大須賀洋祐・藪下典子・金美芝・清野諭・松尾知明・大久保善郎・根本みゆき・鄭松伊・大藏倫博・田中喜代次 (2012) 身体的虚弱が疑われる低体力と運動量の関係: 地域在住高齢女性を対象とした横断研究. *体育学研究*, 57: 9-19.

尾山裕介・太田玉紀・新井田絵理子・藤本裕子・富樫かなえ・佐藤佳恵・五十嵐裕・橋本稔・村山敏夫 (2016) 中高齢者を対象とした視覚的フィードバックを用いた動的姿勢制御能力と運動機能

- との関連性. 新潟体育学研究, 34: 51-56.
- Pata RW, Lord K, and Lamb J (2014) The effect of Pilates based exercise on mobility, postural stability, and balance in order to decrease fall risk in older adults. *J Bodyw Mov Ther*, 18: 361-367.
- Schmid AA, Van Puymbroeck M, and Kocejka DM (2012) Effect of a 12-Week Yoga Intervention on Fear of Falling and Balance in Older Adults: A Pilot Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91: 576-583.
- 島田裕之・内山靖 (2001) 高齢者に対する3ヶ月間の異なる運動が静的・動的姿勢バランス機能に及ぼす影響. *理学療法学*, 28: 38-46.
- 杉原敏道・郷貴大 (2005) 高齢者の自己身体能力認知について. *日本保健科学学会誌*, 7: 257-261.
- 鈴木隆雄 (2003) 転倒の疫学. *日本老年医学会雑誌*, 40: 85-94.
- 田口孝行・中山彰一・山本友紀・加藤理恵・石崎耕平・田口直枝・井口佳晴・久保田章仁・井上和久・西原賢・丸岡弘・磯崎弘司・原和彦・藤縄理・溝呂木忠・江原皓吉・細田多穂 (2003) 加速度計付き傾斜板による視覚誘導性運動能力の測定 (第一報). *埼玉県立大学紀要*, 5: 41-45.
- 田井中幸司・青木純一郎 (2007) 在宅高齢女性の転倒経験と体力. *体力科学*, 56: 279-286.
- Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, Islam MM, and Hayano J (2002) Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc*, 34: 544-51.
- 田中勇治・峯島孝雄・山中利明・今泉寛・田中まり子・川合秀雄・早川康之 (2001) 高齢者の転倒に関する下肢反応時間および運動時間の検討. *理学療法科学*, 16: 167-171.
- 内山靖 (1997) 姿勢バランスの定量的評価. *理学療法学*, 24: 109-113.
- 漆畑俊哉・衣笠隆・相馬優樹・三好寛和・長谷川聖修 (2010) 女性前期高齢者のバランス能力を改善させる運動介入: 無作為比較試験. *体力科学*, 59: 97-106.
- Voorrips LE, Lemmink KA, van Heuvelen MJ, Bult P, and van Staveren WA (1993) The physical condition of elderly women differing in habitual physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 25: 1152-1157.
- 山田実 (2012) 高齢者のテラーメード型転倒予防. *運動疫学研究*, 14: 125-134.
- 山田実 (2012) 転倒予防-テラーメード型の運動介入の確立に向けて-. *愛知県理学療法学会誌*, 24: 3-7.
- 吉田祐子・熊谷修・杉浦美穂・古名丈人・吉田英世・金憲経・新開省二・渡辺修一郎・鈴木隆雄 (2005) 域在宅高齢者における運動習慣の継続と心拍数の縦断変化. *体力科学*, 54: 295-304.