バランスボードを用いた女性高齢者向け転倒予防体操の考案

檜皮 貴子¹⁾ 長谷川聖修²⁾

Takako Hiwa¹ and Kiyonao Hasegawa²: Balance board exercise for elderly women aimed at acquisition of fall avoidance capability. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 58: 707-720, December, 2013

Abstract : Objective: In the present study, we devised an exercise program (GUT exercise) based on the motor structure of motion for avoidance of falls. The exercise uses an unbalanced board specially designed for the elderly. The feet are made intentionally unstable by tilting, pitching and rolling the board. From an unbalanced posture, a person steps forward or backward. Such movement is undertaken at a steady tempo (70 beats/min) in time to music. Our aim was to acquire basic knowledge of fall evasion movements in elderly women by devising an exercise program with our balance board, and we determined the ability of the subjects to balance by measuring their degree of unease about falling before and after implementation of the program, and compared the differences.

Methods: The subjects were 18 elderly women (average age 72.6 ± 4.0 years) who performed exercise training for 5 months (15 sessions). Measurements were done before and after the exercise for a single-foot standing test with the eyes open, Function Reach (FR), Tandem Walk, and Timed Up and Go (TUG) test, as well as investigating the extent of unease about falling.

Results:

- 1) Balance ability improved significantly after the GUT exercise in the single-foot standing test with the eyes open, FR, and Tandem Walk ($p < 0.01$, $p < 0.01$ and $p < 0.05$, respectively).
- 2) Considering the degrees of difference before and after implementation of the GUT exercise, we observed significantly favorable correlations for the single-foot standing test with the eyes open, FR, and TUG ($p < 0.01$, $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively). The measurements revealed a clear tendency for subjects with lower scores before implementation of the GUT exercise to show higher degrees of improvement afterwards.
- 3) The average degree of unease about falling was 10.3 ± 0.6 before the GUT exercise and 10.4 ± 0.9 after the exercise, thus demonstrating that unease about falling remained relatively unchanged.

Discussion: In conventional coaching aimed at making the elderly better at avoiding falls, unstable postures should be avoided from a safety viewpoint. In the exercise we have devised, however, the body's center of gravity is made to shake in an unstable situation. Applying this exercise to elderly women seems to have improved their balancing ability without worsening their unease about falling.

Conclusion: The significance of reexamining exercise intervention for elderly women has been verified from the viewpoint of acquiring the ability to cope with an unstable situation, while ensuring a sufficient level of safety.

Key words : fall prevention, motion for avoidance of falls, balance ability, degrees of unease about falling, GUT exercise

キーワード : 転倒予防, 転倒回避動作, バランス能力, 転倒不安感尺度, GUT 体操

1) 駿河台大学現代文化学部
〒357-8555 埼玉県飯能市阿須698

2) 筑波大学体育系
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
連絡先 檜皮貴子

1. Faculty of Contemporary Cultures, Surugadai University
698 Azu, Hnnou, Saitama 357-8555

2. Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba
1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574
Corresponding author hiwa.takako@surugadai.ac.jp

1. 緒 言

1990年、日本国内における65歳以上の人口は1493万人に及んだ。2012年、その人口は2倍を超える3074万人となり、総人口の24.1%を占めるに至った（総務省，2011）。こうした急速な高齢化を背景に，2000年より厚生労働省管轄のもと介護保険制度が開始された。その後の要支援・要介護認定者数の急激な増加に伴い，2005年に介護保険法が改正された。これを機に重視されたのが介護予防である（厚生労働省，2005）。

高齢者において介護が必要になる主な原因は，平成22年国民生活基礎調査の結果によると，脳血管疾患（21.5%），認知症（15.3%），高齢による衰弱（13.7%），関節疾患（10.9%），骨折・転倒（10.2%）が挙げられている（厚生労働省，2011）。中でも，骨折の要因ともなる転倒については，運動介入がその予防に果たすべき役割が大きいとされている。そのため，近年，高齢者向けに転倒予防を目的とした運動プログラムについて関心が高まっている（加藤ほか，2008；芳賀ほか，2003）。

これまで，転倒予防を目的とした運動介入研究が多数行われてきた。それらの研究では，主に筋力やバランス等体力要素の向上が目的として明示されてきた。このため，介入運動の具体的な内容として，マシンを用いた筋力トレーニング（小野ほか，2007；稲葉ほか，2006；琉子ほか，2005；西嶋ほか，2003）や開眼片足立ちでのバランストレーニング（井口ほか，2007；横川ほか，2003）が取り上げられてきた。これらの介入運動では，運動強度を規定する観点から，一定の動作が繰り返し実施されてきた。

そのため，こうした各身体部位への刺激としてのトレーニングだけでなく，転倒回避動作との類縁性^(註1)に考慮した発生運動学的な視点からも，転倒を予防するための指導内容を検討することが重要であると考え。転倒現象に関して，大築（1988）は，身体重心を通る鉛直線が支持基底面から外れると重力を支えるものがなくなり，それ

までその人を支持していた物体と接触していなかった体部が接触することであるとその運動構造について述べている。こうした構造を有する転倒を予防するには，身体重心が支持基底面から外れた不安定な状況下で即座に対応し，新たな支持基底面を作る動作が必要である。具体的には，障害物等につまずいて身体のパランスが崩れかけた時に，素早く足を踏み出して転倒を回避する動作が求められる。いわゆる「とっさの一步」が重要であると考え。

しかしながら，安全面を配慮すると，転倒発生時の運動構造に着目して高齢者向けの運動内容を検討することは難しい課題である。それ故，実践研究における非トレーニング系の介入運動では，その代わりにゆっくりとした動作の太極拳（郭ほか，2007；金・黒澤，2006；金・渡部，2003）や椅子に座った状態でのオリジナル転倒予防体操（篠田，2007；植木ほか，2006；串間ほか，2006）等，可能な限り安定した姿勢での運動が主に介入されてきた。つまり，パランスを崩すことがない状況において筋力やパランス能力の向上が目指された。しかしながら，こうした取り組みだけでは，支持基底面から重心が外れた際に発生する転倒現象を実際に回避することに繋がるとは言いがたい。

そこで，高齢者向けに安全な範囲で足元を不安定にさせるパランスボードを試作し，不安定な環境に対応して転倒回避への動作を導くための新たな体操プログラムを考案した。パランスボードの一般的な使用法は，これまで不安定なボードの上で一定姿勢を保持することが課題とされてきた。しかし，本研究では，従来のようにボードを水平に保持するだけでなく，一定のリズムでボードを傾斜させ，その傾いたボードから床に足を踏み出す等の動作を取り上げた。つまり，意図的にパランスを崩す状況を作り，これに対応させることで，転倒回避動作と類縁する運動課題を設定した。

なお，転倒発生に関する先行研究によると，男性よりも女性の転倒が多いと報告されている（植木ほか，2003；鈴木，2006）。さらに，転倒恐怖

感のために外出を控える割合は、男性（13.2％）に比べて、女性（28.5％）が大きな割合を示している（金ほか，2003）．これらのことを配慮して，本研究の対象は女性高齢者とした．

2. 研究目的

本研究は，女性高齢者を対象として，転倒回避動作との類縁性に着目したバランスボードを用いた体操プログラムを考案し，その介入前後にバランス能力の測定と転倒不安感尺度の調査を実施し，それらの変容を明らかにすることで，転倒予防体操に関する基礎的知見を明らかにすることを目的とした．

3. 方 法

3.1 対象者

対象者は，運動介入の研究参加の呼びかけに応じた地域在住の女性高齢者23名（ 72.0 ± 3.9 歳）であった．参加条件として，循環器系疾患，関節疾患を有していないことを確認した．参加者23名の特徴は，以下の通りである．身長 152.5 ± 3.9 cm，体重 52.7 ± 6.1 kg，BMI 22.7 ± 2.4 ，過去1年間に転倒経験のある者は3名（ 69.7 ± 3.0 歳）．また，転倒リスク要因となる服用に関して，降圧剤を服用している者が6名（ 72.3 ± 4.6 歳）であった．

この23名のうち，家庭の事情によって中断した者（3名），教室後に実施した測定のデータに欠損のあった者（2名）は本研究の対象から削除した．

最終的に本研究の対象者は，18名（ 72.6 ± 4.0 歳）であった．なお，実験参加に際しては，参加者全員にヘルシンキ宣言に準じて文書ならびに口頭による実験内容の説明を充分にした上で，文書にて同意を得た．本研究は，筑波大学人間総合科学研究科倫理委員会の承認を得て実施したものである．

図1 研究の手順

3.2 転倒予防体操プログラムの実施期間と内容

バランスボードを用いた女性高齢者向け転倒予防体操プログラムを考案し，体操教室を2010年12月6日から2011年4月25日の間，実施した．体操教室は，1回60分とし，全15回開催した．なお，転倒予防運動に関する先行研究（井口ほか，2007；郭ほか，2007；植木ほか，2006）において，1回あたり30—70分，指導回数は全12回でそれぞれ体力指標に改善が認められた．これらを参考として，本研究では，1回あたり60分，全15回の指導実施回数を設定し，介入前後の変容を明らかにすることとした（図1）．

3.3 体操用具について

市販のバランスボードの多くは，若者やスポーツ選手のトレーニングに用いられている．そのため，本研究では高齢者用に安全面に配慮したバランスボードを試作した．具体的には，支軸を通常のものより低めの角柱（1.5 cm と1.8 cm の2種類）として，ボードの傾斜角度が市販の物より緩やかになるようにした．この支軸はボードと固定せずに，長方形のボードを横置きと縦置きとの2パターンで利用できるようにした（写真1）．2種類の支軸の高さと2パターンのボードの置き方を組み合わせることで傾斜の難易度を4段階に設定した．表1は，本研究で試作したバランスボードと市販のバランスボード2例を比較し

たものである。安全面に関与する最大傾斜角度については、市販のバランスボードにおいて約 10° — 16° であった。これらと比べて、試作したバランスボードの最大傾斜角度は約 3° — 7° と低い値を示した。

バランスボードを傾斜させる動作により、ボードの端は床面に接触するのでトントンと軽快な音を鳴らすことが出来る。そこで、このボードを「ぐらぐら (GUragura) トントン (Tonton) ボード」で「GUT^{注2)} ボード」と名付けた。また、GUT ボードを用いて行った体操プログラムを「GUT 体操」と呼ぶこととした。

写真1 GUT ボード (左: ボード横置き 右: ボード縦置き)

3.4 GUT 体操の運動課題について

GUT 体操では、一連の音楽リズム (70 beat/min, 以下「bpm」と略す) に合わせて GUT ボード (以下「ボード」と略す) を前後左右に傾けることで、足元が不安定な状態を作り、これに対応する動作を繰り返し体験できるようにした。さらに、ボードを傾けた不安定な状態から前方および後方へ足を踏み出す課題も設けた。このことで、身体重心が支持基底面から外れてバランスが崩れかかる状況における踏み出し動作と類縁する動きを引き出すようにした。GUT 体操の一連の運動内容は、URL に動画形式で掲載した (GUT 体操動画公開ページ, 2013)。なお、参加者からは動画の Web 公開について同意を得た。

構成された運動課題は、以下の通りである。

運動課題 1. 横置きボードによる左右傾斜・バランス課題: 図 2 上

ボードは横置きとする。左右開脚姿勢でボードに乗り、70 bpm に合わせて左右にボードを傾け、同じテンポで手を叩く。その倍速テンポで左右にボードを傾ける。ボードのバランスを保つ。

運動課題 2. 横置きボードによる前後傾斜・踏み

表 1 本研究と市販のバランスボードの比較

	本研究のバランスボード・横置き		本研究のバランスボード・縦置き		市販のバランスボード 1	市販のバランスボード 2
上からの図						
横からの図						
ボードの大きさ (W) × (L)	60.0 cm × 30.0 cm	60.0 cm × 30.0 cm	30.0 cm × 60.0 cm	30.0 cm × 60.0 cm	60.0 cm × 25.0 cm	50.0 cm × 25.0 cm
ボードの高さ (H)	3.5 cm	3.8 cm	3.5 cm	3.8 cm	9.0 cm	9.0 cm
支柱の横幅	1.5 cm (角柱)	1.8 cm (角柱)	1.5 cm (角柱)	1.8 cm (角柱)	直径6.0 cm (円柱)	8.0 cm (角柱)
最大傾斜角度	約 3°	約 4°	約 6°	約 7°	約 10°	約 16°

図2 横置きボードにおける傾斜と踏み出し運動課題

出し課題：図2下

ボードは横置きとする．前後開脚姿勢でボードに乗り，70 bpmに合わせて前後にボードを傾け，同じテンポで手とお尻を交互に叩く．その倍速テンポで前後にボードを傾ける．前に傾けた際，床に1歩踏み出す．後ろに傾けた際，後ろに1歩踏み出す．前足の左右を入れ替えて行う．

運動課題3．縦置きボードによる左右傾斜・バランス課題：図3上

ボードは縦置きとする．足幅の狭い左右開脚姿勢でボードに乗り，70 bpmに合わせて左右にボードを傾ける．その倍速テンポで左右にボードを傾ける．ボードのバランスを保つ．

運動課題4．縦置きボードによる前後傾斜・踏み出し課題：図3下

ボードは縦置きとする．足幅の狭い前後開脚姿勢でボードに乗り，70 bpmに合わせて前後にボードを傾ける．その倍速テンポで前後にボードを傾ける．前に傾けた際，床に1歩踏み出す．後ろに傾けた際，後ろに1歩踏み出す．前足の

左右を入れ替えて行う．

3.5 GUT 体操教室における指導内容の構成

全15回のGUT体操教室では，4段階に分けて実施した．表2には，各段階における主な運動内容と時間配分，補助者の有無，角柱の高さを示した．

3.6 測定方法

本研究では，GUT体操の介入前後において，以下の測定と自記式質問紙による調査を実施した．

3.6.1 測定項目

加齢によるバランス能力の低下が転倒の危険因子であるとしている研究が多く見受けられる (Lord et al., 1994; Stalenhoef et al., 2002; Debra, 2005; Rubenstein, 2006)．そのため，本研究では，転倒予防に関する先行研究で用いられてきた代表的なバランス能力測定4項目を実施した．

1) 開眼片足立ち

素足の状態で立ちやすい足を決定した後，両手

図 3 縦置きボードにおける傾斜と踏み出し運動課題

表 2 GUT 体操教室における指導内容の構成

	第 1 段階	第 2 段階	第 3 段階	第 4 段階
	第 1 回—第 4 回	第 5 回—第 7 回	第 8 回—第11回	第12回—第15回
主な運動内容 (期分け)	補助付き 部分動作習得期	補助付き 音楽リズム同調 部分動作習得期	自立的 音楽リズム同調 部分動作習得期	自立的 音楽リズム同調 全動作習得期
運動課題 1	31%	9%	32%	6%
運動課題 2	43%	30%	23%	9%
運動課題 3	0%	0%	0%	17%
運動課題 4	0%	0%	0%	15%
音楽リズムに 合わせた一連の 運動課題	26%	61%	45%	53%
合計	100%	100%	100%	100%
補助者	あり	あり	なし	なし
角柱の高さ	1.5 cm	1.8 cm	1.8 cm	1.8 cm

を腰に置いた姿勢で、片足立ちできる時間を最長値60秒として測定した。計測は 2 回実施し、良い方の記録を採用した。

2) Functional Reach (以下「FR」と略す)
壁に対して垂直に立ち、立位姿勢の状態で両手を水平に挙げた後、壁側の腕のみを挙げたまま水

平に保持し、反対の腕は体側に戻す。足を動かさずに壁側の手をできるだけ前方へ伸ばし、その後立位姿勢に戻す。前方への手の到達距離を測定した。足が動いた場合は再測定とした。

3) タンデム歩行

3 m の直線上における継ぎ足歩行の時間を計測した。歩幅が空いた場合や直線上から足が外れた場合は再測定とした。

4) Timed Up and Go テスト（以下「TUG テスト」と略す）

椅子から立ち上がり、3 m 先の目印を折り返し、再び椅子に座るまでの時間を計測した。スタート時は椅子の背もたれに背中を着けた姿勢とし、背中が離れた時点から、再び座って背もたれに背中が着くまでの時間を測定した。

3.6.2 転倒不安感尺度（自記式質問紙による調査）

転倒への不安はバランス能力を低下させ（Hausdorff et al., 2001; Binda et al., 2003）、さらに日常生活活動や社会活動を著しく減退させると言われている（Vellas et al., 1997; Tinetti and Williams, 1998）。そこで、本研究では、日常生活動作における転倒への不安について、転倒不安感尺度（厚生労働省, 2012）を用いて調査した。転倒不安感尺度は、10項目の日常生活動作において「全く不安がない」1点、「少し不安がある」2点、「不安がある」3点、「とても不安がある」4点で、対象者自らが判断し、その合計点数で転倒への不安度を測るものである。

3.7 データ分析・統計処理

各種バランス能力測定と転倒不安感尺度における、GUT 体操介入前後の比較には、対応サンプルによる Wilcoxon の符号付き順位検定を行った。さらに、介入前値と介入後の変化率の相関関係の検定には、Spearman の順位相関係数を用いた。統計解析ソフト SPSS Statistics 20（IBM 社製）を用いて、分析を行った。測定結果は、平均±標準偏差で表し、有意水準は5%とした。

4. 結果および考察

4.1 年齢と体操教室の参加状況について

対象者18名における全15回とした体操教室への参加状況は、平均 10.5 ± 2.2 回で、その平均参加率は70.0%であった。平均参加率が70%に留まったのは、個人差が顕著となる高齢者を対象とした場合、体調や天候による影響を受けやすいことが要因と考えられる。先行研究においても介入群28名を対象とした6ヶ月の介入プログラム（鈴木, 2006）では、平均参加率は75.3%であった。また、149名を対象とした計12回の転倒骨折予防教室を実施した研究（井口ほか, 2007）では、参加状況が $5.8 \text{回} \pm 3.8 \text{回}$ に留まっていた。

4.2 測定結果

図4は、GUT 体操介入前後における開眼片足立ち保持時間の平均値を比較したものである。体操介入後における開眼片足立ち保持時間の平均値は、体操介入前に比べて有意に長くなった（体操介入前 41.8 ± 19.0 秒、体操介入後 50.2 ± 15.8 秒、 $p < 0.01$ ）。

Hurvitz et al. (2000) は、開眼片足立ちと転倒の関連について、転倒歴がない対象者群は平均値が31.3秒であったのに対し、転倒歴がある対象者群の平均値は9.56秒であったと報告している。さらに、30秒以上の片足立ち保持の可否が転倒予測に有用であると示している。本研究では、体操介入前には、30秒以下の者が6名（33.4%）であったが、介入後は2名（11.1%）となった。このことより、GUT 体操の実施により転倒発生リ

図4 開眼片足立ちにおける GUT 体操介入前後の比較

図5 FRにおけるGUT体操介入前後の比較

スクを減少させる可能性が示唆された。

介入運動として太極拳を用いた金・黒澤(2006)の先行研究においても、開眼片足立ちの向上が認められている。ゆっくりと身体重心を移動させて片足加重を多く行う太極拳と同様に、GUT体操においても片足加重の動作が多く含まれていた。つまり、左右前後に支持基底面を傾斜させたり、片足を踏み出すことが主な課題であった。このことから、完全な片足立ち課題は少なかったものの、足元が不安定な状況において片足に加重した姿勢でのバランス課題が求められた。その結果、開眼片足立ちの測定値向上にも影響したものと考えられる。

図5は、GUT体操介入前後におけるFRの平均値を比較したものである。体操介入後におけるFRの平均値は、体操介入前に比べて有意に向上した(体操介入前 33.9 ± 4.9 cm, 体操介入後 37.8 ± 5.3 cm, $p < 0.01$)。

FR値は、Duncan et al. (1992)が70歳以上の地域高齢者を対象とした研究において、測定値が低いほど転倒の危険性が高いことを報告している。さらに、その転倒危険率に関して測定値25 cm以上をオッズ比1とし、15—25 cmが2.0、15 cm以下が4.0、全く測定できない場合が8.1であることを示している。また、Aslan et al. (2008)は、転倒経験者と非経験者ではFR値がそれぞれ14.8 cm, 18.9 cmであり、転倒経験者において有意に値が低かったことを報告している。本研究では、体操介入前後ともに、Duncanがオッズ比を1とした25 cmよりも高い平均値を示し、体操介入後においては体操介入前よりも有意に高い値を示した。そのことは、GUT体操の実施を通して、転倒発生の可能性をより低いものにできたと

図6 タンデム歩行におけるGUT体操介入前後の比較

推察する。

GUT体操では、両足を前後に開いた立位姿勢でボードを傾斜させながら、バランスを取る動きが組み込まれていた。つまり、前後に傾斜するボード上に踏み留まったり、踏み出した足を元に戻すことが課題とされた。FRで両足を揃えた姿勢とGUT体操での前後開脚姿勢は若干異なるものの、踏み留まって元の姿勢に戻る動作には、両者の運動課題において類似点があると考えられる。そのことが、GUT体操実施によるFR測定値の向上に影響を与えたと推察される。

図6は、GUT体操介入前後におけるタンデム歩行の平均値を比較したものである。体操介入後におけるタンデム歩行の平均値は、体操介入前に比べて有意に短縮した(体操介入前 14.8 ± 4.3 秒, 体操介入後 13.4 ± 3.3 秒, $p < 0.05$)。

タンデム歩行について、清野ほか(2010)は、運動介入によって向上する測定項目であり、さらに、その成績が転倒および複数回転倒に強く関係することを示した。このことより、本研究においてタンデム歩行値がGUT体操介入後に有意に改善されたことは、転倒を引き起こす危険因子を介入前よりも少なくできた可能性があると考えられる。

GUT体操は、不安定なボードの上で、音楽リズムに合わせた一連の動きを実施した。こうした時間的・空間的な条件が複合的に変化する状況に対応することで、狭い支持基底面で前進するようなタンデム歩行の時間短縮に結び付いたものと考えられる。

図7は、GUT体操介入前後におけるTUGの平均値を示したものである。体操介入後に所要時

図7 TUGにおけるGUT体操介入前後の比較

図8 開眼片足立ちにおけるGUT体操介入前値と介入後の変化率の関係

間が短縮されたものの有意な差は認められなかった（体操介入前 8.8 ± 3.0 秒，体操介入後 8.3 ± 2.0 秒）．GUT体操では，主にボード上で一定の音楽リズムに合わせた運動を中心に実施された．つまり，立ち上がり動作と歩行動作の速度向上には焦点を当てなかった．このことが，椅子からの立ち上がり動作と歩行速度が重視されるTUG値の向上への影響を少ないものにしたと推測される．

4.3 GUT体操介入前値と介入後の変化率の関係

図8から図11は，各バランス能力測定における体操介入前の値と介入後の変化率の関係を示したものである．両者の相関係数や散布図の結果から，GUT体操が個々の対象者のバランス能力測定値に及ぼした影響について考察した．

その結果，開眼片足立ち，FR，TUGの測定項目において，GUT体操介入前値と介入後の変化率に，有意な相関関係が認められた（開眼片足立ち： $p = -0.638$ ， $p < 0.01$ ）（FR： $p = -0.483$ ， $p < 0.05$ ）（TUG： $p = -0.712$ ， $p < 0.01$ ）．すなわ

図9 FRにおけるGUT体操介入前値と介入後の変化率の関係

図10 タンデム歩行におけるGUT体操介入前値と介入後の変化率の関係

図11 TUGにおけるGUT体操介入前値と介入後の変化率の関係

ち，この3項目においては，GUT体操介入前に低値だった者ほど高い改善率を示す傾向が明らかになった．

しかしながら，散布図からも分かるように個々の測定値には，大きな個人差が認められた．そこで，介入前のバランス能力測定において4つの全項目で平均値を下回った対象者3名につい

表3 事例考察対象者3名の結果

	開眼片足立ち(秒)			FR(cm)			タンデム歩行(秒)			TUG(秒)		
	介入前 (ave.41.8)	介入後 (ave.50.2)	変化率 (%)	介入前 (ave.33.9)	介入後 (ave.37.8)	変化率 (%)	介入前 (ave.14.8)	介入後 (ave.13.5)	変化率 (%)	介入前 (ave.8.8)	介入後 (ave.8.2)	変化率 (%)
Sub.1 (age.80)	31	55	77.4	25	35	40.0	16.9	16.4	-3.4	12.1	10.2	-18.1
Sub.2 (age.80)	34	60	76.5	24	33	37.5	16.1	15.1	-6.0	9.3	9.6	4.0
Sub.3 (age.73)	10	26	160.0	31	27	-12.9	26.9	19.4	-26.4	18.8	13.7	-27.2

て、事例的に考察する。表3は、この3名の介入前の測定値と介入後の変化率を示したものである。

Sub.1と2は、対象者の中で最高齢の80歳であった。しかし、Sub.2のTUG以外の測定値において、体操介入後に改善傾向を示した。特に開眼片足立ちとFRにおいては、Sub.1で77.4%と40.0%、Sub.2で76.5%と37.5%と共に高い変化率が認められた。

Sub.3は、介入前の全ての測定値が顕著に低い傾向であった。しかし、介入後において、開眼片足立ちは160%の改善傾向の変化率を示した。また、タンデム歩行では、-26.4%、TUGでは-27.2%の変化率が示され、歩行に要した時間が短縮されたことが分かる。Sub.3の体操介入後の各測定値は、相対的に見ると高くはないが、Sub.3の体力レベルに応じた測定値の改善が示された。

体操介入前に測定値が低かった対象者を事例的に見ると、やはり個人差はあるものの、体操介入後には各人において測定値が改善されている実態が明らかになった。

4.4 転倒不安感尺度について

GUT体操介入前後において、自記式質問紙による転倒不安感尺度の調査を実施した。その結果、体操介入前の転倒不安感尺度の平均値は 10.3 ± 0.6 点、体操介入後の平均値は 10.4 ± 0.9 点を示した。このことから、体操の実施によって大きな変化が認められなかったことが分かる。

大淵(2011)の運動器疾患対策プログラムの効果に関する研究では、高齢者60名(男性17名、女性43名、 76.0 ± 7.0 歳)を対象に転倒不安感尺

度を調査している。その結果によると、運動介入前では 14.0 ± 5.0 点、運動介入後においては 13.0 ± 2.7 点であったと報告されている。これらの結果と比較すると、本研究の対象者は、体操介入前において 10.3 ± 0.6 点であったため、元々転倒に対する不安が少ない集団であったことが分かる。さらに、体操介入後においても 10.4 ± 0.9 点と、その状態を維持できたことが明らかとなった。加齢により身体機能の低下が著しいとされる高齢者において転倒不安感を低い状態で維持できたことは一定の成果であると言える。しかしながら、質問項目により回答の傾向が異なるため、その詳細を項目別に考察した。

GUT体操介入前後における転倒不安感尺度の項目別の結果を表4に示す。体操介入前において、項目7の「階段昇降」に関して、「少し不安がある」者が5名(27.8%)であった。転倒に関しておおむね不安感が少ない本研究の対象者においても、階段昇降の対応に不安を抱えていた者が約3割おり、高齢になれば段差に不安を感じる傾向が強くなることが理解できる。その階段昇降に関して、体操介入後に「少し不安がある」者が3名(16.7%)に減少した。このことより、ボードを傾斜させて足元を不安定にした状態から踏み出す動作を体験したことで、階段昇降時の動作に対する不安が減少する傾向になったものと思われる。一方、項目10の「急いで電話に出る」ことに関して、体操介入前は全員が「全く不安がない」と回答していたが、体操介入後に2名が「少し不安がある」と答えた。このことは、体操介入前後におけるTUGの結果で有意な差が認められなかったことと同様の傾向であると思われる。つま

表4 転倒不安感尺度における GUT 体操介入前後の変化

次の動作で転ぶ不安は？	GUT 体操介入前 (n=18)				GUT 体操介入後 (n=18)			
	全く不安がない	少し不安がある	不安がある	とても不安がある	全く不安がない	少し不安がある	不安がある	とても不安がある
1 家の掃除をする	17	1	0	0	17	1	0	0
2 服を脱いだり, 着たりする	18	0	0	0	18	0	0	0
3 簡単な食事の支度をする	18	0	0	0	18	0	0	0
4 お風呂やシャワーに入る	18	0	0	0	18	0	0	0
5 簡単な買い物をする	18	0	0	0	18	0	0	0
6 椅子から立ったり, 座ったりする	18	0	0	0	17	1	0	0
7 階段を昇り降りする	13	5	0	0	15	3	0	0
8 近所を歩く	18	0	0	0	18	0	0	0
9 戸棚やタンスに手を伸ばす	18	0	0	0	17	1	0	0
10 急いで電話に出る	18	0	0	0	16	2	0	0

り, GUT 体操では歩行速度の向上に指導の重点をおいて実施しなかったため, 体操介入後の調査で歩行能力に少し不安があると感じていた者がわずかであるが増えたと推察できる。

5. ま と め

本研究は, 女性高齢者を対象として, 転倒回避動作との類縁性に着目したバランスボードを用いた体操プログラムを考案し, その介入前後にバランス能力の測定と転倒不安感尺度の調査を実施し, それらの変容を明らかにすることで, 転倒予防体操に関する基礎的知見を明らかにすることを目的とした。

本研究の結果は以下の通りである。

- 1) GUT 体操介入前と介入後におけるバランス能力を測定した結果, 開眼片足立ち, FR, タンデム歩行において体操介入後に有意な向上を示した ($p<0.01$, $p<0.01$, $p<0.05$)。
- 2) GUT 体操介入前値と介入後の変化率との相関関係より, 開眼片足立ち, FR, TUG に有意な相関が認められた ($p<0.01$, $p<0.05$, $p<0.01$)。これらの測定においては, GUT

体操介入前に低値だった者ほど高い改善率を示す傾向が明らかになった。

- 3) GUT 体操介入前後における転倒不安感尺度の結果は, 体操介入前の平均値が 10.3 ± 0.6 点, 体操介入後の平均値が 10.4 ± 0.9 点であった。このことより, 体操介入前後において転倒に対する不安感が低い傾向で維持されたことが明らかになった。

従来の高齢者を対象とした転倒予防運動の指導では, 安全面への配慮から不安定な姿勢での運動を避ける傾向があり, 環境とは関わらない媒介的・手段的エクササイズが中心に指導されてきた。そのため, 本研究では, 環境と積極的に関わっていくことを前提にした立場から, 実際に身体重心を揺さぶるような不安定な環境における体操プログラムを女性高齢者向けに考案した。こうした転倒回避動作との類縁性を考慮した GUT 体操の実施は, バランス能力の向上と転倒不安感尺度の維持に繋がったため, 転倒予防に一定の効果がある可能性が示された。

これらの結果から, 女性高齢者を対象とした場合, 単に体力的な向上を目指す既存の運動内容だけでなく, 十分な安全性を確保した上で, 不安定な状況に即座に対応できる転倒回避動作という観

点からも転倒予防体操のあり方を検討することの意義が示唆された。

6. 今後の課題

本研究では、体操介入前後における測定値の変容を明らかにしたが、体操プログラムの効果を検証するには及ばなかった。今後は、考案した体操プログラムの介入群と非介入群を比較することで、その効果を客観的に示すことができるように努めたい。

また、転倒現象は、加齢変化や身体的疾患、物的環境などの多様な要因が複雑に絡みあって発生する。この転倒を予防するための運動プログラムを考案するには、より多面的で、実践的な取り組みが必要である。

さらに、本研究で取り上げたような既存のバランス能力測定方法だけでは、転倒予防効果を測定するには限界がある。そこで、今後は、転倒に対する危機回避能力の実態を明らかにするために、転倒回避動作との類縁性を配慮した新たな測定方法を検討し、その妥当性についても研究を進めて行きたい。

付記

本研究の一部は、科学研究費補助金（若手研究（B）、課題番号：23700808）の助成を得て行われたものである。

注

注1) 運動類縁性について塩野（1990）は、「運動を比較したとき、その運動を形づくっている最も重要な部分の機能が、運動の方向や範囲、また力の入れ方や経過の変化において共通性をもっているときに運動類縁といわれ、そこでは運動経過の本質的徴表の一致もしくは類似を問題にしている」と述べている。

注2) “gut”はドイツ語の「良い」を意味する単語である。

文 献

- Aslan, B.U., Cavlak, U., Yagci, N., and Akdag, B. (2008) Balance performance, aging and falling. A comparative study based on a Turkish sample. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 46: 283-292.
- Binda, S.M., Culham, E.G., and Brouwer, B. (2003) Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults. *Experimental Aging Research*: 205-219.
- Debra, J. Rose, PhD (2005) Balance, posture, and locomotion. In: Spirduso, W.W., Francis, K.L., and MacRae, P.G. (Eds.) *Physical Dimensions of Aging* second edition. Human Kinetics, Champaign, pp. 131-155.
- Duncan, W.P., Studenski, S., Chandler, S., and Prescott, B. (1992) Functional reach: Predictive validity in a sample of elderly male veterans. *Journal of Gerontology*: 47, 93-98.
- GUT 体操動画公開ページ（2013）<http://www1.accsnet.ne.jp/~hase/index.htm>,（参照日2013年2月27日）。
- 芳賀 博・植木章三・島貫秀樹・伊藤常久・河西敏幸・高戸仁郎・坂本 謙・安村誠司・新野直明・中川由紀代（2003）地域における高齢者の転倒予防プログラムの実践と評価。厚生指針, 50(4): 20-26.
- Hausdorff, M.J., Rios, A.D., and Edelberg, H.K. (2001) Gait variability and fall risk in community-living older adults: A 1-year prospective study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82: 1050-1056.
- Hurvitz, E.A., Richardson, J.K., Werner, R.A., Ruhl, A.M., and Dixon, M.R. (2000) Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(5): 587-591.
- 井口 茂・松坂誠應・陣野紀代美（2007）在宅高齢者に対する転倒・骨折予防教室の介入効果について—転倒経験者と非転倒経験者の比較から。保健学研究, 19(2): 13-19.
- 稲葉康子・大淵修一・新井武志・後藤寛司（2006）包括的高齢者運動トレーニングに参加した地域在住高齢者の長期的身体機能の変化。日本老年医学会雑誌, 43(3): 368-374.
- 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: 241-259.

- 加藤真由美・小松佳江・泉キヨ子・西島澄子・安田知美・平松知子・浅川康吉・樋木和子 (2008) 施設高齢者の転倒予防のための運動プログラム (全身版) の開発とその効果. 日本看護研究学会雑誌, 31(1): 47-54.
- 金禧植・胡秀英・吉田英世・湯川晴美・鈴木隆雄 (2003) 介護保険制度における後期高齢支援者の生活機能の特徴. 日本公衆衛生雑誌, 5: 446-454.
- 金昌龍・渡部和彦 (2003) 太極拳実践が中・高齢者の静的および動的バランス機能に及ぼす影響. 体力科学, 52: 369-380.
- 金信敬・黒澤和生 (2006) 太極拳運動による地域高齢者の身体機能向上及び転倒予防に関する研究—地域女性高齢者を対象として—. 理学療法科学, 21(3): 275-279.
- 厚生労働省 (2005) 介護・高齢福祉2005年度介護保険法改正 <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/gaiyo/k2005.html>, (参照日2013年2月4日).
- 厚生労働省 (2011) 平成22年国民生活基礎調査の概況 (平成22年) 要介護者等の状況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/4-2.html>, (参照日2013年6月17日).
- 厚生労働省 (2012) 介護予防マニュアル (改訂版) 参考資料 3-6 転倒不安感尺度. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-sankou3-6.pdf>, (参照日2013年2月27日).
- 串間敦郎・川原瑞代・中村千穂子・瀬口チホ・野口陽子 (2006) 地域における高齢者の転倒予防をめざす健康づくりプログラムの評価(1)地域住民に与えた機能的効果と転倒予防体操の開発. 宮崎県立看護大学研究紀要, 6(1): 47-56.
- Lord, S.R., Ward, J.A., Williams, P., and Anstey, K.J. (1994) Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42(10): 1110-1117.
- 西嶋尚彦・大塚慶輔・鈴木宏哉・田中秀典・中野貴博・高橋信二・田淵裕崇・山田 庸・松田光生・久野譜也 (2003) 地域在住中高齢者の運動教室参加における筋力と歩行能力発達との因果関係. 体力科学, 52: 203-212.
- 大淵修一 (2011) より効果が見込まれる介護予防プログラムを実施するモデル (プログラム介入). 老人保健健康増進等事業介護予防事業の推進に関する調査研究事業, 財団法人日本公衆衛生協会, 24-33.
- 小野 章・琉子友男編著 (2007) テキストブック介護予防運動指導士高齢者の体力を維持・向上させるプログラム. ミネルヴァ書房: 京都, pp. 82-107.
- 大築立志 (1988) 「たくみ」の科学 (現代の体育・スポーツ科学). 朝倉書店: 東京, p. 97.
- Rubenstein, L.Z. (2006) Fall in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Aging*, 35(2): 37-41.
- 琉子友男・石川成道・鈴木聡子・小野 晃・大賀隆之・渋谷公一 (2005) 短縮性収縮専用マシンを用いたスクワットトレーニングが高齢者の下肢筋力およびバランス能力に及ぼす影響. 日本生理人類学会誌, 10: 45-51.
- 清野 諭・薮下典子・金美芝・松尾知明・鄭松伊・深作貴子・奥野純子・大藏倫博・田中喜代次 (2010) 地域での転倒予防介入で焦点となる転倒関連要因. 体力科学, 59: 415-426.
- 篠田邦彦 (2007) 在宅高齢者の転倒リスク減少に向けた身体的・機能的運動プログラムの効果に関する検討. 新潟医学会雑誌, 121(6): 322-330.
- 塩野克巳 (1990) 運動の学習転移. 金子明友・朝岡正雄編著, 運動学講義. 大修館書店: 東京, pp. 102-103.
- 総務省 (2011) 統計局・政策統括官 (統計基準担当), 統計研修所 HP. <http://www.stat.go.jp/data/topics/topi631.htm>, (参照日2013年2月27日).
- Stalenhoef, P.A., Diederiks, J.P., Knottnerus, J.A., Kester, A.D., and Crebolder H.F. (2002) A risk model for the prediction of recurrent falls in communitydwelling elderly: A prospective cohort study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 55(11): 1088-1094.
- 鈴木隆雄 (2006) エビデンスに基づく高齢期の転倒予防戦略. 日本整形外科学会誌, 80: 209-216.
- Tinetti, E.M. and Williams, S.C. (1998) The effect of falls and fall injuries on functioning in community-dwelling older persons. *Journal of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 53: 112-119.
- 植木章三・河西敏幸・高戸仁郎・坂本 譲・島貫秀樹・芳賀 博・伊藤常久・安村誠司・新野直明・小坂井留美・藪牟田洋美・中川由紀代 (2003) 地域在宅高齢者の転倒発生が体力および心身の機能に与える影響. 障害者スポーツ科学, 1: 39-48.
- 植木章三・河西敏幸・高戸仁郎・坂本 譲・島貫秀樹・伊藤常久・安村誠司・新野直明・芳賀 博 (2006) 地域高齢者とともに転倒予防体操をつくる活動の展開. 日本公衆衛生雑誌, 53(2): 112-121.
- Vellas, J.B., Wayne, J.S., Romero, L.J., Baumgartner, N.R., and Garry, J.P. (1997) Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age and aging*,

26: 189-193.

横川吉晴・甲斐一郎・臼井弥生・小須田文俊・古田大樹・小中一輝（2003）農村部後期高齢者における転倒と関連する身体機能の低下を遅延するための介入研究．日本老年医学会雑誌，40(1): 47-52.

（平成25年3月13日受付）
（平成25年9月4日受理）

Advance Publication by J-STAGE
Published online 2013/10/19