

地域での転倒予防介入で焦点となる転倒関連要因

清野 諭¹⁾ 藪下典子¹⁾ 金 美芝²⁾ 松尾知明³⁾ 鄭 松伊¹⁾
深作貴子¹⁾ 奥野純子¹⁾ 大藏倫博¹⁾ 田中喜代次¹⁾

FALL-RELATED FACTORS TO TARGET IN COMMUNITY-BASED INTERVENTIONS FOR PREVENTION OF FALLS

SATOSHI SEINO, NORIKO YABUSHITA, MI-JI KIM, TOMOAKI MATSUO, SONGEE JUNG, TAKAKO FUKASAKU, JUNKO OKUNO, TOMOHIRO OKURA and KIYOJI TANAKA

Abstract

Fall-related factors (FRFs) are classified into intrinsic factors and extrinsic factors. Intervention programs, which focused on modifiable factors (MFs) among FRFs have been designed to prevent falls. The purpose of this study was to identify easily-measurable intrinsic MFs for falls and recurrent falls. Cross-sectional analysis was carried out on the data from 483 community-dwelling older adults, aged 65-92 years (73.7 ± 5.9 yr, 138 men, 345 women). We measured history of falls in the past year and 7 domains of FRFs. Of these, 20 items were selected as MFs. Analyses of FRFs and MFs were conducted by comparing (separated by sex) those who did not report a fall with those who reported any number of falls, and those who reported no falls or one fall with those who reported recurrent falls. Using the significant items as independent variables, multiple logistic regression analysis with forward selection method was performed. The prevalence of falls and recurrent falls was: in men, 24.6% and 14.5%; in women, 26.7% and 12.5%. There were no significant differences in prevalence of falls or recurrent falls between genders. The following items were selected as the MFs most strongly associated with falls: climbing 10 steps with difficulty and tandem walk; and associated with recurrent falls: climbing 10 steps with difficulty, sit and reach, and tandem walk. These results are useful in determining the focus of fall prevention programs to be used in future community-based interventions.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2010, 59 : 415~426)

key word : older adult, fall, recurrent falls, fall risk, functional fitness

I. 緒 言

2005年6月に介護保険制度が改正されて以来、本邦では老年症候群^{1,2)}の早期発見・早期対処を目的とした予防重視型のシステムが確立されつつある。老年症候群の中でも、転倒は要介護の主因の一つとなるだけでなく、転倒経験によってそれ以降の身体活動制限(転倒後症候群: post fall syndrome³⁾)を惹起することからも問題視されている。本邦の転倒予防介入研究は、欧米諸国に比較すると緒についたばかりといえるが、地域レベルでも転倒予防の取り組みが展開されており⁴⁾、易転倒性の高い高齢者を

より簡便に識別するための対策が希求されている。

転倒の要因は、国内外を問わず身体的要因を主とする内的要因と、環境的要因を主とする外的要因とに由来から大別されている⁵⁾。外的要因の関与は加齢とともに減少し、内的要因の比重が増加していくことが報告されており⁵⁾、その他の研究でも内的要因に着目したものが圧倒的に多い。環境的要因の改善に着目したrandomized controlled trial (RCT) もおこなわれているものの、身体的な障害と転倒の環境的要因との関連性を熟知した者でなければ、環境改善によって転倒予防効果をあげることは難しい^{6~8)}。これらを鑑みると、地域でおこなわれる転倒予防介

¹⁾筑波大学大学院人間総合科学研究科
〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 総合研究棟D

²⁾東京都健康長寿医療センター研究所
〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2

³⁾宇宙航空研究開発機構
〒305-8505 茨城県つくば市千現2-1-1

Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki, Japan
Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital and Institute of Gerontology, 35-2 Sakae-cho, Itabashi-ku, Tokyo, Japan
Japan Aerospace Exploration Agency 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki, Japan

入では、外的要因対処への重要性もみとめられる一方で、内的要因に着目することの意義がより大きいと考えられる。

転倒には多要因が重層的に関与するため、可変的因子に焦点を当てた“教育、自己管理、家庭環境改善、服薬に関する助言、運動、医学的評価、心血管系障害の管理”から構成される多面的介入 (multi-factorial interventions) が推奨されている⁹⁾。しかし、RCTにおいてこれらの構成要素のすべてに効果がみられているわけではなく⁹⁾、転倒の相対危険比が高いわりに、危険因子改善による転倒予防効果は期待通りにあがっていない現状がある¹⁰⁾。特に、地域での転倒予防介入は3～6ヵ月という短期間で提供されることが多い。したがって、可変的因子の中から転倒に対する影響度の高いものを同定し、焦点を絞った介入をおこなう必要があるものの、これらの検討は不十分である。焦点とすべき可変的因子の検討は、より効果的な転倒予防介入の方向性が示されるため、evidence-based public healthおよびevidence-based health policyの観点¹¹⁾からも意義がある。

そこで本研究の目的は、地域で簡便に聴取可能な内的要因の中で可変的因子に焦点を当て、転倒に強く影響を及ぼす要因を検討することとした。なお、1回のみ転倒は、接触 (アクシデント) や外的要因の関与によって引き起こされる場合も多いが、複数回転倒には体力をはじめとした内的要因の関与が明らかに大きくなると考えられる。複数回転倒者では、1回のみ転倒者や非転倒者に比べ、骨折等の危険性も必然的に高まることから、易転倒性の評価においても複数回転倒を区別する必要がある。本研究ではこの点を考慮し、1回の転倒と複数回の転倒とを区別して分析することとした。

II. 方 法

A. 対象者

本研究は、65～92歳の高齢者483名 (73.7 ± 5.9歳, 男性: 138名, 74.2 ± 6.2歳, 女性: 345名, 73.5 ± 5.8歳) を対象とした横断研究である。対象者はすべて、2006年から2007年にかけて茨城県、千葉県、福島県およびその近隣で開催された体力測定に参加した地域住民である。各自治体の広報誌や募集チラシ、自治体職員による参加勧奨などを通して募集した。

対象者は、自治体主催の体力測定に本人の意志で参加した。すべての対象者に研究の目的や体力測定および質問紙調査内容を説明し、不利益を受けずに随時、測定を拒否できることを確認した。研究での測定データの使用に関する説明を個別に口頭でおこない、書面にて測定データ使用の同意を得た。本研究は、筑波大学に所属する倫理委員会の承認を受けた。

B. 測定項目および測定方法

1. 過去1年間の転倒歴

「あなたは過去1年間に転倒したことがありますか?」という問いに対して、「ない」、「1回だけある」、「2回以上ある」の3件法にて回答を得た。転倒の定義は、「自分の意志からではなく、膝、上肢 (手、腕など) あるいは尻や腰などの身体部分が床面や地面などのより低いレベルに接触すること」¹²⁾とした。なお、本邦の地域在住高齢者において、過去1年間の思い出し法による転倒発生調査の信頼性は、先行研究¹³⁾によって確認されている。

2. 転倒関連要因と可変的因子の抽出

高齢者の運動指導現場に精通した研究者らが、1) 運動指導者や保健師が地域レベルで測定・調査可能であること、2) 先行研究^{9,10,14,15)}で示されている内的要因に沿う項目であること、を条件に、筆者らの研究室で長年収集しているデータより転倒関連要因を選定した。本研究では、特に上野ら¹⁵⁾の転倒関連要因の選択仮説を参考とし、項目をさらに細分化して1) 形態、2) 社会人口学的変数、3) 心理面に関わる要因、4) 移動能力の制限状況、5) 服薬状況と既往歴、6) 体力、7) 機能的状態の計7領域から転倒関連要因を評価した (Table 1)。

American Geriatrics Societyらのガイドライン⁹⁾によると、転倒予防の多面的介入を構成する要素のうち、レビューされたすべてのRCTで効果が確認されているものは運動介入のみであった。そこで本研究では、転倒関連要因の中から、運動介入によって改善するものを可変的因子として抽出した。可変的因子は、運動の効果について言及しているAmerican College of Sports Medicineの公式声明¹⁶⁾とManini et al.のレビュー¹⁷⁾を用いて判断し、最終的に20項目を抽出した (Table 2)。

体力を測定する際は、問診によって当日の体調を

Table 1. Potential fall-related factors (31 items)

Anthropometric characteristic
BMI, kg/m ²
Sociodemographic characteristics
Sex
Age, yr
Living alone, yes
Psychological factors
Fear of falling, yes
Self-rated health, poor
Self-rated mobility limitations
Climbing 10 steps, difficulty
Walking one-quarter mile, difficulty
Rising from chair, difficulty
Medical history in 1 year
Medication use (4 ≦ drugs), yes
Stroke, yes
Hypertension, yes
Diabetes, yes
Heart disease, yes
Osteoporosis, yes
Low back pain, yes
Knee pain, yes
Performance tests
Grip strength, kg
One-leg balance with eyes open, s
Tandem stance, s
Sit and reach, cm
Functional reach, cm
5-repetition sit-to-stand, s
Alternate step, s
Up & go, s
5-m habitual walk, s
Tandem walk, s
Tandem walk, number of error
Functional status
Barthel index, score
SF-36PF, score
TMIG index of competence, score

BMI = body mass index, PF = physical function
TMIG = Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

確認するとともに、体力測定に精通したスタッフが安全性に十分に留意した。質問紙調査は、自記式で回答を求め、自記式での回答が困難な場合は熟練したスタッフによる面談法によって回答を得た。

各測定項目および測定方法は以下に示すとおりである。

Table 2. Modifiable fall-related factors (20 items)

Anthropometric characteristic
BMI, kg/m ²
Psychological factors
Fear of falling, yes
Self-rated health, poor
Self-rated mobility limitations
Climbing 10 steps, difficulty
Walking one-quarter mile, difficulty
Rising from chair, difficulty
Performance tests
Grip strength, kg
One-leg balance with eyes open, s
Tandem stance, s
Sit and reach, cm
Functional reach, cm
5-repetition sit-to-stand, s
Alternate step, s
Up & go, s
5-m habitual walk, s
Tandem walk, s
Tandem walk, number of error
Functional status
Barthel index, score
SF-36PF, score
TMIG index of competence, score

BMI = body mass index, PF = physical function
TMIG = Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

1) 形態

形態指標として、身長計 (YG-200, ヤガミ社製) を用いて0.1 cm単位で身長を、体重計 (Digital Bathroom Scale HD-316, TANITA社製) を用いて0.1 kg単位で体重を測定した。また、求めた体重 (kg) を身長 (m) の2乗で除すことによりbody mass index (BMI) を算出した。

2) 社会人口学的変数 (性, 年齢, 独居の有無)

性, 年齢を確認した。また、「現在, 1人暮らしですか?」という質問に対して、「はい」、「いいえ」の2件法にて独居の有無を聴取した。

3) 心理面に関わる要因 (転倒不安の有無, 主観的健康感)

「転倒に対する不安はありますか?」という質問に対して、「はい」、「いいえ」の2件法にて転倒不安の有無を聴取した。さらに、主観的健康感の評価に、36-item short-form health survey (SF-36) 日

本語版¹⁸⁾より、「あなたの健康状態は？」という質問項目を用いた。「非常に良い」、「とても良い」、「良い」、「あまり良くない」、「良くない」の5件法にて回答を求め、「非常に良い」、「とても良い」、「良い」を良好、「あまり良くない」、「良くない」を不良とした。

4) 移動能力の制限状況(階段昇り, 歩行, 椅子立ち上がりの困難性の有無)

「手すりや壁をつたわずに階段を続けて10段昇ることができますか」、「椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がることができますか」、「休まずに400 m (15分)を続けて歩くことができますか」の質問により, 主観的な移動能力制限を調査した。それぞれ「十分できる」、「少しむずかしい」、「全然できない」の3件法で回答を求め、「十分できる」を困難性なし、「少しむずかしい」、「全然できない」を困難性ありとした。

5) 服薬数および過去1年間の既往歴

現在服用している薬の数を聴取した。薬は, 医師から処方された医療用医薬品とし, 薬局等で購入した一般用医薬品や医薬部外品, サプリメントは除外するものとした。先行研究¹⁹⁾をもとに4つ以上服用している者と4つ未満の者とで分類した。

また, 過去1年間の脳血管疾患, 心疾患(不整脈, 心不全, 虚血性心疾患など), 高血圧, 糖尿病, 骨粗鬆症, 腰痛, 膝痛の有無を聴取した。それぞれ「あり」、「なし」の2件法にて回答を得た。

6) 体力

筋力(上肢, 下肢), バランス(静的, 動的), 歩行能力, 柔軟性を評価し得る項目として, 握力, 開眼片足立ち, タンデムバランス, 長座体前屈, ファンクショナルリーチ, 5回椅子立ち上がり, ステップテスト, アップ&ゴー, 5m通常歩行, 3mタンデムウォークの計10項目を測定した。各測定方法の詳細は, 筆者らの先行研究^{20,21)}を参照されたい。

7) 質問紙による機能的状態(barthel index, SF-36PF, 老研式活動能力指標)

歩行や食事, 入浴, 着替えなどのbasic activities of daily living(基本的ADL)の評価にbarthel index²²⁾を用いた。各質問項目の総得点を求め, 100点満点で評価した。

主観的な身体機能の評価には, SF-36日本語版¹⁸⁾の中のphysical function index (SF-36PF)を用いた。

移動能力や日常的な身体動作に関連する10の質問項目に対して「とてもむずかしい」、「少しむずかしい」、「全然むずかしくない」のいずれかを選択するよう求め, その回答を100点満点で得点化した。

地域で独立した生活を営む上で必要とされる活動能力(生活機能)の評価に老研式活動能力指標(TMIG index of competence)²³⁾を用いた。「はい(1点)」、「いいえ(0点)」の2件法で回答する13の質問項目からなり, 総得点を生活機能として13点満点で評価した。また, 老研式活動能力指標の合計得点10点以下, かつ転倒経験を有する者を老年症候群の複数徴候保持者²⁾とした。

C. 統計解析

すべての項目は, 割合(%)または平均値 ± 標準偏差で示した。測定したすべての転倒関連要因を, 性別に1) 非転倒群(no fall: NF群)と転倒群(any falls: 1 ≤ F群), 2) 1回以下の転倒群(no fall or 1 time: F ≤ 1群)と2回以上の複数回転倒群(recurrent falls: 2 ≤ F群)とでそれぞれ比較した。なお, 本研究では各群において対象者のマッチングをおこなっていない。割合の差の検定には χ^2 検定を施し, 連続変数の差の検定には対応のない t 検定およびMann-Whitneyの U 検定を適用した。

1)と2)の群間比較で有意差がみられた項目の中で, どの変数が転倒および複数回転倒に最も強く影響しているかを検討するために, 有意差のある項目を独立変数とし, 転倒の有無(1: 転倒あり, 0: 転倒なし)および複数回転倒の有無(1: 複数回転倒あり, 0: 複数回転倒なし)を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を施した。変数選択法は, 尤度比検定による変数増加法を用いた。独立変数の中で P 値が最小のものをモデルに投入し, 尤度比検定量の減少が有意($P < 0.05$)であれば順次 P 値の小さい独立変数を投入した。尤度比検定量の変化が有意でない場合, または残った独立変数の P 値がすべて0.05以上の場合に終了とした。年齢, 形態, 体力, 機能的評価項目は連続変数として投入し, 1単位ごとのオッズ比を求めた。その他の項目はカテゴリ変数として投入した。オッズ比は, 投入したすべての独立変数で調整した値を求めた。男女あわせて分析したため, 性と年齢を強制投入によって常に調整し, 変数増加法を適用した。可変的因子について

も同様に多重ロジスティック回帰分析を適用し、転倒および複数回転倒に最も強く影響を及ぼす因子を検討した。

すべての統計処理には、統計解析ソフトSPSS12.0を用い、統計的有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結 果

Table 3 に、性・年代別の転倒率を示した。過去1年間の転倒率は、男性で24.6%、女性で26.7%であった。過去1年間の複数回転倒率は、男性で14.5%、女性で12.5%であり、いずれも有意な性差はみられなかった。最も転倒率および複数回転倒率の高かった年代は、男性で70-74歳、女性で75-79歳であり、70-74歳の複数回転倒率でのみ有意な性差がみられた。

Table 4 には、測定したすべての転倒関連要因を、性別にNF群と1≦F群とで比較した結果を示した。男性では18項目に有意差がみられ、1≦F群では、階段昇りの困難性、歩行の困難性、椅子立ち上がりの困難性、高血圧、膝痛を有する者の割合がそれぞれ有意に高値を示し、タンデムウォークエラー数を除いたすべての体力項目と機能的評価項目で有意に劣る値を示した。女性では14項目に有意差がみられ、1≦F群では、全体的健康感が不良、階段昇りの困難性、歩行の困難性、4種類以上の服薬、脳血管疾患、糖尿病、腰痛を有する者の割合が有意に高値を示し、握力、開眼片足立ち、タンデムバランス、5回椅子立ち上がり、アップ&ゴー、タンデムウォークエラー数、SF-36PFで有意に劣る値を示した。1≦F群における老年症候群の複数徴候保持者の割合は、男性35.3%、女性21.7%であった。

Table 5 には、すべての転倒関連要因を、性別にF≦1群と2≦F群で比較した結果を示した。男性では18

項目に有意差がみられ、2≦F群では、転倒不安、階段昇りの困難性、歩行の困難性、椅子立ち上がりの困難性、脳血管疾患を有する者の割合が有意に高値を示し、タンデムウォークエラー数を除いたすべての体力項目と機能的評価項目で有意に劣る値を示した。女性では19項目に有意差がみられ、2≦F群では、全体的健康感が不良、階段昇りの困難性、歩行の困難性、椅子立ち上がりの困難性、4種類以上の服薬、脳血管疾患、糖尿病を有する者の割合が有意に高値を示し、握力、開眼片足立ち、タンデムバランス、5回椅子立ち上がり、ステップテスト、アップ&ゴー、5m通常歩行、タンデムウォーク、SF-36PF、老研式活動能力指標で有意に劣る値を示した。年齢、BMIは2≦F群で有意に高かった。男女とも、2≦F群において老年症候群の複数徴候保持者の割合が有意に高値を示した。

Table 6 には、すべての転倒関連要因において、NF群と1≦F群およびF≦1群と2≦F群との比較で有意差のみられた項目を独立変数とし、転倒と複数回転倒の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析の結果を示した。転倒に強く影響を及ぼす因子として、階段昇りの困難性 (オッズ比 (OR): 2.21, 95%信頼区間 (CI): 1.33-3.66)、タンデムバランス (OR: 0.97, 95%CI: 0.94-0.99)、タンデムウォーク (OR: 1.05, 95%CI: 1.01-1.10)、膝痛 (OR: 1.75, 95%CI: 1.08-2.83)、糖尿病 (OR: 2.15, 95%CI: 1.07-4.34) の5項目が、複数回転倒に強く影響を及ぼす要因として、階段昇りの困難性 (OR: 7.23, 95%CI: 3.29-15.87)、タンデムウォーク (OR: 1.10, 95%CI: 1.04-1.15)、糖尿病 (OR: 3.14, 95%CI: 1.37-7.19)、SF-36PF (OR: 1.02, 95%CI: 1.00-1.04) の4項目が順に採択された。

Table 3. Prevalences of any falls (1≦fall) and recurrent falls (2≦falls) in fall history (n = 483)

Age	n		Any falls n (%)		Recurrent falls n (%)	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
65-69	34	101	6 (17.6)	23 (22.8)	2 (5.9)	7 (6.9)
70-74	39	105	12 (30.8)	27 (25.7)	11 (28.2)	12 (11.4) *
75-79	40	86	12 (30.0)	31 (36.0)	5 (12.5)	16 (18.6)
80≦	25	53	4 (16.0)	11 (20.8)	2 (8.0)	8 (15.1)
Total	138	345	34 (24.6)	92 (26.7)	20 (14.5)	43 (12.5)

* P < 0.05 vs Men

Table 4. Prevalence or mean \pm SD for variables for no fall (NF) versus any falls ($1 \leq F$)

Potential fall-related factors	Men		Women	
	Prevalence (%) or mean \pm SD		Prevalence (%) or mean \pm SD	
	No fall (NF) (n=104)	Any falls ($1 \leq F$) (n=34)	No fall (NF) (n=253)	Any falls ($1 \leq F$) (n=92)
Anthropometric characteristics				
Height, cm	160.6 \pm 6.8	158.0 \pm 6.6	147.0 \pm 6.0	146.6 \pm 5.6
weight, kg	61.3 \pm 8.7	60.6 \pm 9.5	50.9 \pm 7.6	52.4 \pm 8.1
BMI, kg/m ²	23.8 \pm 2.8	24.2 \pm 3.2	23.6 \pm 3.2	24.3 \pm 3.2
Sociodemographic characteristics				
Age, yr	74.1 \pm 6.6	74.5 \pm 4.9	73.4 \pm 5.9	73.8 \pm 5.6
Living alone, yes	8.7	8.8	16.3	22.2
Psychological factors				
Fear of falling, yes	30.8	47.1	58.5	63.0
Self-rated health, poor	16.5	20.6	20.3	33.7 *
Self-rated mobility limitations				
Climbing 10 steps, difficult	17.3	55.9 *	35.2	59.8 *
Walking one-quarter mile, difficult	9.6	23.5 *	22.9	33.7 *
Rising from chair, difficult	1.9	20.6 *	18.6	26.1
Medical history in 1 year				
Medication use ($4 \leq$ drugs), yes	27.9	29.4	18.2	37.0 *
Stroke, yes	9.6	20.6	2.8	8.0 *
Heart disease, yes	10.6	11.8	8.3	7.8
Hypertension, yes	35.6	58.8 *	41.1	48.9
Diabetes, yes	12.5	17.6	5.1	13.3 *
Osteoporosis, yes	0.0	0.0	11.5	16.7
Low back pain, yes	28.8	17.6	34.0	47.8 *
Knee pain, yes	18.3	41.2 *	29.2	40.0
Performance tests				
+ Grip strength, kg	34.3 \pm 6.8	29.6 \pm 7.1 *	21.9 \pm 4.1	20.8 \pm 4.6 *
+ One-leg balance with eyes open, s	30.6 \pm 22.7	14.1 \pm 18.7 *	27.8 \pm 22.6	20.0 \pm 20.5 *
+ Tandem stance, s	27.4 \pm 6.5	21.1 \pm 9.9 *	25.8 \pm 7.6	23.0 \pm 9.4 *
+ Sit and reach, cm	32.7 \pm 8.7	27.8 \pm 13.0 *	35.6 \pm 8.0	34.5 \pm 8.2
+ Functional reach, cm	29.3 \pm 7.0	24.7 \pm 7.3 *	26.7 \pm 6.4	26.3 \pm 5.6
- 5-repetition sit-to-stand, s	7.2 \pm 1.9	8.9 \pm 4.0 *	7.6 \pm 3.0	8.7 \pm 3.4 *
- Alternate step, s	4.5 \pm 1.4	6.1 \pm 2.6 *	5.0 \pm 1.7	5.4 \pm 1.5
- Up & go, s	6.5 \pm 2.6	10.4 \pm 6.0 *	7.4 \pm 3.5	8.3 \pm 2.6 *
- 5-m habitual walk, s	3.9 \pm 1.4	5.7 \pm 3.2 *	4.2 \pm 1.8	4.5 \pm 1.4
- Tandem walk, s	10.8 \pm 4.3	17.4 \pm 11.0 *	12.3 \pm 4.8	13.4 \pm 5.6
- Tandem walk, number of error	1.1 \pm 1.9	1.0 \pm 1.2	0.9 \pm 1.2	1.6 \pm 1.7 *
Functional status				
+ Barthel index	99.7 \pm 1.7	98.1 \pm 4.1 *	99.5 \pm 2.2	99.2 \pm 2.6
+ SF-36PF	84.8 \pm 16.0	73.8 \pm 21.8 *	76.8 \pm 21.2	69.2 \pm 21.2 *
+ TMIG index of competence	11.4 \pm 2.4	10.3 \pm 3.1 *	11.7 \pm 1.8	11.3 \pm 2.3
Multiple geriatric syndromes (functional decline + falls), present				
	0.0	35.3 *	0.0	21.7 *

* $P < 0.05$ vs No fall

BMI = body mass index, TMIG = Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, PF = physical function

+: Higher values signify better performance or status, -: Lower values signify better performance

functional decline: TMIG index ≤ 10

Table 7には、可變的因子20項目において、NF群と $1 \leq F$ 群および $F \leq 1$ 群と $2 \leq F$ 群との比較で有意差がみられた項目を独立変数とし、転倒と複数回転倒の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析

の結果を示した。転倒に強く影響を及ぼす可變的因子として、階段昇りの困難性 (OR: 2.75, 95%CI: 1.75-4.32), タンデムウォーク (OR: 1.05, 95%CI: 1.01-1.09) の2項目が, 複数回転倒に強く影響を及

Table 5. Prevalence or mean \pm SD for variables for no fall or 1 time ($F \leq 1$) versus recurrent falls ($2 \leq F$)

Potential fall-related factors	Men		Women	
	Prevalence (%) or mean \pm SD		Prevalence (%) or mean \pm SD	
	No fall or 1 time ($F \leq 1$) (n = 118)	Recurrent falls ($2 \leq F$) (n = 20)	No fall or 1 time ($F \leq 1$) (n = 302)	Recurrent falls ($2 \leq F$) (n = 43)
Anthropometric characteristics				
Height, cm	160.3 \pm 6.9	158.0 \pm 6.6	147.0 \pm 5.9	145.9 \pm 5.8
weight, kg	61.1 \pm 8.9	61.3 \pm 8.6	51.1 \pm 7.6	52.7 \pm 8.6
BMI, kg/m ²	23.8 \pm 2.9	24.5 \pm 2.9	23.6 \pm 3.2	24.7 \pm 3.5 *
Sociodemographic characteristics				
Age, yr	74.2 \pm 6.5	74.3 \pm 4.3	73.2 \pm 5.7	75.2 \pm 5.9 *
Living alone, yes	9.3	5.0	17.6	19.5
Psychological factors				
Fear of falling, yes	30.5	60.0 *	57.9	72.1
Self-rated health, poor	16.2	25.0	22.0	37.2 *
Self-rated mobility limitations				
Climbing 10 steps, difficult	18.6	75.0 *	36.8	76.7 *
Walking one-quarter mile, difficult	10.2	30.0 *	23.2	44.2 *
Rising from chair, difficult	4.3	20.0 *	18.5	34.9 *
Medical history in 1 year				
Medication use (4 \leq drugs), yes	28.8	25.0	20.5	41.9 *
Stroke, yes	9.3	30.0 *	3.0	12.5 *
Heart disease, yes	11.0	10.0	8.3	7.3
Hypertension, yes	38.1	60.0	42.1	51.2
Diabetes, yes	13.6	15.0	5.3	22.0 *
Osteoporosis, yes	0.0	0.0	11.9	19.5
Low back pain, yes	27.1	20.0	35.8	51.2
Knee pain, yes	21.2	40.0	31.5	36.6
Performance tests				
+ Grip strength, kg	33.9 \pm 6.9	29.0 \pm 7.5 *	21.8 \pm 4.2	20.2 \pm 4.4 *
+ One-leg balance with eyes open, s	29.1 \pm 23.1	11.7 \pm 14.7 *	27.1 \pm 22.4	16.0 \pm 19.1 *
+ Tandem stance, s	26.9 \pm 7.0	19.5 \pm 10.0 *	25.7 \pm 7.8	20.8 \pm 9.9 *
+ Sit and reach, cm	32.6 \pm 9.4	25.0 \pm 11.9 *	35.6 \pm 7.9	33.3 \pm 9.1
+ Functional reach, cm	28.9 \pm 7.0	24.1 \pm 7.7 *	26.8 \pm 6.2	25.5 \pm 6.2
- 5-repetition sit-to-stand, s	7.2 \pm 2.0	9.7 \pm 4.6 *	7.6 \pm 2.9	9.9 \pm 3.8 *
- Alternate step, s	4.6 \pm 1.5	6.8 \pm 2.8 *	5.0 \pm 1.7	5.8 \pm 1.7 *
- Up & go, s	6.9 \pm 3.6	10.8 \pm 4.9 *	7.4 \pm 3.3	9.1 \pm 2.6 *
- 5-m habitual walk, s	4.0 \pm 1.8	6.0 \pm 3.2 *	4.2 \pm 1.7	4.9 \pm 1.5 *
- Tandem walk, s	11.4 \pm 5.2	18.4 \pm 12.4 *	12.2 \pm 4.5	15.9 \pm 6.9 *
- Tandem walk, number of error	1.1 \pm 1.8	1.1 \pm 1.3	1.1 \pm 1.3	1.5 \pm 1.7
Functional status				
+ Barthel index	99.7 \pm 1.6	96.8 \pm 4.9 *	99.5 \pm 2.4	99.3 \pm 1.8
+ SF-36PF	83.7 \pm 16.8	72.3 \pm 22.4 *	76.1 \pm 21.3	65.8 \pm 20.8 *
+ TMIG index of competence	11.5 \pm 2.3	9.5 \pm 3.4 *	11.7 \pm 1.8	10.8 \pm 2.6 *
Multiple geriatric syndromes (functional decline + falls), present	2.5	45.0 *	2.0	32.6 *

* $P < 0.05$ vs No fall or 1 time

BMI = body mass index, TMIG = Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, PF = physical function

+ : Higher values signify better performance or status, - : Lower values signify better performance

functional decline: TMIG index ≤ 10

ばす可變的因子として、階段昇りの困難性 (OR: 4.86, 95%CI: 2.54-9.30), タンデムウォーク (OR: 1.07, 95%CI: 1.03-1.12), 長座体前屈 (OR: 0.97, 95%CI: 0.94-1.00) の3項目が順に採択された。

IV. 考 察

1. 本研究の転倒率と転倒関連要因の性差
先行研究^{24~26)}によると、欧米諸国の地域在住高

Table 6. Odds ratio and 95%CI for each fall-related factor, obtained by multiple logistic regression with forward selection method for any falls ($1 \leq F$) and recurrent falls ($2 \leq F$) ($n = 483$)

Fall-related factors	Any falls ($1 \leq F$)		
	Odds ratio*	95% CI	P
Climbing 10 steps, difficult	2.21	1.33-3.66	0.002
Tandem stance, s	0.97	0.94-0.99	0.016
Tandem walk, s	1.05	1.01-1.10	0.017
Knee pain, yes	1.75	1.08-2.83	0.023
Diabetes, yes	2.15	1.07-4.34	0.032
Fall-related factors	Recurrent falls ($2 \leq F$)		
	Odds ratio*	95% CI	P
Climbing 10 steps, difficult	7.23	3.29-15.87	< 0.001
Tandem walk, s	1.10	1.04-1.15	< 0.001
Diabetes, yes	3.14	1.37-7.19	0.007
SF-36PF, score	1.02	1.00-1.04	0.046

95% CI = 95% confidence interval

PF = physical function

* Adjusted for each selected independent variables

Independent variables (Any falls) = age, sex, self-rated health, climbing 10 steps, walking one-quarter mile, rising from chair, medication use ($4 \leq$ drugs), stroke, hypertension, diabetes, low back pain, knee pain, grip strength, one-leg balance with eyes open, tandem stance, sit and reach, functional reach, 5-repetition sit-to-stand, alternate step, up & go, 5-m habitual walk, tandem walk, number of error of tandem walk, barthel index, SF-36PF, TMIG index

Independent variables (Recurrent falls) = age, sex, self-rated health, fear of falling, BMI, climbing 10 steps, walking one-quarter mile, rising from chair, medication use ($4 \leq$ drugs), stroke, diabetes, grip strength, one-leg balance with eyes open, tandem stance, sit and reach, functional reach, 5-repetition sit-to-stand, alternate step, up & go, 5-m habitual walk, tandem walk, barthel index, SF-36PF, TMIG index

齢者の転倒率は約30%, 複数回転倒率は約15%前後である。一方で、我が国の転倒率は約20%程度と欧米諸国に比べて低い傾向にある^{10,27)}。この背景として、1) いすやベッド等を使用する欧米の生活様式に比べて、畳や布団等を長年使用していた日本の生活様式は、膝や股関節の屈曲・伸展、足関節の底屈・背屈に関連する筋力と柔軟性（関節可動域）の保持に貢献していた可能性、2) 欧米人は日本人に比べて、もともと「身体機能が低下したとしても住みやすい」住居で生活しており²⁸⁾、長期にわたるバリアフリーに近い居住環境が転倒に関わる体力低下を助長していた可能性、などが想定される。

性差については、多くの研究から男性よりも女性で転倒率が高いといわれる。ただし、転倒率の性差は有意でないとする研究もみられ²⁹⁾。本研究結果も、

転倒率および複数回転倒率ともに有意な性差はなかったため、一概に女性の転倒率が高いと結論づけることはできない。

各群を男女別に比較した結果より、複数回転倒は、転倒に比べて男女ともに低体力との関連が強くなることが示唆された (Tables 4, 5)。金ら²⁾は、老研式活動能力指標10点以下で、かつ過去1年間の転倒経験を有する者を「老年症候群の複数徴候保持者 (高次生活機能低下+転倒)」と定義している。この群は、尿失禁など他の複数徴候保持者に比べると最も体力レベルが低く²⁾、転倒と体力との関連が示唆されている。本研究の $2 \leq F$ 群では、男性で45.0%, 女性で32.6%が老年症候群の複数徴候保持者に該当していた (Table 5)。 $2 \leq F$ 群の該当率は、 $1 \leq F$ 群の該当率 (男性35.3%, 女性21.7%) よりも高値を示したこと

Table 7. Odds ratio and 95%CI for each modifiable factor, obtained by multiple logistic regression with forward selection method for any falls ($1 \leq F$) and recurrent falls ($2 \leq F$) (n = 483)

Modifiable factors	Any falls ($1 \leq F$)		
	Odds ratio*	95% CI	P
Climbing 10 steps, difficult	2.75	1.75-4.32	< 0.001
Tandem walk, s	1.05	1.01-1.09	0.022
Modifiable factors	Recurrent falls ($2 \leq F$)		
	Odds ratio*	95% CI	P
Climbing 10 steps, difficult	4.86	2.54-9.30	< 0.001
Tandem walk, s	1.07	1.03-1.12	0.003
Sit and reach, cm	0.97	0.94-1.00	0.050

95% CI = 95% confidence interval

* Adjusted for each selected independent variables

Independent variables (Any falls) = age, sex, self-rated health, climbing 10 steps, walking one-quarter mile, rising from chair, grip strength, one-leg balance with eyes open, tandem stance, sit and reach, functional reach, 5-repetition sit-to-stand, alternate step, up & go, 5-m habitual walk, tandem walk, barthel index, SF-36PF, TMIG index

Independent variables (Recurrent falls) = age, sex, self-rated health, fear of falling, BMI, climbing 10 steps, walking one-quarter mile, rising from chair, grip strength, one-leg balance with eyes open, tandem stance, sit and reach, functional reach, 5-repetition sit-to-stand, alternate step, up & go, 5-m habitual walk, tandem walk, barthel index, SF-36PF, TMIG index

から、体力低下と高次生活機能低下の併持が男女の複数回転倒の大きな誘因となっている可能性も窺える。ただし、本研究ではこれらの因果関係について明らかにできず、転倒経験からの不活動が機能低下を引き起こしていることも想定されるため、関連の時間性を踏まえた検討が必要である。

2. 転倒予防介入で焦点となる可変的因子

転倒予防介入をおこなう際に焦点となる可変的因子では、階段昇りの困難性とタンデムウォークが転倒および複数回転倒のいずれにも強く影響を及ぼしていた (Table 7)。本研究は、群間比較によって有意性を確認した上で、影響の強い項目を抽出するという手順を踏んでいる。したがって、多重ロジスティック回帰分析のいずれにおいても採択されたこれらの項目は、とりわけ着目すべき重要な項目と考えられた。

階段昇段能力は、椅子立ち上がり能力や歩行能力とならんで基本的移動能力として位置づけられている。このような基本的移動能力の低下は、転倒と関連がある⁹⁾だけでなく、能力障害や総死亡の予測因

子でもあり³⁰⁾、高齢者の自立（自律）に密接に関与するとの認識がなされている。階段昇り動作は脚筋パワーとの関連が強く、バランス能力の影響も受けるため³¹⁾、この動作に困難性を有することは、脚筋パワーやバランス能力に低下をきたしていることが窺える。自己報告による機能低下（困難性の出現）は、障害が進行する前兆でもある³²⁾。疼痛の情報も反映されること、階段昇りそのものが易転倒性の高い動作であることを鑑みると、仮にパフォーマンスが良好であったとしても、階段昇りに困難性を有するかどうかは、特に着目すべき要因といえるだろう。

タンデムウォークは、動的バランスを反映するテストである³³⁾。転倒予防の運動介入に関する44研究をメタ分析した結果³⁴⁾では、補助が少なく重心動揺の大きいバランス運動 (challenging balance exercises) を取り入れることが転倒予防介入において有効であると示されている。また、Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques (FICSIT) Groupによるメタ分析結果³⁵⁾も、筋力や持久力、柔軟性などを包括した運動よりもバランス運動のほうが転倒予防効果の大きいことを明ら

かにしている。これらの研究成果は、転倒予防介入において動的バランス運動を包含することの有効性を示す結果である。本研究と他者による介入研究のいずれにおいても動的バランスの重要性が示唆されているため、地域での転倒予防介入における評価項目としてタンDEMウォークを採用することは妥当といえるであろう。階段昇りやタンDEMウォークの動作特性を考慮すると、高齢者が自身の動きをコーディネートする能力（調整力）も重要となるのかもしれない。

長座体前屈には、主に脊柱起立筋群、広背筋群、肩甲帯下外側部筋、ハムストリングスの柔軟性や関節可動域が影響している³⁶⁾。女性では1≤F群および2≤F群においても同年代の長座体前屈の平均値³⁶⁾と遜色がない。一方、男性では、NF群は同年代の平均値とほぼ同値であるが、1≤F群および2≤F群と同年代の平均値との間に著差がみられる。全身の柔軟性は、低下をきたすと関節痛やそれらに伴う日常生活動作の制限につながり、間接的に転倒に影響することを考慮すると、一定レベルの柔軟性を保つておく必要があるのかもしれない。田井中ら³⁷⁾は、体幹の回旋と股関節伸展の関節可動域が転倒に関わるとしており、地域においてもこれらの項目を評価できれば、転倒に関連する柔軟性指標としての妥当性はより高まるものと考えられる。

本研究の限界として、第1に選択バイアスの問題がある。本研究の対象者は、茨城県、千葉県、福島県およびその近隣に在住する高齢者である。また、体力測定に参加した高齢者であることを考慮すると、相対的に体力レベルの高い集団であった可能性がある。したがって、本研究で得られた結果の外的妥当性は必ずしも高いとは言えない。第2に、転倒関連要因は非常に多岐に亘っており、本研究で精査した以外にも重要な可変的因子が存在する可能性がある。特に、本研究では体力的要因に着目した検討をおこなっており、地域で簡便に評価できる社会・心理的要因に関しても十分な検討をおこなう必要がある。第3に、本研究は横断研究のため、関連の時間性を検証できていない。本研究で採択された項目と実際の転倒との因果関係を検討することが求められる。さらには、易転倒性の高い高齢者において、可変的因子の改善が転倒率を低下させるという仮説を介入研究によって検証し、どの程度の改善が易転

倒性を低下させる目安になるのかを提案していく必要がある。

V. 結 語

地域の転倒予防介入で焦点となる可変的因子の中で転倒に強く影響を及ぼす項目として、階段昇りの困難性とタンDEMウォークの2項目が、また、複数回転倒に強く影響を及ぼす項目として、これら2項目に長座体前屈を加えた3項目が採択され、地域における転倒予防介入の方向性が示唆された。

謝 辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金研究事業：基盤研究 A「要介護化予防を目的とした中・高齢期の身体機能改善のための包括的指針づくり」（代表：田中喜代次）の支援を受けておこなったものである。また、本研究は各自治体職員の方々、筑波大学田中研究室の大学院生の協力によって遂行できた。ここに記して感謝の意を表す。

本研究結果の一部は、第63回日本体力医学会大会（大分）にて報告した。

（受理日 平成22年6月19日）

文 献

- 1) 鈴木隆雄. 地域高齢者の包括的健康維持に対する新しい健診システム. 日老医誌, 42, 294-297, 2005.
- 2) 金憲経, 鈴木隆雄, 吉田英世, 吉田祐子, 杉浦美穂, 岩佐一, 権珍嬉, 古名丈人. 都市部在住高齢女性における老年症候群の複数徴候保持者の諸特性と関連要因. 日公衛誌, 54, 43-52, 2007.
- 3) Murphy J, Isaacs B. The post-fall syndrome: A study of 36 elderly patients. Gerontology, 28, 265-270, 1982.
- 4) 芳賀博, 植木章三, 島貴秀樹, 伊藤常久, 河西敏幸, 高戸仁郎, 坂本譲, 安村誠司, 新野直明, 中川由紀代. 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, 20-26, 2003.
- 5) Nickens H. Intrinsic factors in falling among the elderly. Arch Intern Med, 145, 1089-1093, 1985.
- 6) Cumming RG, Thomas M, Szonyi G, Salkeld G, O'Neill E, Westbury C, Frampton G. Home visits by an occupational therapist for assessment and modification of environmental hazards: a randomized trial of falls prevention. J Am Geriatr Soc, 47, 1397-1402, 1999.
- 7) Stevens M, Holman CD, Bennett N. Preventing falls in older people: impact of an intervention to reduce environmental hazards in the home. J Am Geriatr Soc, 49, 1442-1447, 2001.
- 8) Stevens M, Holman CD, Bennett N, de Klerk N. Preventing falls in older people: outcome evaluation of a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc, 49, 1448-1455,

- 2001.
- 9) American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Guideline for the prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc*, 49, 664-672, 2001.
 - 10) 川上治, 加藤雄一郎, 太田壽城. 高齢者における転倒・骨折の疫学と予防. *日老医誌*, 43, 7-18, 2006.
 - 11) 林謙治. 根拠に基づく公衆衛生の意義と方向性に関する論点. *公衆衛生*, 65, 14-19, 2001.
 - 12) Gibson MJ. Improving the health of older people: A World View, Kane R, Evans JG., and Macfadyen D. (eds), Oxford Univ. Press, New York, 1990, 269-315.
 - 13) 芳賀博, 安村誠司, 新野直明, 上野春代, 大島美栄子, 樋口洋子. 在宅老人の転倒に関する調査法の検討. *日公衛誌*, 43, 983-988, 1996.
 - 14) 鈴木隆雄. 転倒の疫学. *日老医誌*, 40, 85-94, 2003.
 - 15) 上野めぐみ, 河合祥雄, 三野大来, 鴨下博. 本邦における在宅生活高齢者の転倒関連因子についてのSystematic Review (メタアナリシス手法を用いて). *日老医誌*, 43, 92-101, 2006.
 - 16) American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 1510-1530, 2009.
 - 17) Manini TM, Pahor M. Physical activity and maintaining physical function in older adults. *Br J Sports Med*, 43, 28-31, 2009.
 - 18) 福原俊一, 鈴鴨よしみ. SF-36v2日本語版マニュアル, NPO健康医療評価研究機構, 京都, 2004, 89-97.
 - 19) Robbins AS, Rubenstein LZ, Josephson KR, Schulman BL, Osterweil D, Fine G. Predictors of falls among elderly people. Results of two population-based studies. *Arch Intern Med*, 149, 1628-1633, 1989.
 - 20) 清野諭, 藪下典子, 金美芝, 根本みゆき, 大藏倫博, 奥野純子, 田中喜代次. 基本チェックリストによる「運動器の機能向上」プログラム対象者把握の意義と課題 - 「能力」と「実践状況」による評価からの検討 -. *厚生*の指標, 56, 23-31, 2009.
 - 21) 清野諭, 藪下典子, 金美芝, 根本みゆき, 松尾知明, 深作貴子, 奥野純子, 大藏倫博, 田中喜代次. 特定高齢者の体力を把握するためのテストバッテリー. *日公衛誌*, 56, 724-736, 2009.
 - 22) Mahoney FI, Barthel DW. functional evaluation: The barthel index. *Md State Med J*, 14, 61-65, 1965.
 - 23) 古谷野亘, 柴田博, 中里克治, 芳賀博, 須山靖男. 地域老人における活動能力の測定 - 老研式活動能力指標の開発 -. *日公衛誌*, 34, 109-114, 1987.
 - 24) Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: a prospective study. *JAMA*, 261, 2663-2668, 1989.
 - 25) Tromp AM, Smit JH, Deeg DJ, Bouter LM, Lips P. Predictors for falls and fractures in the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Bone Miner Res*, 13, 1932-1939, 1998.
 - 26) Tromp AM, Pluijm SMF, Smit JH, Deeg DJ, Bouter LM, Lips P. Fall-risk screening test: A prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. *J Clin Epidemiol*, 54, 837-844, 2001.
 - 27) 鳥羽研二, 大河内二郎, 高橋奏, 松林公蔵, 西永正典, 山田思鶴, 高橋龍太郎, 西島令子, 小林義雄, 町田綾子, 秋下雅弘, 佐々木英忠. 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証. *日老医誌*, 42, 346-352, 2005.
 - 28) 内閣府. 高齢社会白書, 平成20年版, 高齢者の生活環境, 大分; 佐伯印刷, 2008, 53-54.
 - 29) 安村誠司, 芳賀博, 永井晴美, 柴田博, 岩崎清, 小川裕, 阿彦忠之, 井原一成. 地域の在宅高齢者における転倒発生率と転倒状況. *日公衛誌*, 38, 735-742, 1991.
 - 30) Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower extremity function over age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*, 332, 556-561, 1995.
 - 31) Bean JF, Kiely DK, LaRose S, Alian J, Frontera WR. Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil*, 88, 604-609, 2007.
 - 32) Fried LP, Young Y, Rubin G., Bandeen-Roche K.; WHAS II Collaborative Research Group. Self-reported preclinical disability identifies older women with early declines in performance and early disease. *J Clin Epidemiol*, 54, 889-901, 2001.
 - 33) Rinne MB, Pasanen ME, Miilunpalo SI, Oja P. Test-retest reproducibility and inter-rater reliability of a motor skill test battery for adults. *Int J Sports Med*, 22, 192-200, 2001.
 - 34) Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*, 56, 2234-2243, 2008.
 - 35) Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulroney CD, Ory MG, Sattin RW, Tinetti ME, Wolf SL. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques*. *JAMA*, 273, 1341-1347, 1995.
 - 36) 田中喜代次, 清野諭, 宮地元彦. スマートエクササイズ - 新体力テストを活用した元気長寿への導き -, 東京; 財団法人健康・体力づくり事業財団, 2009, 23-27.
 - 37) 田井中幸司, 青木純一郎. 在宅高齢女性の転倒経験と体力. *体力科学*, 56, 279-286, 2007.

