日本転倒予防学会誌

第 4 巻　第 1 号　2017 年 6 月

目　次

5　特　集　病棟における転倒予防：バランス評価尺度 Standing test for Imbalance and Disequilibirium（SIDE）とその運用
寺西　利生

11　特　集　回復期リハビリテーション病棟における転倒予防～患者安全委員会を中心とした取り組み～
福江　亮

23　原　著　大腿骨近位部骨折を受傷した女性高齢者における退院後の生活空間と転倒自己効力感との関連性：継続入院者を対照とした横断研究
小枝　允耶　　柿花　宏信　　小枝　美由紀　　備酒　伸彦

33　原　著　高齢転倒経験者における歩行中のつま先高さの軌跡の特徴
小林　吉之　　高柳　直人　　須藤　元喜　　仁木　佳文　　持丸　正明

43　報　告　四日市市における地域高齢者の転倒実態～ 2008 年から 2015 年までの 8 年間の救急出動記録より～
平野　裕滋　　藤田　秀　　平野　啓祐　　阿部　潤　　杉浦　加奈子
市原　薫　　松井　康素

53　報　告　地域在住高齢者の後方転倒と転倒リスク評価に関する横断研究
福田　圭志　　中村　英美　　光田　尚代　　井尻　朋人　　鈴木　俊明

61　論　説　転倒予防の研究分野における介入研究の研究方法論：ランダム化並行群間比較試験を中心として
上岡　洋晴

69　日本転倒予防学会より
69 報告　第 4 回転倒予防指導士基礎講習会　　72 お知らせ　　76 第 10 回理事会議事録
79 会則　　81 役員および評議員の選出および任期に関する細則
82 名誉会員名簿 役員・評議員名簿　　83 賛助会員一覧，施設・団体会員一覧
84『日本転倒予防学会誌』投稿規程・執筆要項 他　　93 編集委員会　　94 推奨品登録企業一覧

JSFP
日本転倒予防学会

シンボルに込めた想い

ゆらいでも決して倒れない「起き上がりこぼし」をモチーフとして，しなやかな安定感と活力を表現しています。

ゆらぎの造形は美しく咲く花にも通じ，転倒予防で人生が明るく美しく花開く様相を象徴します。

シンメトリカルな安定感あるフォルムは，JSFP の組織的な強さと多様性をも表現しています。

シンボルマークデザイン：株式会社中西元男事務所（PAOS）

Japanese Journal of Fall Prevention

Vol.4 No.1 June 2017

Contents

5 **Proceeding** Prevention of Falls in a Rehabilitation Ward: Fall Risk Management Method Using Standing Test for Imbalance and Disequilibirium（SIDE）
Toshio TERANISI

11 **Proceeding** An Integrated Approach to Falls Prevention in a Kaifukuki Rehabilitation Ward: Efforts of the Patient Safety Committee
Ryo FUKUE

23 **Original** Relationship between Life-Space after Discharge and Fall Self-efficacy in Female Elderly who have Suffered a Femoral Proximal Fracture: Cross-Sectional Study with Continued Inpatient Control
Masaya KOEDA Hironobu KAKIHANA Miyuki KOEDA Nobuhiko BISHU

33 **Original** Toe Height Trajectory Characteristics of the Gait of Elderly Fallers
Yoshiyuki KOBAYASHI Naoto TAKAYANAGI Motoki SUDO Yoshifumi NIKI
Masaaki MOCHIMARU

43 **Report** Rate of Falls by Community-Dwelling Older Adults in Yokkaichi City based on Emergency Dispatch Records for Eight Years from 2008 to 2015.
Yuji HIRANO Shigeru FUJITA Keisuke HIRANO Jun ABE Kanako SUGIURA
Kaoru ICHIHARA Yasumoto MATSUI

53 **Report** A Cross-Sectional Study on Relationship between Backward Falls and Fall Risk Evaluation in Community-Living Elderly
Keiji FUKUDA Hidemi NAKAMURA Hisayo MITSUDA Tomohito IJIRI Toshiaki SUZUKI

61 **Editorial** Methodology of an Intervention Study in the Field of Fall Prevention: a Focus on Randomized-Controlled Trials
Hiroharu KAMIOKA

69 **Information from The Japanese Society for Fall Prevention**

JSFP
The Japanese Society for Fall Prevention

What the Symbol Tells
The three overlapping patterns show the swaying movement of an *okiagari-koboshi*, a Japanese doll that rights itself whenever knocked over. The symbol represents resilience and stability that our society aspires for.
The patterns also show three petals of a blooming flower. We believe that life could be made better and more beautiful through our effort toward fall prevention.
The patterns also represent the structural strength and versatility of our society.

logo design：Motoo NAKANISHI（PAOS）

特　集

病棟における転倒予防：バランス評価尺度 Standing test for Imbalance and Disequilibirium（SIDE）とその運用

寺西　利生

藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科

要　約

病棟における転倒発生は，リハビリテーションの円滑な進行を阻害する。そのため転倒発生の予測にさまざまな転倒危険度評価やバランス評価を流用する方法が提案されている。しかし，転倒危険度評価やバランス評価による転倒予測は，十分に成功しているといえない。それは，転倒危険度評価の査定には，転倒に最も影響するであろうバランス保持能力の占める割合が少なく，また，バランス評価に判別的な評価がないためと考えられる。

Standing test for Imbalance and Disequilibirium（SIDE）は，静的立位バランス保持能力を開脚立位，閉脚立位，つぎ足立位，片脚立位の順に行い，可能な動作と不可能な動作によって低い能力から順に Level 0，1，2a，2b，3，4 の 6 つの Level に分ける判別的立位バランス保持能力テストである。SIDE は，検査者間信頼性（Cohen's Kappa = 0.76）と妥当性（Berg Balance Scale との Spearman の順位相関係数は，0.93）が検証された評価である。

回復期リハビリテーション病棟入院患者 556 名を対象に，入院 14 日以内の転倒 36 件を入院時の SIDE Level で検討した研究では，転倒者群のバランスを入院時の SIDE で表すと，非転倒者群に比べ SIDE Level は低く，SIDE Level 2b（つぎ足位は，片側だけ 5 秒以上保持可能だが，もう一方は 5 秒以内にバランスを崩す）以上で転倒の発生はなかった。すなわち，バランス良好者の転倒はまれである。

今後，SIDE によるバランス保持能力評価に加えて，規則遵守に関わる，記憶，性格，衝動性，自身のバランス保持能力のメタ認知といった簡便な Adherence 評価を組み合わせることで，対策に結びつく，より有効な転倒危険度評価になると考える。

キーワード　fall prevention, balance evaluation, management method, rehabilitation ward
転倒予防，バランス評価，管理法，リハビリテーション病棟

I　はじめに

リハビリテーション目的で入院している患者の転倒は，それが骨折などの外傷に至らなくても患者の動作遂行に対する恐怖心や不安感を増大し自信を奪うため，活動範囲の拡大を目指すリハビリテーションの進行を阻害する。円滑なリハビリテーションの進行には，転倒を予防しながら適切に活動範囲を拡大することが欠かせない。

また，病棟において投入できる人的および物的資源は限られているので，転倒危険度の高い患者をスクリーニングして重点的に管理する必要がある。

そのため，STRATIFY[1] や Morse Fall Scale[2] などの転倒危険度評価や Timed Up and Go test[3] や Berg Balance Scale[4] などのバランス評価を用いて転倒可能性の高い患者をスクリーニングするさまざまな方法が提案されている[5)-7)]。

連絡先：藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科　寺西利生
〒 470-1192　愛知県豊明市沓掛町楽ヶ窪 1-98
TEL：0562-93-9000　FAX：0562-93-6817　E-mail：teranisi@fujita-hu.ac.jp
受付日：2017.5.9　受理日：2017.5.11

しかし，これらの転倒危険度評価は，開発環境のデータには適合するが，他施設に適応した場合に同等の精度は得られないことが多いことも指摘されている[8]。さらに，Morse Fall Scale や STRATIFY の予測精度は，臨床家による予測と大きな差がないという報告もあり[8]，あまり成功しているとはいえない。

本稿では，既存の評価の問題点を概観するとともに簡便な判別的バランス保持能力評価である Standing test for Imbalance and Disequilibirium（SIDE）を概説し，その運用と今後について考察する。

Ⅱ　転倒危険度評価とその問題点

転倒可能性の高い患者をスクリーニングする方法には，STRTIFY や Morse Fall Scale など転倒に関与すると考えられる因子を重み付けして，その該当点数を合計し，一定の点数を超えた場合に転倒リスクがあるとする転倒危険度評価と，既存のバランス評価である Timed Up and Go test や Berg Balance Scale などを流用する方法がある。

転倒危険度評価の問題点は，転倒に関与すると考えられる因子である転倒歴や視力低下，移動能力，認知能力低下，薬物投与などさまざまな要因を合計して，転倒危険度を査定するが，転倒に最も関与すると思われるバランス評価は大きな位置（点数）を占めてはいない点にある。さらに，転倒危険度評価は，さまざまな要因の合計であるため同一の点数でも意味が異なり，点数から対策を見出すことが難しいことにある。

一方，既存のバランス評価を転倒危険度の査定に用いる方法は，流用されるバランス評価が，そもそも治療効果を測定するために，状態の変化に対して鋭敏に反応するように設計された Kirshner らのいう評価的尺度であり[9]，将来，転倒するかしないかというカテゴリーに当てはまるかどうかの判別には向かない点にある。

Ganz らは，転倒の既往と歩行またはバランス異常が転倒発生に影響し，これまで重要とされてきた視覚障害，投与薬物，Activities of Daily Living（ADL）の低下，認知障害では転倒予測が困難で，さらに起立性低血圧も他の要因を調整するとやはり予測が困難と報告している[10]。

従って，転倒というイベントの発生の予測には，判別的なバランス評価が必要と考えられ，その結果から対策を導くことが必要と考えられる。

Ⅲ　Standing test for Imbalance and Disequilibirium（SIDE）の概要

SIDE は，静的立位バランス保持能力を開脚立位，閉脚立位，つぎ足立位，片脚立位の順に行い，可能な動作と不可能な動作によって低い能力から順に Level 0，1，2a，2b，3，4 の 6 つの Level に分ける判別的立位バランス保持能力テストである[11]。Level 0 は，開脚立位を一人で保持できず，立位保持には必ず，支持（自分でつかまるか介助者が支える）が必要である。Level 1 は，開脚立位を一人で保持できるが，閉脚立位は，5 秒以上保持不能で，バランスを崩す。Level 2a は，閉脚立位は 5 秒以上可能だが，つぎ足立位は，両側とも 5 秒以上保持できないか，バランスを崩す。（ここでの，つぎ足立位とは，片方の足の踵を，もう一方のつま先につけて，一直線にして立つ。右足（または左足）を前にする場合と後ろにする場合がある。）Level 2b は，つぎ足位は，片側だけ 5 秒以上保持可能だが，もう一方は 5 秒以内にバランスを崩す。Level 3 は，つぎ足は，両側とも 5 秒以上可能だが，片脚立位は 30 秒以上できない。Level 4 は，どちらか一方で片脚立位が 30 秒以上可能なレベルである。

SIDE の段階付けは，テスト対象者が自発的，あるいは介護者の介助によってとられた肢位を一定時間保持できるかどうかによって決定される。従って，ベッドまたは椅子（車いすを含む）に座った姿勢から立ち上がり，このテストで指定されている肢位をとるまでは介助してもよく，その後，一定の姿勢を保てるかで判定していく。テストは，低い方の Level 0 の判定から順に開始し，対象者が少しでもバランスを崩した場合，すぐに介助して転倒させないように行い，安全性を確保するようになっている。Level は難易度の順に並べてあり，ある Level のテストでバランスを崩して介助を受けた場合は，それ以上の Level は試みないこととされている。それは，テストの難易度が高ければ，その分転倒のリスクも高くなるからである。テストを通じて，対象者が転倒しないように，十分な注意を払う必要があるとされており，特に，初めてこのテストを使う場合は，二者（時間やバランスを崩すかどうかを判定する者と，転倒しないように注意を払う者）で施行することが推奨されている。

以上のように，SIDE level の決定には，時計以外に特別な道具を必要とせず，ベッドサイドでも簡便に短時間で行うことが可能となっている。また，Level の決定時には，日常使用している装具の使用は認めるが，歩行補助具の使用は認めていない。Level 決定のためのフローチャートを図 1 に示す。

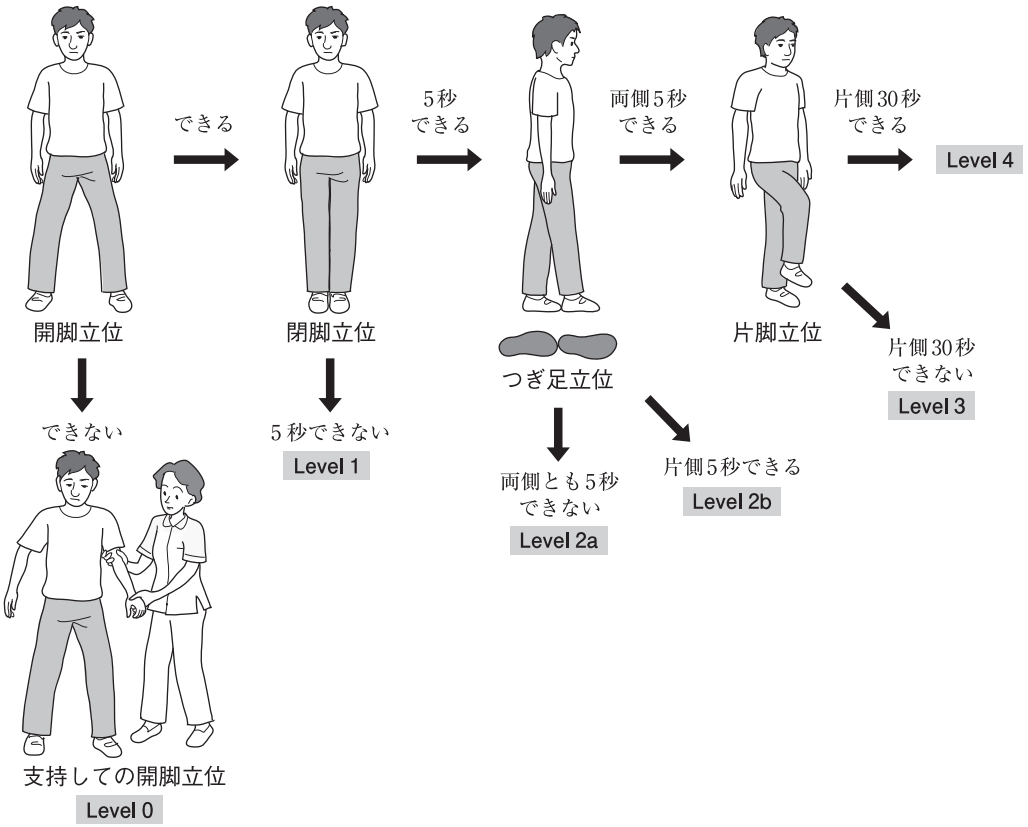


図1　SIDE level 判定フローチャート（文献12より改変して転載）

Ⅳ　SIDE の信頼性と妥当性

SIDE の検者間信頼性は，回復期リハビリテーション病棟入院中の患者 30 名に対して，2 人の理学療法士が同一患者の SIDE Level を決定することで評価された。2 名の検者から得られた SIDE Level に 2 段階以上の差は認められず，Cohen's Kappa 統計量は，0.76 と十分な信頼性が認められた。

SIDE の妥当性は，回復期リハビリテーション病棟入院中の患者 30 名に対して，標準的なバランス評価である Berg Balance Scale による score と SIDE Level の相関で評価された。Berg Balance Scale score と SIDE Level の Spearman の順位相関係数は，0.93（$p < 0.01$）と高く（図 2），バランス尺度としての妥当性が認められた[12]。さらに，SIDE で採用されている開脚立位，閉脚立位，つぎ足立位，片脚立位時の重心動揺を計測すると，それぞれの肢位は，検査順位は難易度順に並んでおり，左右の概念があるつぎ足と片脚立位には，利き足・非利き足間の差は認められなかった。従って，検査時に利き足・非利き足かは考慮しなくてもよい。

SIDE は信頼性と妥当性があり，ベッドサイドでも短時間に実施可能な判別的立位保持能力評価といえる[13]。

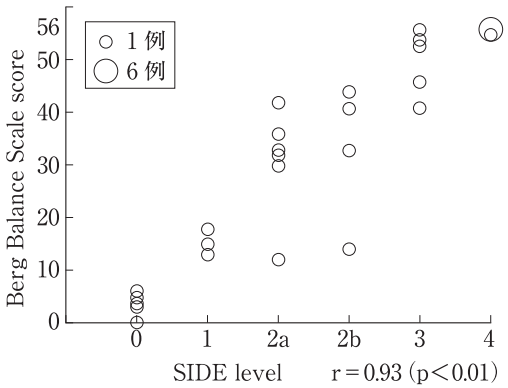
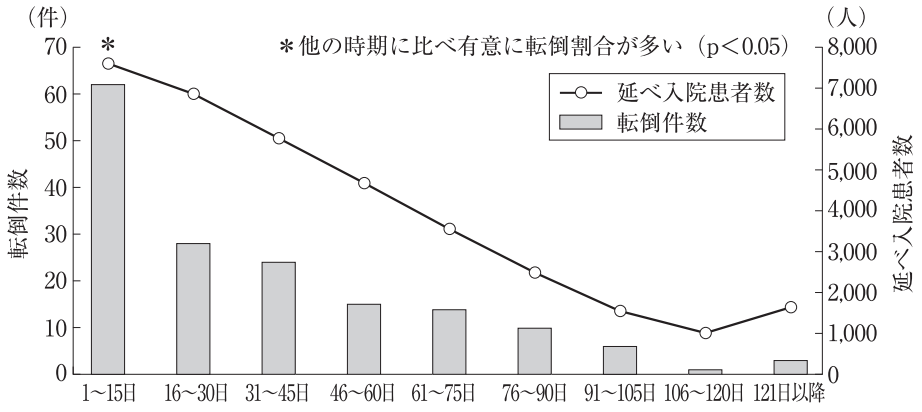


図2　BBS score と SIDE level との関係
（文献 12 より改変して転載）

Ⅴ　回復期リハビリテーション病棟で発生する転倒の分析

回復期リハビリテーション病棟へ 1 年間に入院した 513 例を対象に，入院後退院までに発生した 163 転倒の時期別発生件数を検討した。その結果，入院患者数の影響を調整しても早期（15 日以内）の転倒発生が有意に多かった（図 3）。また，入院 15 日以内の転倒は，病棟で予想外の思いがけない行動をして（32/62 件）やセンサーや抑制をすり抜けること（23/62 件）によるものが多かった[14]。

SIDE Level と転倒発生の関係を回復期リハビリテーション病棟入院患者 556 名を対象に入院 14 日以内の転



転倒時期（日）	1～15	16～30	31～45	46～60	61～75	76～90	91～105	106～120	121～
延べ患者数（人）	62	28	23	16	14	10	10	1	3
転倒者数（人）	7,581	6,845	5,755	4,662	3,566	2,480	1,544	994	1,640

図 3　入院後の時期別の転倒件数と延べ入院数（文献14より，表は改変転載し，Data を元に作図）

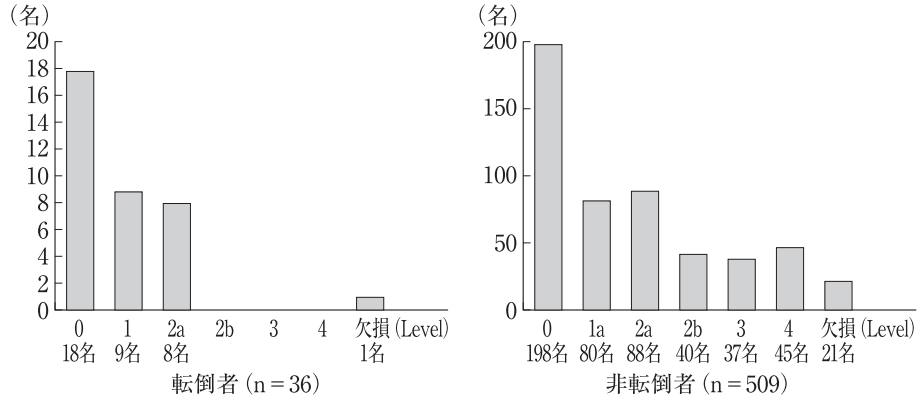


図 4　転倒者・非転倒者の SIDE Level（文献15より改変して転載）

倒 36 件を入院時の SIDE Level で検討した研究では，転倒者群のバランスを入院時の SIDE で表すと，非転倒者群に比べ SIDE Level は低く，SIDE Level 2b 以上で転倒の発生はなかった（図 4）[15]。すなわち，バランス良好者は転倒がなく，バランスが良好であれば転倒しにくいといえる。

Ⅵ　SIDE Level と患者管理

SIDE Level ごとの管理法を図 5（次ページ）に示す。Level 0 の患者は，移動には車いすが原則で，ベッド・車いす間の移乗にも介助が必要である。Level 1 では，転倒する危険が高いのでベッドサイドでの立位移動には必ず見守りまたは介助が必要である。Level 2a では，危険肢位・動作を取らないように自分で注意できる能力があれば，手すりあるいは歩行器歩行が可能である。Level 2b では，危険肢位・動作を取らないように自分で注意できる能力があれば，独歩可能，できない場合は周囲が厳重に注意する必要がある。Level 3 では，屋内の独歩は可能，屋外は注意が必要である。Level 4 では，屋内外とも転倒の危険性はほとんどない。

危険肢位・動作とは，立位あるいは歩行時に後ろを振り返るや，歩行時方向転換をする時足をクロスさせることであり，両者はつぎ足に類似した肢位になりやすく，転倒危険性が高い肢位・動作である。

Ⅶ　今後の方向性

転倒は，自身のバランス保持能力を超えた動作を行うことで発生すると考えられる。

また，リハビリテーション病棟は，地域社会にくらべ環境は均質に制御されている。ゆえに，患者側の要因と医療者側の管理方法が転倒の抑制の鍵になる。

リハビリテーション病棟に入院している患者は，リハビリテーションの進行によってバランス保持能力が徐々に改善していく。そのため，患者は必然的に自身のバランス保持能力の把握，すなわち，自身のバランス保持能力をメタ認知することが難しい。

従って，医療従事者側は患者が一人で行ってよい動作範囲を指定し，それを超える動作を行う場合は，患者に

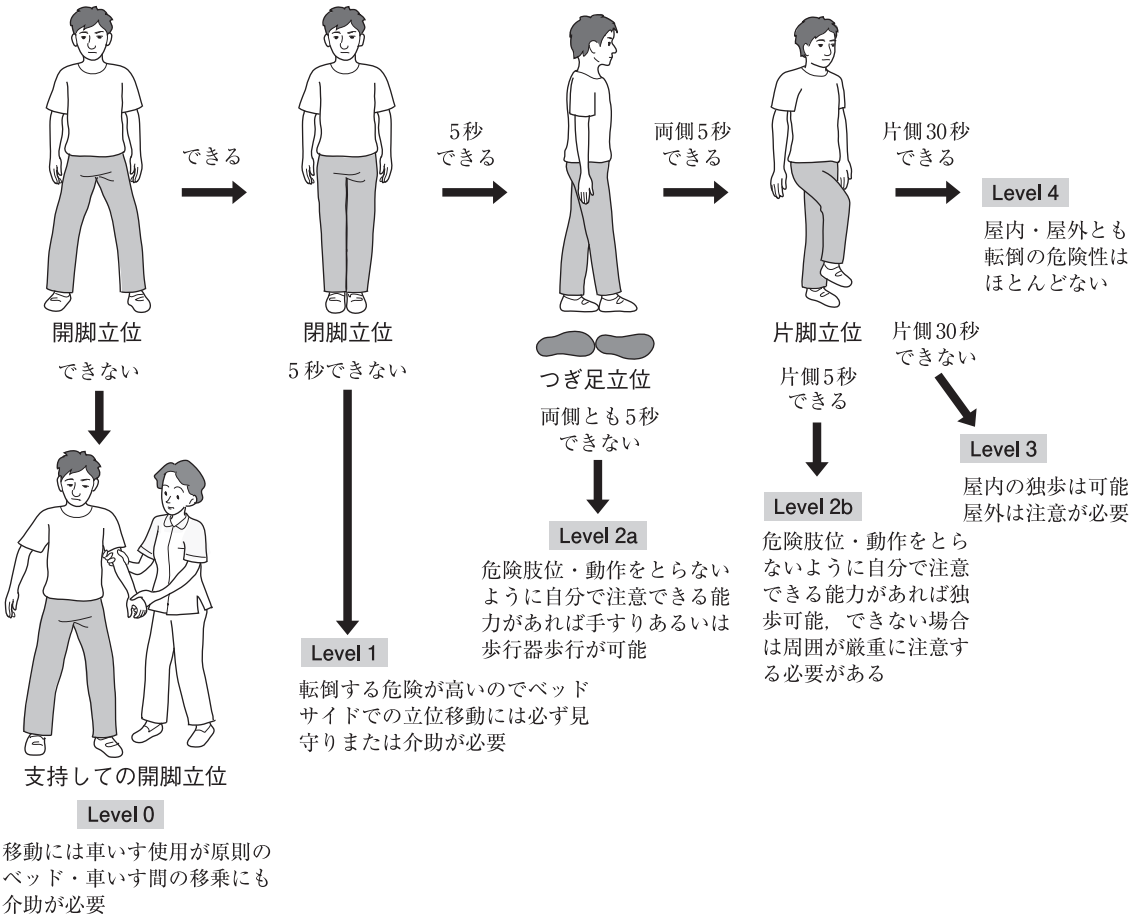


図5　SIDE Level ごとの管理法

ナースコールや声掛けによって見守りや介助を呼ぶことを求める。

しかし，リハビリテーションの対象者には，許可された動作以外を行うときにナースコールなどで見守りや介助者を呼ぶと約束をしても，記憶障害や，性格による遠慮，衝動を抑えられないなどの理由で，規則の遵守ができない場合も多い。

この規則遵守の評価（Adherence 評価）とバランス保持能力評価を組み合わせることで転倒危険度の高い患者の抽出と管理が可能ではないかと考えている。著者らが考えるバランス保持能力と Adherence（規則遵守）による管理方法の切り分けを表1に示す。

現在，簡便なバランス評価とバランス保持能力のメタ認知や記憶・性格・衝動性といった規則遵守を評価する簡便な Adherence 評価を開発し，臨床データの取得を行っている。

今後，簡便な Adherence 評価をバランス評価に組み合わせることで，より有効な転倒危険度評価になると考える。

表1　バランス保持能力と Adherence（規則遵守）による転倒対応の考え方（文献 16 より改変して転載）

		Adherence	
		良好	不良
バランス保持能力	良好	対応不要	対応の必要度は低い
	不良	許可動作の決定と説明	センサーや抑制など管理が必要

Ⅷ　まとめ

簡便で判別的な静的立位バランス保持能力評価尺度である SIDE は，信頼性と妥当性が検証された評価である。

SIDE level 2b 以上の転倒発生はなかった。すなわち，バランス良好者の転倒はまれである。

今後，バランス保持能力評価に加えて，規則遵守に関わる記憶，性格，衝動性，自身のバランス保持能力のメタ認知といった簡便な Adherence 評価をバランス評価に組み合わせることで，より有効な転倒危険度評価になると考える。

引用文献

1) Oliver D, et al. Development and evaluation of evidence based risk assessment tool (STRATIFY) to predict which elderly inpatients will fall: case-control and cohort studies. BMJ. 315 (25) : 1049-53, 1997.

2) Morse JM, et al. Development of a scale to identify the fall-prone patient. Can J Aging. 8 (4) : 366-377, 1989.

3) Podsiadlo D, et al. The timed "Up and Go" : a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 39 (2) : 142-148, 1991.

4) Berg, K, et al. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. Physiother Can. 41 (6) : 304-311, 1989.

5) Heindrich AL, et al. Validation of the Heindrich II Fall Rsik Model: A Large concurrent Case/Control Study of Hospitallized Patients. Appl Nurs Res. 16 (1) : 9-21, 2003.

6) Duncan PW, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. J Gerontol. 45 (6) : M192-197, 1990.

7) Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc. 34 (2) : 119-126, 1986.

8) Haines TP. et al. Design-related bias in hospital fall risk screening tool predictive accuracy evaluations: systematic review and meta-analysis. J Gerontol. 62A (6) : 664-672, 2007.

9) Kirshner B, et al. A methodological frame work for assessing health indices. J Chronic Dis. 38 (1) : 27-36, 1985.

10) Ganz DA, et al. Will my patient fall? JAMA. 297 (1) : 77-86, 2007.

11) 近藤和泉, ほか. 立位バランスの判別的尺度 (Standing test for imbalance and disequilibrium: SIDE) の検者間信頼性の検討. リハ医学. 41 (7) : 483, 2004.

12) Teranishi T, et al. A discriminative measure for static postural control ability to prevent in-hospital falls: Reliability and validity of the Standing Test for Imbalance and Disequilibrium (SIDE). Jpn J Compr Rehabil Sci. 1 : 11-16, 2010.

13) Teranishi T, et al. Validity study of the standing test for imbalance and disequilibrium (SIDE) : Is the amount of body sway in adopted postures consistent with item order?. Gait Posture. 34 (3) : 295-299, 2011.

14) Teranishi T, et al. An analysis of falls occurring in a convalescence rehabilitation ward - a decision tree classification of fall cases for the management of basic movements -. Jpn J Compr Rehabil Sci. 4 : 7-13, 2013.

15) Teranishi T, et al. Investigation of factors involved in patient falls during the early stage of hospitalization in a Kaifukuki rehabilitation ward. Jpn J Compr Rehabil Sci. 8 : 10-15, 2017.

16) 寺西利生. 高齢者の病院内転倒危険度スクリーニングと転倒予防. MB Med Reha. 170 : 47-53, 2014.

特　集

回復期リハビリテーション病棟における転倒予防 ～患者安全委員会を中心とした取り組み～

福江　亮

医療法人社団朋和会西広島リハビリテーション病院

要　約

回復期リハビリテーション病棟は機能障害の改善，ADL の向上，家庭復帰を目的に集中したリハビリテーションを実施する医療機関である。入院から退院までの間，患者の身体能力は変化し活動的になるにつれ，転倒する危険性も向上する。回復期リハビリテーション病棟の性質上，必ず転倒のリスクを伴うため，転倒予防の取り組みは必要不可欠である。

当院では多職種による PDCA サイクルの実践と，詳細なデータ収集と分析を基にしたリスクマネジメントが特徴である。転倒予防についても，入院から退院までの PDCA サイクルをシステム化し，2 週間ごとの患者個人のミニカンファレンスや，週 1 回の病棟全体での転倒カンファレンスを中心に，多職種協働で包括的に取り組んでいる。定期的な患者個人の機能レベル・活動レベルの評価に加え，転倒アセスメント，自立チェックリスト，自室内行動チェックリストなど専門的な評価を行い，判断基準を統一している。さらに 2011 年からは「報告する文化」から「学習し進化する組織へ」と変貌を遂げるため，医療安全に関する組織を再編成し，新たに転倒転落に特化した組織「患者安全委員会」を設置した。委員会が中心となって，詳細なデータ収集や分析を行うことで，転倒カンファレンスの運営，センサーコールの管理とルール作成，転倒ラウンド，転倒事故への客観的介入，などの対策を実践してきた。5 年が経過し，設置前と比較して転倒発生件数，転倒率ともに減少傾向であった。さらに FIM 利得は年々改善傾向にあり，転倒を防ぎつつ，自立度の向上に寄与していると思われる。しかし，外出・外泊中の転倒や，骨折事故への対応が今後の課題である。

キーワード　Kaifukuki Rehabilitation Ward（KRW），fall-preventive measures, integrated multi-disciplinary team approach, Patient Safety Committee
回復期リハビリテーション病棟，転倒予防対策，包括的チームアプローチ，患者安全委員会

Ⅰ　はじめに

回復期リハビリテーション病棟の役割は急性疾患を安定させ，慢性疾患を制御しつつ，機能障害の改善，Activity Daily Living（ADL）の向上，家庭復帰を目的とした集中的なリハビリテーションを実施することである[1)]。回復期リハビリテーション病棟には脳血管疾患，運動器疾患，廃用症候群などの高齢患者が多く入院しており，入院中のリスクとして全身状態の悪化，感染症，転倒転落，誤嚥窒息，患者の取り違え，離院離棟などがあげられる[2)]。これらの事象は ADL の改善や在宅復帰の阻害因子となるだけではなく，患者の生命に直結する事態も考えられる。リハビリテーション医療の高度化，

連絡先：医療法人社団朋和会西広島リハビリテーション病院　福江亮
〒 731-5143　広島県広島市佐伯区三宅 6-265
TEL：082-921-3230　FAX：082-921-3237　E-mail：r-fukue@outlook.jp
受付日：2017.3.30　受理日：2017.4.4

専門分化，患者の高齢化，患者家族の医療に対する意識の変化などにより，安全管理に関わる業務は今後も増加していくと予想される。

その中でも転倒転落に関しては，「全身状態がまだ不安定な高齢者を動かす」ことが中心である回復期リハビリテーション病棟の性質上頻回に発生しており[3]，その背景には患者の身体能力の変化による活動性の変動が関係してくる。例えば，車椅子移乗やその駆動も自分では困難な状態の患者が，3か月後には歩行可能となることも多い。この大きな活動性の変化は内因性のリスク因子の変化と相まって大きな転倒リスクの変動を伴う[4]。本稿では，当院で行っている転倒予防の取り組みと，その中心となり活動している患者安全委員会の活動について紹介する。

Ⅱ　当院の概要と特徴

当院は今年で開院30年目を迎えるリハビリテーション専門病院である。2000年から回復期リハビリテーション病棟を開始し，現在は3病棟139床すべてが回復期リハビリテーション病棟で運営している。当院入院患者の特性として，脳血管疾患が約6割を占め，平均年齢は71歳前後，平均在院日数は約85～90日，在宅（自宅＋居住系施設）復帰率は約70%であった（表1）。

当院の特徴は大きく分けて2つある。

1つ目に多職種による頻回なPDCA（Plan-Do-Check-Action）サイクルの実践である。当院は全患者に対し，2週間ごとに「ミニカンファレンス（MC）」を開催している。参加者は開催日に勤務している病棟配属の職員全員（医師，看護師，介護士，理学療法士，作業療法士，言語聴覚士，音楽療法士，管理栄養士，薬剤師，臨床心理士，社会福祉士，医事課職員）である。そのMCでは主治医の司会のもと，共有すべき情報の確認，目標の達成状況，次回の目標設定とその目標に対する各専門職のプログラムの立案などを行う。そして決定したプログラムを各職種で情報交換を行いながら2週間実施し，再びミニカンファレンスが開催される，といったサイクルを退院まで繰り返す。

各専門職はそれぞれ2週間で行ったアプローチに対する評価，プログラム内容を，あらかじめミニカンファレンスシートや院内クリニカルパス[5]に修正し記載を加えておく。これらはMCが始まる前に行っているため，短時間で議論することが可能となっている。その中で転倒予防に対する議論も行い，現状の対策の継続や変更，車椅子移動動作・歩行自立チェックリストによる主観的評価やBerg Balance Scale（BBS）やMini-Mental State Examinationなど客観的評価を基に自立の判定を行っている。また患者安全委員会が中心となり，毎週各病棟で「転倒カンファレンス」を開催している。各患者に立案した対策やセンサーコールの効果判定，特にコミュニケーション機能や認知機能が低下した患者に対する対応を病棟配属の職員全体で協議し，絶えずPDCAサイクルを回している。

次にデータ集計，分析に力を入れている点である。当院では1995年以降，毎年退院した患者の全データをまとめ，「退院時統計一覧」として作成する。この中で転倒に関するデータも集計し，詳細に分析している。リハビリテーションを実施した結果を記録に残し，集計したデータ結果を振り返ることで，さらなるリハビリテーションの質の向上に活かすとともに，ホームページ上や関係する医療，介護機関に冊子で配布し，紹介病院や紹介先との信頼関係の向上に役立てている。

例えば，表2は2011～2015年の転倒報告書のデータをまとめたものである。これによると，発生時間帯は6～9時が最も多く，病室内での転倒が約7割を占めている。転倒のきっかけとなった行動の理由としては排泄関係が圧倒的に多く，発生時動作は移乗中が最も多い。このように患者の1日の活動の始めの時間帯でトイレに行く，もしくはトイレから帰室しベッドサイドで転倒している割合が多いと捉えることができる。転倒の傾向をつかむことで，これらの問題に対してベッドサイドでの動作訓練の強化やトイレ誘導など，ある程度予想に役立てながら対応することができる。また，疾患別転倒回数の

表1　当院入院患者の特性（2011～2015年）

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
入院患者数（名）	525	525	507	520	563
疾患別患者割合（%）					
臥床廃用	7	5	8	6	3
頭部外傷他	9	7	9	9	10
運動器疾患	26	26	30	28	29
脳血管疾患	58	62	52	57	58
平均年齢（歳）	71.4	71.6	70.9	71.5	71.2
平均在院日数（日）	88.5	89.2	90.2	90.2	85.3
在宅復帰率（%）	69	73	71	70	71

表 2　2011 ～ 2015 年全転倒の傾向（n ＝ 1335）

発生時間帯※	0 ～ 3 時	3 ～ 6 時	6 ～ 9 時	9 ～ 12 時	12 ～ 15 時	15 ～ 18 時	18 ～ 21 時	21 ～ 24 時
	8.4%	9.5%	21.0%	14.0%	11.6%	12.5%	14.7%	8.4%
発生場所	病室	トイレ	廊下	デイルーム	リハ室	外出外泊中	浴室	その他
	66.6%	9.5%	7.6%	5.4%	4.8%	3.9%	0.7%	1.5%
発生時動作	移乗中	起立位中	歩行中	車椅子	座位中	臥床中	その他	
	25.3%	20.1%	18.5%	12.1%	10.6%	9.4%	4.0%	
行動理由	排泄	物を取る	移乗	リハビリ中	移動	食事	更衣	その他
	31.0%	15.4%	11.3%	7.5%	8.5%	1.6%	3.8%	20.8%
受傷の程度	外傷なし	打撲	擦過傷	骨折	頭蓋内出血			
	71.1%	23.9%	3.8%	1.1%	0.1%			

※時間帯不明者 19 名を除く

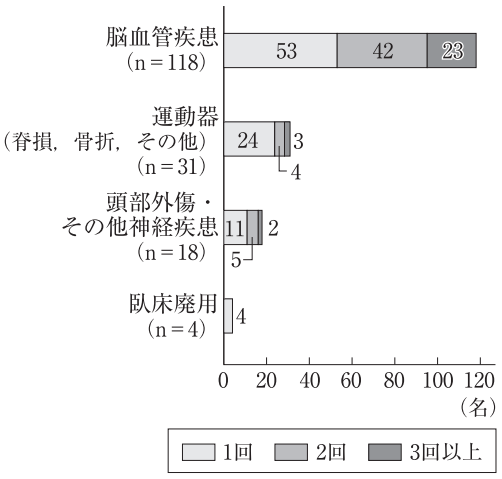


図 1　疾患分類別　転倒回数（2015年　n＝174）

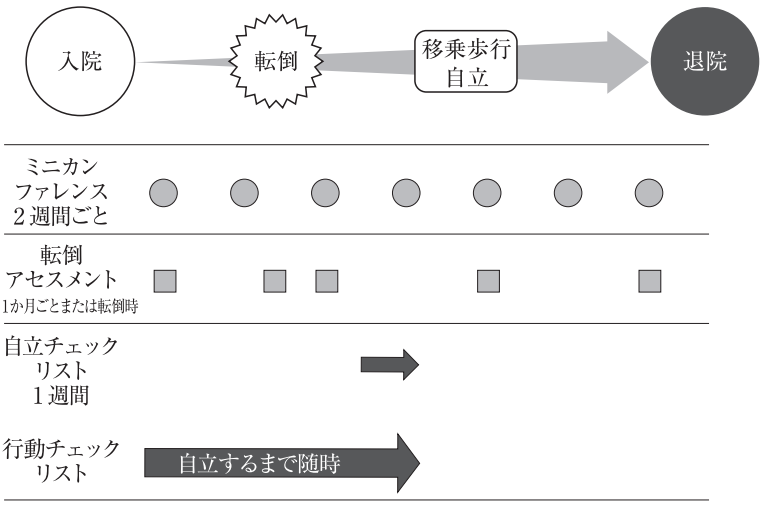


図 2　転倒予防の流れ

集計からは，脳血管疾患患者の転倒の特徴として，複数回転倒している患者が他の疾患と比べ多いことがわかる（図 1）。症例ごとの対応が基本にはなるが，定期的に全体のデータを集計することで転倒の傾向をつかみ，対策の立案や自立の判断，さらには新人教育などでも活用することができる。

Ⅲ　転倒予防対策の実際

リスクを最小に，活動を最大限に高めていく。

1 人の患者に多くのスタッフが関わる回復期リハビリテーション病棟の転倒予防対策は，個人の力量に依存し過ぎず，専門職がそれぞれの立場から見落としなく細かく評価できるようなものが望ましい。そのため，評価の時期・視点・方法，自立の判断，予防策などは，病棟で基準が統一され，入院から退院までの流れがシステム化されている方が，全体の質が高く保てる。

・入院から退院までの転倒予防（図 2）

入院初日には担当職員が合同で評価を行う。当院では，主治医，看護師，理学療法士，作業療法士，言語聴覚士，音楽療法士が一緒に評価を行い，評価結果を基に自立度，行動制限の有無，院内クリニカルパスコースの選択，リハビリテーションの処方内容などを検討していく。その後は前述のとおり，2 週間ごとの MC にて，自立度，行動制限の見直しを行う。転倒アセスメントはハイリスク患者の抽出のため入院日に回復期リハビリテーション病棟協会が作成した評価シートを用いて評価し，その後は転倒リスクの推移を把握する目的で，毎月 1 回，および転倒発生時に評価する。

・自立チェックリスト（図 3-1，図 3-2 参照）

車椅子移動や歩行の自立を検討する際には，事前に BBS や Timed up and Go Test にてバランス能力の評価を行った上で，実際の動作の評価を開始する。自立チェック期間は原則 1 週間，看護師や介護士が実生活場面で評価を行い，安全に実施できていることを確認できれば主治医が最終的に判断し自立に至る。車椅子移動や歩行が自立していない患者については，次の自室内の行動チェックリストを使用し評価を行っている。

・自室内行動チェックリスト（図 4 参照）

表 2 にあるように，過去のデータからも自室で物を取ろうとした，あるいは少数ではあるがカーテン操作をしようとしたなどの転倒が見られた。そのため転倒報告書を分析し，自室内行動チェックリストを作成した。床頭

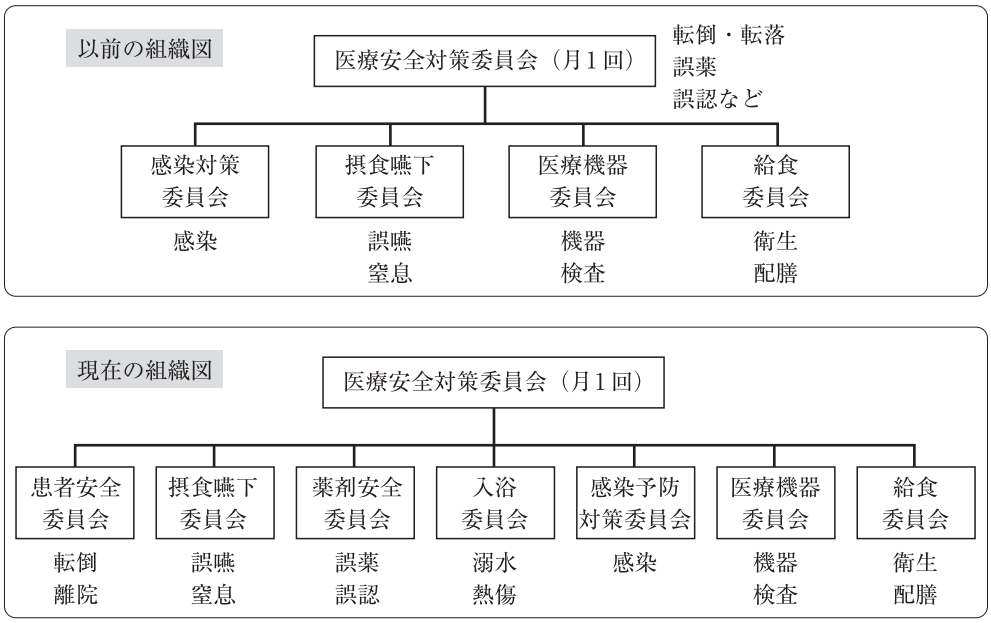


図6　医療安全に関する組織図

台へのリーチ動作やカーテン操作，床に落ちた物を拾う動作など，自室内で行う動作を理学療法士，作業療法士が訓練時に評価する。評価結果を基にリハビリテーションプログラムに反映させることに加え，例えば特に必要な物品を床頭台の手の届く範囲にあらかじめ設定しておくことや，床に落ちてしまった物は自分で拾わずスタッフコールを押し，職員を呼ぶように患者指導を行うなど，日常生活場面においても事前に対応を検討することや未評価による転倒を防ぐことができる。

・行動制限表と環境設定表（図5参照）

当院では患者と職員のリスクに対する認識を統一するために，行動制限表と環境設定表を患者のベッドサイドに掲示している。以前は手書きで記載していたが，手書きの文字では職員や患者・家族が理解しづらく，設置ミスの原因にもなっていた。このため文字と絵を併用し，視覚的に分かりやすいように変更した[6)]。

行動制限表は患者の自立度を示したもので，自立の許可が出ている動作や範囲や時間帯を文字と視覚的に分かりやすくするために文字で表している。環境設定表はベッドサイドの環境を表しており，介入した職員が統一した対応が行えるようにすることが目的である。退室時にこの表で指さし確認を行い，確実に原状復帰することを義務付けている。

・統一した基準を設ける

転倒予防対策の基本は患者ごとに検討すべきだが，その判断をするスタッフの基準がバラバラだと，病棟や病院全体で考えた時に，有効な対策だったかどうか検証が困難になる。基準や対応を統一し，それを変更していくことで有効な対策を模索し，全体で考えていくことも必要である。

上記以外にも職員が統一した対応が取れるようにしている対策として，例えば車椅子移動動作や歩行が自立していないが，判断できずに1人で動作を行ってしまう患者に対して，家族から同意を得た上で，車椅子や歩行補助具にマークを付けることがある。マークを付けることで転倒のリスクのある患者かどうか職員が遠くからでもひと目で判断することができ，声かけや見守りを適切に行うことができる。このように，患者の安全を守りながら活動度の向上を促すためには，きめ細やかな評価と，職員の誰が見ても理解し確実に行動できるようなシンプルな対策が望ましい。

Ⅳ　報告する組織から学習し進化する組織へ

当院では従来，安全文化の醸成のため「報告する文化」を作ってきたが，実際には安全対策として十分機能しているとは言い難かった。例えば，インシデント，転倒報告での原因について，約束事が守られていない，確認をしていない，「～だろう」という推測で行っている，対策の結論が間違っているといったことが多く，一部報告書が形骸化していた。また，以前の医療安全対策委員会では転倒転落以外にも誤薬誤認などさまざまな内容に対応しなければならず，迅速な対策ができていなかった。そこで，「学習し進化する組織」へと変貌を遂げるため，2011年より医療安全に関する組織を再編成し，転倒転落に特化した組織，患者安全委員会を設置した（図6）。

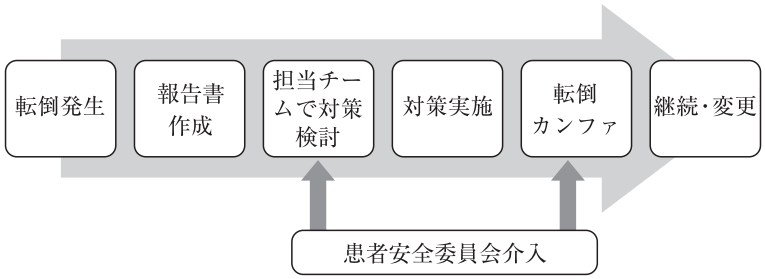


図 7　現場の転倒対策への介入

患者安全委員会は各病棟配属の看護師，介護士，療法士，事務長，施設課長より構成されている。事務長，施設課長の参加により，現場だけでの案でなく，管理者の立場，設備面に関してなどさまざまな視点で議論ができるためこのような部署の参加は重要であると実感している。会議は毎月開催している。これまで行ってきた委員会の活動内容のうち，日々発生する転倒対策への介入，転倒カンファレンスの運営，センサーコールの管理とルール作成，転倒ラウンドについて紹介する。

・転倒発生時のフローとその対策

図 7 に示すように，転倒が発生したら，担当チームで対策を検討すると同時に，当日中に転倒報告書を作成する。その際患者安全委員が介入し，客観的立場から指導していく。対策を実施後，毎週行われる転倒カンファレンスで再度，対策の継続もしくは変更を検討する。転倒カンファレンスも MC と同様，病棟全職員が参加し，患者安全委員が専用シートを用いて司会と記録を行う。この専用シートはインシデント，転倒報告書とリンクしており，議論した内容のみを記載すれば良いので，素早く作成することができる。

・センサーコールの管理とルールの作成

当院では以前多種多様のセンサーコールがあり，管理方法も明確にされていなかった。このため使用方法も粗雑で，作動の正確性に欠けていたため，センサーコールが作動せずに転倒したケースや度々センサーコールが破損するなどのトラブルも生じていた。患者安全委員会設置後はセンサーコールの種類を限定し，使用方法などの勉強会を開催した。合わせて，センサーコールの設置数に制限がなく，職員の安心感からか不必要な患者にまで設置されていた。センサーコールは転倒そのものを防ぐものではなく，危険を知らせるためのものであり，実際に駆け付けられなければリスクを回避できたことにはならない。むしろ作動しているが，職員が駆け付けられず既に歩行を開始していた，もしくは間に合わず転倒に至ったというインシデント，転倒が発生していた。対策として職員数に対する目標限度設置数を設定し，患者安全委員会が管理することとした。そして，どの患者に設置し，在庫はいくつあるのかなど，センサーコールの把握が困難であったため，院内 LAN での管理表を作成した（図 8 参照）。

この管理表により，患者氏名，センサーコール名，貸出日，返却予約日，および在庫状況の確認もできるため，職員の負担軽減となっている。管理表の閲覧は全職種可能としているが，入力・管理は各病棟の患者安全委員が行う。各病棟の目標数と現在の設置数を表示することで，設置の上限を意識し設置数のコントロールにつながると考える。

また，センサーコールの電源スイッチの操作を使用不可とした。この背景には 2008 ～ 2011 年で，電源スイッチに関するインシデント，転倒報告が 30 件以上発生していた。報告内容は職員や家族による電源スイッチ付け忘れ，患者が電源スイッチの操作を覚えてしまったなどであり，人的ミスを除去するため電源スイッチの操作をしないこと，退室時は必ず作動を確認することとした。昼夜の能力差により，夜間だけセンサーコールを作動し，日中は活動的にしたいなどの場合でも電源操作は行わず電源タイマーを使用している。電源タイマーはあらかじめ時間を設定したものを使用するため，人的ミス防止につながると考えている。

・転倒ラウンド

転倒による骨折事故などの重大事故発生時や，転倒を頻回に繰り返す患者に対して患者安全対策チームが設置される。これは早急な対策や事故調査を行うことが目的で，患者安全委員会に加えて各部署長も参加し 30 分以内で，直接現場へ赴き，調査ならびに指示指導を行っている。また月に一度，療法士と看護師・介護士で他病棟のベッドサイドラウンドを行い，環境などに不備がないか，その病棟独自のローカルルールがないかなど客観的

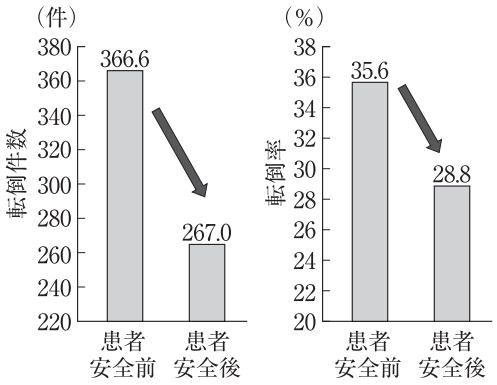
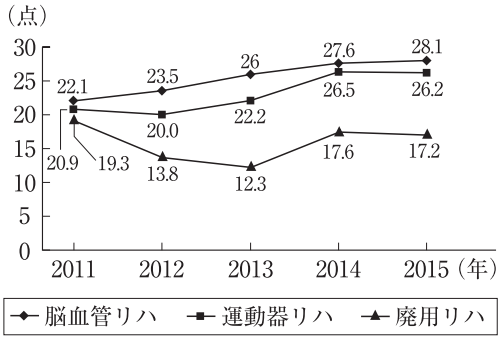


図 9　患者安全委員会設置前後の転倒の変化



★30日以上入院リハビリテーションを行った症例のみ

図 10　疾患別 FIM 利得・年別（2011〜2015年）

にチェックを行っている。

このような活動を通じ，医療安全に関するルールの徹底を図っている。

V　患者安全委員会設置前後の比較と課題

患者安全委員会が設置され 5 年が経過し，その間転倒転落に対するさまざまな取り組みが行われてきた。患者安全委員会設置前後 5 年間ずつの転倒発生件数，転倒率の比較を図 9 に示す。転倒発生件数は平均で年間約 100 件の減少，転倒率（転倒経験者数 / 入院患者総数）は約 7% 減少した。また設置後対策を厳重にするあまり，活動を抑制し過ぎていないかを，疾患別の Functional Independence Measure（FIM）利得で検証した。図 10 に示すように FIM 利得は年々向上していた。患者安全委員会の設置により，転倒を防ぎつつ自立度は向上している，すなわち「リスクを最小に活動を最大限に」を実践できていると考えている。

当院の今後の課題として，外出，外泊中の転倒が増加傾向にあること，骨折事故が減少していないことが挙げられる。外出・外泊は自宅退院を目標にしている患者・家族に対しての重要な取り組みであり，家族へ介助指導を行った後に積極的に実施していただいている。しかし，外出外泊中の転倒が増加傾向で，過去には外泊中に転倒骨折に至った事例があった。外泊時の転倒の詳細を問うと，家族が目を離した少しの間に患者 1 人で動いた，指導した動作方法と異なる方法で行ったため転倒してしまった，などがあり，介助指導のさらなる質の向上が必要である。

また，転倒による骨折事故が減らない点も重大な問題であると捉えている。患者安全委員会設置後の比較でも，転倒による骨折事故の件数は変化していない。回復期リハビリテーション病棟の最大の目的である在宅復帰に向け，患者の活動性が向上した上で安全に療養生活が送れること，また安全に外泊ができるよう病棟全職員がチームとなり，最大限の転倒予防に努めていくことが我々の最大の使命であると実感している。

引用文献

1）日本リハビリテーション病院・施設協会，全国回復期リハビリテーション病棟連絡協議会編．回復期リハビリテーション病棟．三輪書店，東京，2010.
2）日本リハビリテーション医学会診療ガイドライン委員会．リハビリテーション医療における安全管理･推進のためのガイドライン．医歯薬出版，東京，2014.
3）岡本隆嗣ほか．リハビリテーション専門病院における安全管理（特集：リハビリテーションにおける安全管理）．Journal of Clinical Rehabilitation. 22（10）：976-986, 2013.
4）大高洋平編．回復期リハビリテーションの実践戦略　活動と転倒．医歯薬出版株式会社，東京，2016.
5）高取隆至ほか．回復期リハビリテーション病棟における脳卒中クリニカルパスの導入と課題．日本クリニカルパス学会誌．14（1），2012.
6）福江亮他．西広島リハビリテーション病院の取り組み（特集：全スタッフで推進！回復期リハ病棟の医療安全）．回復期リハビリテーション病棟協会機関誌．14（3）：21-25, 2015.

No.

歩行自立チェックリスト　患者名：　目標：　評価期間：　主治医サイン

			/		/		/		/		/		/	
			○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×
自室内自立	1	靴・装具の着脱が行える												
	2	コップなどを持ってベッド⇔洗面台間が歩行できる												
	3	立位での洗面動作，または座位での洗面動作（椅子操作）が行える												
	4	ベッド近くのカーテン操作が行える												
	5	床頭台の上・下段の扉を開け，中の物を取り出すことができる												
	6	ベッド周囲で横歩きや後ろ歩きが行える												
	7	床の物を拾える（ベッド端座位）												
	8	床の物を拾える（立位）												
病棟内自立	9	病棟1周歩行が，周囲の安全確認をしながら行える												
	10	食事時など混み合った状況で，デイルーム内の歩行が行える												
	11	デイルームでの椅子操作，枕や歩行器の安全な設置が行える												
	12	物を持って歩行できる												
	13	夜間，トイレまでの歩行が行える												
	14	トイレのカーテン・ドアの開閉が行える												
	15	トイレ動作（ズボンの上げ下ろし・後始末）が行える												
	16	トイレから出る際に周囲の安全確認が行える												
	17	トイレの排泄チェックが行える												
院内自立	18	3病棟・5階風呂／売店までの歩行が迷いなく行える												
	19	病院玄関までの歩行が迷いなく行える												
	20	エレベーター操作が行える												
	21	本館の階段昇降が行える												
		サイン												

図 3-1　自立チェックリスト（歩行）

車椅子駆動・移乗・トイレ動作自立チェックリスト　No.＿＿＿

患者名：＿＿＿＿＿＿＿＿　目標：＿＿＿＿＿＿＿＿　評価期間：＿＿＿＿＿＿＿＿　主治医サイン

			/ ○	/ ×	/ ○	/ ×	/ ○	/ ×	/ ○	/ ×	/ ○	/ ×	/ ○	/ ×	/ ○	/ ×
車椅子駆動自立	1	周囲の安全確認が行える														
	2	自室，デイルームなど場所が分かる														
	3	駆動がぶつかりなく行える														
	4	車椅子座位の姿勢崩れを自己修正できる														
	5	床頭台（上・中・下段）から物を取り出すことができる														
	6	床の物を拾うことができる														
	7	カーテン操作ができる														
ベッド移乗	8	布団操作を含め起居動作が行える														
	9	靴の着脱が行える														
	10	立ち上がり～方向転換～着座動作が行える														
	11	車椅子のフットレスト，ブレーキの操作が行える														
	12	ベッドサイドにて，車椅子の位置付けが行える														
椅子移乗	13	立ち上がり～方向転換～着座動作が行える														
	14	座位が安定している														
	15	姿勢の崩れを自己修正できる														
トイレ自立	16	トイレにて，車椅子の位置付けが行える														
	17	車椅子のフットレスト，ブレーキの操作が行える														
	18	立ち上がり～方向転換～着座動作が行える														
	19	立位での下衣の上げ下ろしが行える														
	20	後始末が行える・水を流すことができる														
	21	トイレのカーテン・ドアの開閉が行える														
	22	トイレから出る際に周囲の安全確認が行える														
	23	トイレの排泄チェックが行える														
		サイン														

➡ □評価継続
□評価終了

図 3-2　自立チェックリスト（車椅子）

行動チェックリスト

日付		/ ～ /		/ ～ /		/ ～ /		/ ～ /		/ ～ /		/ ～ /		/ ～ /		/ ～ /	
		○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×
床頭台の物を安全に取ることができる ※1（車椅子）	上																
	中																
	下																
床頭台の物を安全に取ることができる ※1（ベッド）	上																
	中																
	下																
床の物を安全に拾うことができる	ベッド																
	車椅子																
カーテンの開閉が安全に行える																	
車椅子座位姿勢の崩れを自己修正できる																	

2週間ごとに1回以上，動作が危険ではないか患者さんと一緒にチェックする
評価した人は正の字で記入する。

※1　上…上段開き戸
　　中…中断開き戸，机部
　　下…下段引き出し，テレビカード

図4　自室内の行動チェックリスト

本2階　○○○○　様

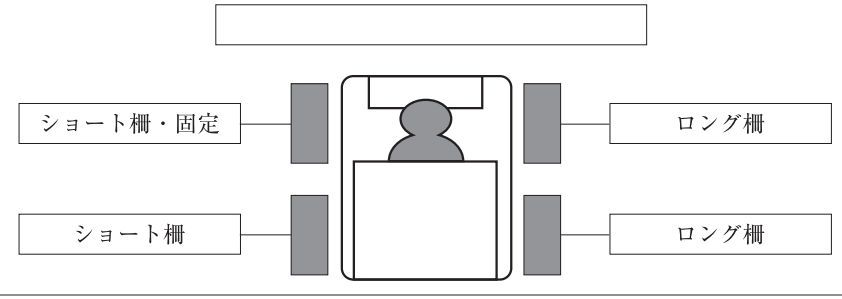
西広島リハビリテーション病院

環境設定表

作成日：2017／02／01

ベッド周囲の環境について

安全の為，以下の環境設定を行っています。



（環境）	（時間）	（補助説明）
タッチコール	1日中	右頭元柵に設置。
底床	1日中	

備考

歩行器設置場所マーキングあり

図5　環境設定表と行動制限表

本2階　○○○○　様

西広島リハビリテーション病院

車椅子や歩行での移動について

作成日：2017／03／01

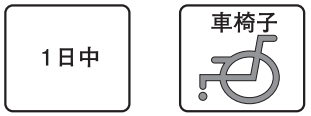
患者さん，ご家族，お見舞いの方へ移動についてのお願い。

主治医より以下の許可が出ています。

安全のためにも必ず守っていただきますようお願いします。

9：00～17：00 病棟内 T 字杖歩行自立です

1日中車椅子の乗り移り，トイレ自立です



備考

	目標数	現在数
本１階	3	3
本２階	5	4
西２階	5	4

西広島リハビリテーション病院　　センサーコール管理表

2015/4/1　　現在の利用状況

センサー名	センサーNo	状態	貸出日	病棟	患者ID	患者氏名	貸出責任者	返却予定日	返却日	予約	修理
クリップセンサー	C1	貸出中	2015/4/27	本１階			本リハ太郎				
クリップセンサー	C2	貸出中	2015/4/24	本２階			本リハ花子				
クリップセンサー ■	C3	貸出可									
タッチコール ■	T1	貸出可									
タッチコール	T2	貸出中	2015/4/6	西２階			西リハ太郎				
タッチコール ■	T3	貸出可									
フットコール ■	F1	貸出可									
フットコール	F2	貸出中	2015/4/12	西２階			西リハ花子				
フットコール ■	F3	貸出可									
フットコール ■	F4	貸出可									
フットコール ■	F5	貸出可									
フットコール	F6	貸出中	2015/3/6	西２階			西リハ太郎				
フットコール ■	F7	貸出可									
フットコール	F8	貸出中	2015/4/6	西２階			西リハ花子				
フットコール	F9	貸出中	2015/4/23	本１階			本リハ太郎				
フットコール	F10	貸出中	2015/4/16	本２階			本リハ花子				
フットコール	F11	貸出中	2015/2/14	本２階			本リハ太郎				
赤外線コール ■	S1	貸出可									
赤外線コール ■	S2	貸出可									
赤外線コール	S3	貸出中	2015/3/28	西２階			西リハ太郎				
赤外線コール	S4	貸出中	2015/4/25	本１階			本リハ花子				

図８　センサーコール管理表

原　著

大腿骨近位部骨折を受傷した女性高齢者における退院後の生活空間と転倒自己効力感との関連性：継続入院者を対照とした横断研究

小枝　允耶[1)]　柿花　宏信[2)]　小枝　美由紀[3)]　備酒　伸彦[4)]

1）神戸学院大学大学院総合リハビリテーション学研究科
2）神戸国際大学リハビリテーション学部
3）兵庫県立大学看護学部
4）神戸学院大学総合リハビリテーション学部

要　約

【目的】転倒自己効力感は行動を制御する要因として働き，行動変容に関わっている。本研究は，大腿骨近位部骨折後の女性高齢者において，長期入院患者（以下，入院群）と，4 週間で退院が可能となった患者（以下，退院群）の 2 群に分けて転倒自己効力感の差異と，自己効力感に影響を及ぼす要因について生活空間の面から検討した。

【方法】大腿骨近位部骨折にて手術療法を受け，リハビリテーションを行った女性高齢者 46 名を，入院群と退院群の 2 群に分けて術後 8 週間目までの経過を追い，運動機能，心理機能，生活空間評価（Life-Space Assessment: 以下 LSA）を測定し 2 群の比較を行った後，転倒自己効力感に最も影響を与えている要因について重回帰分析を行った。

【結果】入院群 22 名と退院群 24 名について，年齢，Body Mass Index（BMI），Mini-Mental State Examination（MMSE），入院前の日常生活活動（以下，FIM），入院前の LSA は 2 群間に有意差はなく，いずれも入院前の FIM や LSA がもともと高い高齢者であった。転倒自己効力感（以下，MFES）と運動・心理機能，退院後 LSA を入院群と退院群で比較した結果，8 週間目の MFES と，退院後 LSA で退院群に有意に高い傾向がみられた。8 週間目の MFES を従属変数として，転倒歴，8 週間目の運動・心理機能，退院後 LSA を独立変数とした重回帰分析を行った。結果，退院後 LSA，8 週間目 FIM が転倒自己効力感との間に有意な関連があった。

【結論】大腿骨近位部骨折後の女性高齢者に対して術後 8 週間目の比較では，入院群に比べて退院群の転倒自己効力感の向上が有意に認められた。転倒自己効力感の改善には，日常生活活動能力に加え，自宅退院後の行動範囲の広さや，行動頻度の高さが関連していた。

キーワード　転倒自己効力感，生活空間，大腿骨近位部骨折，自宅生活

Ⅰ　緒言

転倒による骨折は，65 歳以上の高齢者が要介護状態となる原因第 4 位であり，男性に比べて女性の割合が 2 倍以上となっている[1)]。特に，高齢者の 4 大骨折部位のひとつである大腿骨近位部骨折において，受傷・術後は，以前に比べて歩行能力が低下することが多く，退院後に閉じこもりのリスクが高まることが報告されている[2)]。高齢者の生活機能の維持と向上を見据えたリハビリテー

連絡先：雅の里リハビリ訪問看護ステーション　小枝允耶
〒 674-0082　兵庫県明石市魚住町中毛 605-1 パティオ明石 1F
TEL：078-939-2177　FAX：078-939-2098　E-mail：koedama2@yahoo.co.jp
受付日：2016.9.6　受理日：2017.5.16

ションをすすめるにあたり，大腿骨近位部骨折を受傷した女性高齢者に対し如何にしてリハビリテーションアプローチを行うかを検討することには大きな意義がある。

医療機関において実施される大腿骨近位部骨折術後のリハビリテーションに目を向けると，身体機能へのアプローチに関する実践や研究が多い[3-5]のが現状であり，家庭や地域・社会への復帰に向けて十分な機能が発揮されていないのではなかろうかと推察される。高齢者の地域における新たなリハビリテーションのあり方検討会の報告書によると，「心身機能」「活動」「参加」のそれぞれの要素にバランスよく働きかけ，これによって日常生活の活動を高め，家庭や地域・社会での役割を果たすことへの支援が重要であるとされている[6]。

転倒後にみられる後遺症として転倒恐怖感が挙げられるが，大腿骨近位部骨折者は上肢骨折者に比べて有意に転倒恐怖感を抱きやすい[7]。また，大腿骨近位部骨折者の術後1週間目の調査では，すべての参加者が転倒恐怖感を有していた[8]。

転倒恐怖感は，歩行時の身体動揺[9]，自宅退院の遅延[10]，運動機能改善の遅延[11]に関係しており，結果的に高齢者の活動性を抑制し[12,13]，高齢者の「心身機能」「活動」「参加」を全般に阻害する間接的リスクにもなる。すなわち，転倒恐怖感は高齢者の生活機能低下をもたらす負の連鎖の重大因子であり，転倒恐怖感を軽減すること自体が，高齢者リハビリテーションの目的および手段として捉えられる。

転倒恐怖感を測定するために「日常生活に伴う活動を転倒することなくどの程度行えるかという見込み感」である転倒自己効力感[14]が用いられている。転倒恐怖感と身体機能との間に転倒自己効力感が仲介物として作用し，転倒恐怖感の軽減に最も関与していることが複数の先行研究で明らかになっている[8,15,16]。我々は臨床において，入院中リハビリテーションにより運動機能が十分改善しているにもかかわらず自信の持てなかった高齢者が，退院後自宅生活を送った後に自己効力感が高まった印象を受けることを多く経験している。この経験から，医療機関で模擬的な訓練を繰り返すよりも，実際の生活空間での活動が転倒自己効力感の向上に影響するのではないかと予測した。

そこで，本研究では転倒後の骨折として頻度の高い大腿骨近位部骨折の女性高齢者を対象に，退院後の転倒自己効力感の向上に影響を及ぼす要因について，特に生活空間の面から，継続入院者を対照とした横断的検討を行った。

Ⅱ　研究方法

1．参加者と調査期間

調査参加者は，2014年3月から2015年4月に大腿骨近位部骨折により急性期病院に入院し手術療法の適応となった65歳以上の全女性高齢者のうち研究の同意が得られ，クリニカルパス（標準退院期間は術後4週間）に応じた早期離床・早期荷重でのリハビリテーションの適応となり，手術後1週間目，4週間目と8週間目の測定が行えた者とした。参加者の除外基準として，入院前の歩行レベルが杖または独歩にて行えていなかった者，Mini-Mental State Examination（以下，MMSE）の点数が24点未満で認知症の疑いが強い者，また24点以上であっても測定項目の内容が理解できない程度の認知機能の者，改善状態の悪化により歩行獲得が困難な者，他の病院へ転院した者，合併症によってクリニカルパスの適応外の者，神経疾患を合併している者はあらかじめ除外した。

すべての参加者を，手術後から8週間目まで経過を追い，クリニカルパス期間である4週間目で自宅退院が可能となった退院高齢者（以下，退院群）と，クリニカルパス期間を超えても家族・施設の受け入れ困難や転院先の確保困難，住居設備の不備，介護者の不都合などによる地域・社会的要因バリアンスによって自宅退院に遅延が生じた者で，運動機能改善に遅れや合併症の悪化など身体面の改善に遅延が生じてクリニカルパスから外れた者ではない長期入院高齢者（以下，入院群）の2群に分けて調査した（図1）。両群とも1週間目から4週間目までは手術病院にて，手術後のクリニカルパスに基づいたリハビリテーションを開始し，荷重練習，関節可動域練習，筋力強化練習，歩行練習，日常生活活動練習を実施し，入院群ではさらに退院までの間，手術病院にて術後8週間までリハビリテーションを継続した。また，退院群は標準クリニカルパス期間の4週間後に退院し，その後は術後8週間目に来院して測定を実施した。測定は，両群ともに術後1週間目，4週間目，8週間目に測定を行った。

2．調査項目

調査項目は，基本情報，転倒自己効力感，入院前1か月間と4週間目から8週間目の1か月間の生活空間のほか，交絡因子についても検討するため先行研究より関連要因と明らかになっている運動機能であるバランス能力，歩行能力，膝伸展筋力，日常生活活動と心理機能であるうつ症状を下記のとおり設定した。

すべての測定は，共同研究者である理学療法士2名によって行い，測定誤差を生じないようにした。

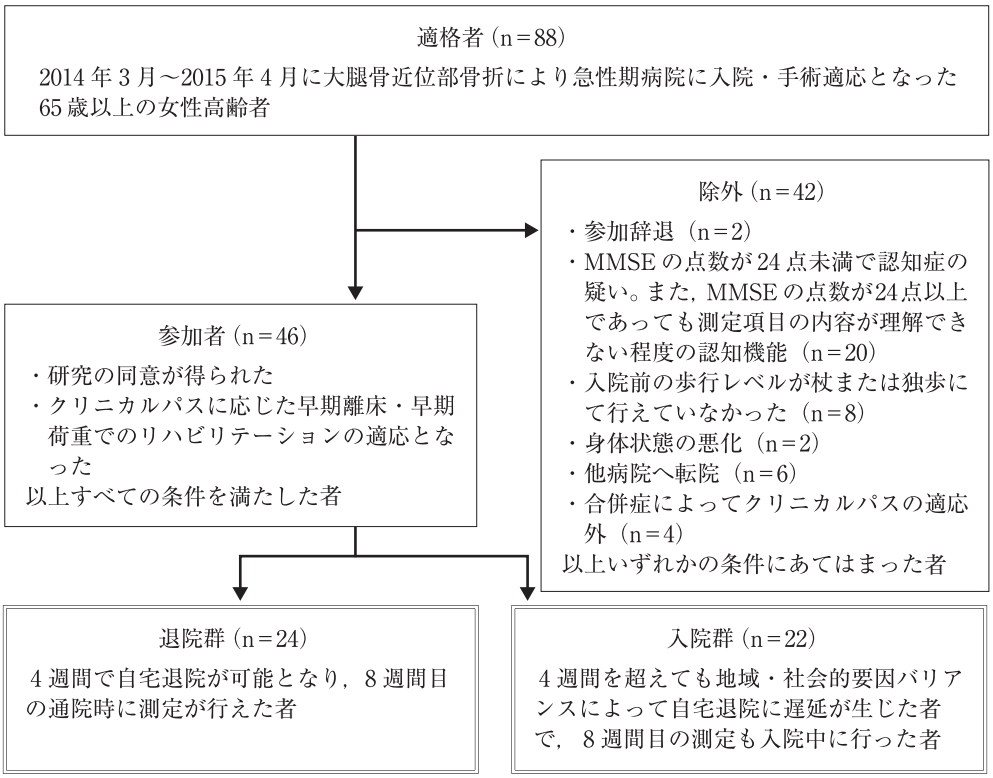


図 1　調査参加者のフローチャート

1）基本的属性

年齢，身長，体重，Body Mass Index（以下，BMI），MMSE，転倒歴を設定した。

2）転倒自己効力感

自己効力感は，ある行動を成功裏に遂行できるという予測や確信を示すものであり，転倒自己効力感は「日常生活に伴う活動を転倒することなくどの程度行えるかという見込み感」を示す[17]。転倒自己効力感の尺度には，Tinetti が開発した Falls Efficacy Scale[14] に Hill が屋外活動項目を追加修正（クロンバック α 0.95）[18] した Modified Falls Efficacy Scale（以下，MFES）の日本語版を使用した[19]。配点は 14 項目の活動に対して 0 点～10 点の 11 段階の 140 点満点で自己評価するもので，高い点数ほど自信が高いことを示す。

3）バランス能力

バランス能力の測定には，Timed Up and Go test（以下，TUG）を用い，Podsiadlo の方法に基づいて実施した[20]。測定は，肘掛付きの椅子から立ち上がり，3 m 歩行後，方向転換し再び 3 m 歩行して椅子に座るまでの時間をストップウォッチにて測定した。測定は 2 回実施し，最速値を代表値とした。

4）歩行能力

歩行能力（以下，10 m 歩行）は室内 16 m の直線路を設け，両端に 3 m の助走路を設けた室内 10 m の距離を快適な速さで歩くよう教示し，測定開始ラインを超えた接床から 10 m 先のラインを超えた接床までの歩行時間をストップウォッチによって計測した。歩行時間の測定は 2 回実施し，最速値を代表値とした。

5）膝伸展筋力

健側および患側膝伸展筋力（以下，健側筋力・患側筋力）は端坐位で両上肢は腕を組んだ姿勢，膝 90°屈曲位とし，ハンドヘルドダイナモメーター（アニマ社製等尺性筋力測定装置 μ tas F-1）を用いて大腿四頭筋の最大等尺性収縮筋力を左右 2 回ずつ測定し，最大筋力を体重で除した値（N/kg）を代表値として採用した。

6）日常生活活動能力

日常生活動作（以下，ADL）の測定は，Functional Independence Measure（以下，FIM）[21] を用いた。

7）うつ症状

うつ症状の測定は Geriatric Depression Scale（以下，GDS）[22] を用いた。

8）生活空間

生活空間の尺度には，Life Space Assessment を用いた[23]。これは，活動範囲，活動頻度，介助者の有無および歩行補助具の使用の有無から，活動能力を得点化するものであり，活動範囲の項目は，自宅内での活動，自宅周辺での活動，近隣までの活動，町内までの活動（自宅より 800m までの活動範囲），町外への活動（自宅より 16 km までの活動）の 5 項目で構成されている。各活動範囲別に，自宅内での活動は 8 点，自宅周辺での活

動は 16 点，隣近所までの活動は 24 点，町内までの活動は 32 点，町外への活動は 40 点であり，120 点満点で算出している。評価前 1 か月間における居住地点からの最大到達範囲の測定に加え，外出頻度や自立度合が高いものほど高得点となる。測定は，受傷前 1 か月間の生活空間（以下，入院前 LSA）と退院後である 4 週間目から 8 週間目の 1 か月間の生活空間（以下，8 週間目 LSA）について聴取した。また，入院群では外出，外泊を含めた入院期間中の活動状況を基に測定した。

3．分析

入院群と退院群の基本情報として，年齢，MMSE，BMI，入院前 FIM，入院前 LSA には Mann-Whitney 検定を，転倒歴，術式には χ^2 検定を実施した。また，環境による違いを明らかにするため入院群と退院群のそれぞれにおいて，MFES と運動・心理機能の各期間（1 週間目，4 週間目，8 週間目）の比較には，Bonferroni の補正を用い，入院群・退院群の 2 群比較には，Mann-Whitney 検定を実施した。転倒自己効力感に影響を与える要因を検討するため，Pearson の相関分析を行い，各評価項目間の関連性を導き，高い相関関係（$r \geqq 0.8$）があった場合は，どちらかの項目を変数から削除し，MFES を従属変数としたステップワイズ法による重回帰分析を実施した。なお，すべての参加者で欠損値はなかった。統計解析は IBM SPSS Statistics Version23 を使用し，Bonferroni の補正は，検定の繰り返し数である 3 回（1 週間目，4 週間目，8 週間目）から有意水準を $p < 0.05 \div 3$ 回 $= p < 0.017$ とし，そのほかの検定には $p < 0.05$ を有意水準とした。

4．倫理的配慮

研究参加者には，研究協力は自由意思であることと，個人情報の保護について口頭と文書にて説明の上，署名をもらい，研究参加者とした。なお，本研究は，神戸学院大学倫理委員会の承認を受けて実施した（承認年月日：2014 年 3 月 12 日；HEB140304-1）。

Ⅲ　結果

1．研究参加者の基本情報

研究参加者は，全研究参加候補者 88 名から除外項目に該当した 42 名を除外し，退院群 24 名，入院群 22 名であった。（図）

参加者の基本情報を表 1 に示す。年齢は入院群 80.5 歳（74～89 歳）{中央値（最小～最大）}，退院群 81.0 歳（69～90 歳）で $p = .96$ となり有意差はなかった。また，術式は，人工骨頭挿入術 21 例（入院群 9 例，退院群 12 例），γ-nail 術 18 例（入院群 10 例，退院群 8 例），ハンソンピン術 7 例（入院群 3 例，退院群 4 例）で，それぞれに偏りはなかった（$p = .70$）。そのほか，MMSE，BMI，入院前 FIM，入院前 LSA は表 1 に示すとおりであり両群間に有意差はなかった。過去 1 年間の転倒歴においては，初回転倒者は入院群 68.2%，退院群 62.5% であり，入院群と退院群間に明らかな差はなかった（$p = .76$）。

2．各期間の比較と 2 群間の比較

1 週間目，4 週間目，8 週間目の 3 つの期間の多重比較の結果，入院群，退院群ともに MFES，FIM，TUG，10 m 歩行，患側膝伸展筋力の項目において，すべての期間で有意に改善があった。また，健側膝伸展筋力においては，両群ともに 4 週間目にかけては有意な改善はなかったが，8 週間目にかけて有意な改善があった。GDS に関しては，入院群では有意な改善はなく，退院群では 4 週間目から 8 週間目と 1 週間目から 8 週間目で有意な改善があった。各期間で入院群と退院群の各項目を比較した結果，1 週間目，4 週間目ではいずれの項目にも 2 群間に有意差はみられなかったが，8 週間目の MFES（中央値：入院群 95.5 点，退院群 129.5 点：$p < .00$）と

表 1　参加者の基本情報

	入院群（n=22）	退院群（n=24）	
	中央値（25%-75%）	中央値（25%-75%）	p 値 [1]
年齢（歳）	80.5（ 77.6- 84.5）	81.0（ 78.3- 83.8）	.957
MMSE（点）	29.0（ 27.8- 30.0）	30.0（ 29.0- 30.0）	.165
BMI（kg/m^2）	21.9（ 18.8- 23.7）	21.3（ 19.5- 22.9）	.331
入院前 FIM（点）	126.0（125.0-126.0）	126.0（124.3-126.0）	.725
入院前 LSA（点）	87.0（ 68.0-102.0）	84.0（ 76.5-102.0）	.513
	人数（%）	人数（%）	p 値 [2]
転倒歴　初回	15（68.2）	15（62.5）	.763
2 回以上	7（31.8）	9（37.5）	

[1] 年齢，MMSE，BMI，入院前 FIM，入院前 LSA は Mann-Whitney 検定
[2] 転倒歴は χ^2 検定
MMSE: Mini-Mental state Examination, BMI: Body Mass Index,
FIM: Functional Independence Measure, LSA: Life space assessment

LSA（中央値：入院群 20.0 点，退院群 56.8 点：p<.00）にて，退院群では有意に点数が高かった（表 2）。

3．転倒自己効力感に影響を与える要因

相関行列表にて TUG と歩行の間では相関係数（r = .98）にかなり強い相関関係があり多重共線性の影響を受ける可能性から 10m 歩行の項目を除外し（表 3），8 週間目 MFES を従属変数，そのほか 8 週間目の運動・心理機能，LSA を独立変数とした重回帰分析を行った。結果，8 週間目 LSA（標準偏回帰係数 β .567，p<.00），8 週間目 FIM（標準偏回帰係数 β .356，p<.00）が MFES に影響していた。また，偏相関係数は，8 週間目 LSA では .63 で，8 週間目 FIM では .45 となり LSA では強い正の相関がみられ，LSA や FIM の点数が高いほど MFES の点数も高かった（表 4）。

表 2　各項目の入院群・退院群における比較と期間の違いによる比較

	入院群（n=22）中央値（25%-75%）				退院群（n=24）中央値（25%-75%）			
	1 週間目	4 週間目	8 週間目	3 期間比較 b)	1 週間目 a)	4 週間目 a)	8 週間目 a)	3 期間比較 b)
MFES（点）	54.5 (24.8-70.0)	75.0 (50.5-100.5)	95.5 (69.3-111.7)	＃，†，∮	43.0 (18.0-80.1)	101.5 (33.8-116.0)	129.5** (108.5-134.0)	＃，†，∮
FIM（点）	105.0 (100.8-108.5)	123.0 (119.3-124.0)	125.0 (124.0-126.0)	＃，†，∮	106.0 (101.0-110.8)	123.0 (122.0-123.8)	125.0 (124.0-126.0)	＃，†，∮
TUG（秒）	37.3 (28.6-48.5)	14.8 (12.9-18.1)	11.8 (11.0-14.2)	＃，†，∮	33.6 (28.8-44.3)	14.3 (12.1-16.8)	12.2 (10.9-14.4)	＃，†，∮
10m 歩行（秒）	34.3 (22.9-39.5)	13.7 (13.1-15.4)	11.3 (10.4-13.1)	＃，†，∮	32.6 (24.5-38.6)	12.7 (11.6-15.2)	11.5 (10.1-13.0)	＃，†，∮
健側膝伸展筋力（N/kg）	2.0 (1.5-3.2)	2.4 (1.9-4.0)	3.0 (2.4-4.3)	†，∮	2.4 (1.8-3.4)	2.8 (2.2-4.0)	3.1 (2.2-4.0)	†，∮
患測膝伸展筋力（N/kg）	1.3 (0.7-1.4)	1.6 (1.0-2.0)	2.1 (1.6-2.7)	＃，†，∮	1.0 (0.7-1.5)	1.7 (1.4-2.3)	2.1 (1.6-2.4)	＃，†，∮
GDS（点）	5.5 (3.0-6.3)	5.0 (3.0-6.3)	4.5 (2.8-7.0)		5.5 (3.0-7.8)	4.5 (2.3-6.0)	3.0 (2.0-4.0)	†，∮
LSA（点）			20 (12.0-26.8)				56.8** (43.1-69.0)	

MFES: Modified Falls Efficacy Scale, FIM: Functional Independence Measure, TUG: Timed Up and Go test, GDS: Geriatrics Depression Scale, LSA: Life space assessment
a）期間ごとの入院群と退院群の比較には Mann-Whitney の U 検定を用いた
* p < 0.05，** p < 0.01
b）3 期間の比較には Bonferroni の補正を用いた
＃ 1 週間目 v.s.4 週間目（p < 0.017），† 4 週間目 v.s.8 週間目（p < 0.017），∮ 1 週間目 v.s.8 週間目（p < 0.017）

表 3　8 週間目の MFES と各測定項目の相関関係（n = 46）

	FIM	TUG	10m 歩行	健側筋力	患側筋力	GDS	LSA
MFES	.468**	-.369*	-.390**	.120	-.032	-.258	.638**
FIM		-.284	-.247	-.066	.026	-.060	.199
TUG			.976**	-.018	-.002	.256	-.131
10m 歩行				-.034	-.039	.209	-.107
健側筋力					.468**	-.228	.328*
患側筋力						-.293*	.012
GDS							-.200

pearson の相関分析　**：p < 0.01　*：p < 0.05
MFES: Modified Falls Efficacy Scale, FIM: Functional Independence Measure, TUG: Timed Up and Go test, GDS: Geriatrics Depression Sale, LSA: Life space assessment

表 4　8 週間目 MFES を従属変数とした重回帰分析（n = 46）

					95 %の信頼区間	
	B	β	p 値	偏相関係数	下限	上限
LSA8W（点）	.696	.567	.000	.629	.432	.961
FIM8W（点）	9.259	.356	.002	.453	3.65	14.9
R^2 (SEE)	.528 (22.2)					

B: 偏回帰係数　β: 標準偏回帰係数　R^2: 決定係数　SEE: 推定値の標準誤差
FIM: Functional Independence Measure　LSA: Life space assessment

Ⅳ　考察

1．参加者の特徴

本研究は，転倒によって大腿骨近位部骨折を受傷し手術療法の適応となった高齢者を対象に，手術後 8 週間目にかけて調査を行った。入院群の，自宅・施設退院が遅延した理由は，介護保険申請手続きの遅れ，住宅改修の遅延などの住環境整備の不備，介護力不足などの家庭・入居施設の受け入れ困難や転院先病床の都合による，地域・社会的要因バリアンスによるものであった。今回の症例は，合併症を有していることや機能改善が遅く大腿骨近位部骨折クリニカルパスから外れたものは除外したため，比較的運動機能が高い高齢者が対象であった。参加者の要介護認定を含めた社会資源の活用状況や家族の状況については調査していないが，入院前 FIM が中央値 126.0 点，LSA が入院群で中央値 87.0 点，退院群で中央値 84.0 点であることから，おおむね自宅での生活が自立して行える程度の高齢者であった。

2．転倒自己効力感の関連要因

期間ごとに MFES，運動・心理機能を縦断的に検討したところ，GDS を除く項目で両群ともに 1 週間目から 8 週間目にかけて有意な改善がみられ，入院群も退院群も機能の改善がみられた。また，それぞれの期間で退院群と入院群の差を検討した結果，運動・心理機能，転倒歴に差はなかった。しかしながら，8 週間目の MFES と LSA でのみ退院群で有意な点数の改善がみられ，運動や心理機能ではなく，退院群の転倒自己効力感が高い傾向が明らかとなった。そこで，重回帰分析にて転倒自己効力感の改善に影響を及ぼす要因を検討したところ，生活空間である LSA と日常生活活動である FIM にのみ関連がみられ，運動機能である TUG，10 m 歩行，健側・患側膝伸展筋力に関連はみられなかった。運動機能である TUG や歩行能力は，FIM や LSA に影響[24),25)]するとの報告が多く，運動機能が日常生活活動や生活空間を介して間接的に転倒自己効力感に影響するのではないかとの見方もできる。しかし，今回の調査では，相関行列表にて転倒自己効力感と運動機能の間に多少の相関関係が認められたものの，入院群と退院群での運動機能に差はなく，重回帰分析でも明らかな関連がみられなかった。このことより，運動機能を含んだ日常生活活動や生活空間の拡大が，転倒自己効力感を高める可能性が示唆された。

先行研究にて，在宅高齢者の転倒自己効力感に影響を与える要因には，年齢，性別，過去 1 年間の転倒経験，転倒恐怖感，転倒恐怖による外出制限，主観的健康感，慢性疼痛，高齢者の「したいこと」の実行と満足が挙げられている[17,26,27)]。本研究は，転倒による骨折で入院した女性高齢者を対象とし，社会的要因バリアンスによって長期入院を余儀なくされた群と社会的要因バリアンスなく自宅退院できた群の比較を行った。そのため，退院群には比較的社会的サポートがしっかりした者，あるいは社会的サポートを必要とせずに自宅生活が送れた者の両者が含まれていた可能性が高い。ADL 練習が転倒自己効力感を高める[28)]ことについては先行研究と同様の結果であったが，今回の調査において，ADL 能力だけでは把握できない活動範囲の広さや外出頻度の高さに最も強い関連がみられたことは，先行研究にはない新たな知見である。

Bundura[29)]は，自己効力感を高めるための強力な因子として，遂行行動の達成を挙げている。転倒自己効力感についても，高齢者自身で制御できる活動をくりかえすこと，また，できるだけ多くの環境で成功体験を得ることが重要であると複数の報告で述べられている[7,27)]。今回の対象である，転倒による大腿骨近位部骨折受傷後の女性高齢者は転倒恐怖感が在宅復帰の阻害因子[10)]となること，退院後に閉じこもり傾向[2)]となることが報告されており，退院後のネガティブな側面がみられやすい。しかしながら，社会的サポート形成のもと退院し，住み慣れた自宅で生活上必要な活動を行いながら成功体験を積み強固な信念を作り上げることで転倒自己効力感を増すことが考えられる。本研究では，自宅退院した高齢者がどのようなサポートを得ていたのかについては検討が不十分ではあるものの，入院中のリハビリテーションにより自宅で生活する能力をある程度獲得した後すみやかに自宅へ退院し，実際の生活空間にて何らかの形で活動を拡大することで，遂行行動の達成および転倒自己効力感の向上につながるのではないかという示唆が得られた。

佐野らの研究によると，社会参加と健康関連 QOL は正の相関を示すとの結果が報告されている[30)]。急性期病院のセラピストが頻回に患者宅での練習は行えないこと，また，本研究入院群のように，退院後の環境整備が整わず退院が遅延することが少なからずあるのが現状である。自宅退院後の自宅生活を実現させ，実際の自宅生活の中でリハビリテーションを行いながら活動量を確保し転倒自己効力感を高め，更なる活動性の向上につなげていくことは，高齢者の役割獲得，社会参加促進へとつながり，健康関連 QOL を高めることにつながると考えられる。

Ⅴ　本研究の限界

本研究では，退院後の高齢者がどのような生活状況の中で活動を拡大していったのかについて調査されておらず，高齢者が退院後に受けたサポート云々による影響を検討するには限界がある。また，本研究では，自己効力感修正の情報源である，代理的経験，言語的説得，情動的喚起については，リハビリテーション環境以外で多くの入力があり統一できない可能性から今回は検討していない。

Ⅵ　結論

大腿骨近位部骨折後の女性高齢者に対して術後 8 週間目を比較した際，入院群に比べて退院群の転倒自己効力感の向上が有意に認められた。転倒自己効力感の改善には，日常生活活動能力に加え，自宅退院後の行動範囲の広さや，行動頻度の高さが関連していた。

Ⅶ　利益相反

本研究における申告すべき利益相反の事項はない。

附記

本研究は，神戸学院大学大学院の博士論文としてリハビリテーションケア合同研究大会神戸 2015 にて研究発表を行ったものに加筆・修正を加えたものである。

文献

1）内閣府.「平成 28 年度版高齢社会白書　第 1 章　高齢化の状況（第 2 節 3）」. 入手先＜ http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/html/zenbun/s1_2_3.html ＞. 参照 2016-11-26

2）西野竜也ほか. 当院における大腿骨頸部骨折受傷者の退院後調査 退院後の活動に着目して. 理学療法群馬. 26：6-11，2015.

3）佐藤直彦ほか. 入院患者における静的バランス能力の日内変動に関する検討. 理学療法科学. 31（3）：451-454，2016.

4）岡本伸弘ほか. 大腿骨頸部骨折患者の栄養状態からみた歩行能力の経時的変化. 理学療法科学. 30（4）：523-527，2015.

5）強瀬敏正ほか. Redcord を用いたバランス練習の治療効果について 1 ヵ月間の治療介入による効果の検討. 理学療法－臨床・研究・教育. 20（1）：23-27，2013.

6）厚生労働省.「高齢者の地域におけるリハビリテーションのあり方検討会」. 入手先＜ http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12301000-Roukenkyoku-Soumuka/0000081900.pdf ＞. 参照 2015-07-05 .

7）古賀隆一郎ほか. 高齢骨折患者における転倒恐怖感に影響する要因の検討. 日本職業・災害医学会会誌. 62：23-26，2014.

8）Koeda M, et al. Effects of a fear of falling on patients undergoing surgery for a fracture of the proximal femur and factors leading to the elimination of that fear. J Phys Ther Sci. 23（6）：829-835，2011.

9）小栢進也ほか. 高齢者の姿勢制御能力と転倒恐怖感および生活活動量との関連. 理学療法. 37（2）：78-84，2010.

10）田川雄一ほか. 大腿骨近位部骨折後に生じる転倒恐怖感の変化と自身形成のプロセス―M - GTA による分析を通じて―. 神戸国際大学リハビリテーション研究. 3：19-27，2012.

11）Voshaar RC, et al. Fear of falling more important than pain and depression for functional recovery after surgery for hip fracture in older people. Psychol Med. 36（11）：1635-1645，2006.

12）Walker，JE，et al. Falls and fear of falling among elderly persons living in the community: occupational therapy interventions. Am J Occup Ther. 45（2）：119-122，1991.

13）Howland J, et al. Fear of falling among the community-dwelling elderly. J Aging Health. 5（2）：229-243，1993.

14）Tinetti ME, et al. Falls efficacy as a measure of fear of falling. J Gerontol. 45（6）：239-343，1990.

15）前場康介ほか. 高齢者の転倒恐怖と身体活動を関連づける要因の検討―ミディエータとしての転倒関連セルフ・エフィカシーの役割―. 老年社会科学. 32（4）：405-412，2011.

16）Li F, et al. Falls self-efficacy as a mediator of fear of falling in an exercise intervention for older adults. J Gerontol. 60（1）：34-40，2005.

17）前場康介ほか. 在宅高齢者における転倒自己効力感に影響を与える因子の検討. 日本老年医学会雑誌. 47（4）：323-328，2010.

18）Hill KD, et al. Fear of falling revisited. Arch Phys Med Rehabil. 77（10）：1025-1029，1996.

19）近藤敏ほか. 高齢者における転倒恐怖. 総合リハビリテーション. 27（8）：775-780，1999.

20）Podsiadlo D, et al. The Timed 'Up & Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 39 (2)：142-148, 1991.
21）里宇明元編．脳卒中患者の機能評価－ SAIAS と FIM の実際．シュプリンガー・フェアラーク東京，東京，1997 .
22）村岡義明ほか．地域在住高齢者のうつ状態の身体・心理・社会的背景要因について．老年精神医学雑誌．14：397-407，1996.
23）原田和宏ほか．介護予防事業に参加した地域高齢者における生活空間（life-space）と点数化評価の妥当性の検討．57：526-537，2010
24）島田裕介ほか．地域在住高齢者の生活空間の拡大に影響を与える要因：構造方程式モデリングによる検討．理学療法学．36 (7)：370-376，2009.
25）松井一章ほか．地域高齢者の日常生活活動に影響を及ぼす身体機能の検討―宮崎県大崎地区における介護予防事業（二次予防事業）からのデータより―．理学療法の歩み．27 (1)：36-41，2016.
26）征矢野あや子ほか．健脚度測定に参加した地域高齢者の転倒予防自己効力感と移動能力，転倒との関連．身体教育学研究．10：31-41，2009.
27）佑野修ほか．要支援高齢者における転倒自己効力感に影響を与える因子の検討．関西福祉科学大学紀要．16：153-163，2012.
28）鈴木哲ほか．Fall Efficacy Scale の評価結果をもとにした ADL および IADL 訓練によって入院高齢患者の転倒恐怖感を軽減できるか？．理学療法科学．25 (6)：987-994，2010
29）Bandura A. Self-efficacy; Toward a unifying theory of behavioral change. Psychol Rev.84 (2)：191-215, 1977.
30）佐野伸之ほか．地域在住高齢者の達成動機が社会参加や健康関連 QOL に及ぼす影響．総合リハビリテーション．43 (8)：765-772，2015 .

Original

Relationship between Life-Space after Discharge and Fall Self-efficacy in Female Elderly who have Suffered a Femoral Proximal Fracture: Cross-Sectional Study with Continued Inpatient Control

Masaya KOEDA[1)] Hironobu KAKIHANA[2)] Miyuki KOEDA[3)] Nobuhiko BISHU[4)]

1) The Graduate School of Rehabilitation, Kobegakuin University
2) Department of Rehabilitation, Kobe Ekisaikai Hospital
3) University of Hyogo, College of Nursing Art & Science
4) Fuculty of Rehabilitation, Kobegakuin University

Abstract

【Purpose】 Falls self-efficacy is related to behavior modification as factors controlling behavior. In the elderly female after the fracture of the proximal femur, this study examined the difference of falling self-efficacy between prolonged hospitalized group and discharged group and also examined factors influencing self-efficacy from the aspect of life-space.

【Method】 The subjects were 46 elderly women who were treated surgically for a hip fracture at an acute care hospital, who subsequently underwent rehabilitation. The subjects were divided into 2 groups: patients who were hospitalized for a prolonged period and patients who were discharged in 4 weeks. We followed the course up to the 8th week after surgery and examined the inter-group difference, measuring falling self-efficacy (MFES), the motor function, psychological function, and Life-Space Assessment (LSA). Furthermore, we performed multiple regression analysis to analyze factors that most affected falling self-efficacy.

【Results】 There were no significant differences in age, Body Mass Index (BMI), Mini-Mental State Examination (MMSE) score, prehospitalization Activity of Daily Living (ADL)-Functional Independence Measure (FIM) score, and prehospitalization LSA score between the two groups. The results indicated that discharged patients tended to have a significantly higher MFES score 8 weeks postoperatively and a significantly higher post-discharge LSA score. Thus, multiple regression analysis was performed with the MFES score 8 weeks postoperatively as a dependent variable and experience with falls, physical and psychological function 8 weeks postoperatively, and the post-discharge LSA score as independent variables. The results indicated that the post-discharge LSA score and the FIM score 8 weeks postoperatively affected falls self-efficacy.

【Conclusion】 In addition to the ability of daily living activities, the extent of the range of behavior and the high frequency of behavior after discharge were related to improvement falling self-efficacy of the elderly female after the fracture of the proximal femur.

Keywords Falls self-efficacy, Life-space, Femoral neck fracture, Home life

Corresponding author : Masaya KOEDA, Miyabinosato-Rehabili Visiting Nurse Station
1F Patio Akashi, 605-1 Nakao, Uozumi-cho, Akashi, Hyogo Prefecture, 674-0082 Japan
TEL : +81 78939 2177 FAX : +81 78939 2098 e-mail : koedama2@yahoo.co.jp
Received : September 6, 2016 Accepted : May 16, 2017

原　著

高齢転倒経験者における歩行中のつま先高さの軌跡の特徴

小林　吉之[1)]　高柳　直人[2)]　須藤　元喜[2)]　仁木　佳文[2)]
持丸　正明[1)]

1）国立研究開発法人産業技術総合研究所人間情報研究部門
2）花王株式会社東京研究所

要　約

【目的】本研究では，裸足歩行時の遊脚期全体におけるつま先高さの推移の特徴について，転倒経験の影響を主として明らかにすることを目的とした。またその際，性差についても分析した。

【方法】参加者は 60 歳から 77 歳までの高齢者 88 名（転倒非経験者 56 名，転倒経験者 32 名）であった。時間正規化された遊脚期各時点におけるつま先高さの平均値と標準偏差によって構成された 166 × 202 を主成分分析にかけ，出力された第 1 から第 11 主成分までの各主成分得点について，転倒経験と性別を要因とした二要因多変量分散分析で分析した。

【結果】第 3 主成分に転倒経験の主効果（$F_{(1,\ 165)} = 5.936$，$p < 0.05$，ES = 0.031）が，第 7 主成分に転倒経験と性別の交互作用（$F_{(1,\ 165)} = 7.573$，$p < 0.01$，ES = 0.044）が確認された。そこでそれぞれの主成分に関連するつま先高さの軌跡を再構築したところ，性別にかかわらず転倒経験者は非経験者に比べて最少つま先クリアランス（Minimum Toe Clearance: 以下 MTC）に該当する遊脚中期の最小値が遊脚期の前半に生じるような波形となっていることが確認された。また遊脚期後半については，男女ともに，転倒経験者は非経験者よりばらつきが顕著に大きいことが確認できた。

【結論】これらのことから転倒経験者と非経験者の MTC は，遊脚期の最小値という点は大きな差は認められないものの，つま先軌跡全体の中での位置づけにも着目すると，大きく異なる特徴を持つことが示された。

キーワード　最小つま先クリアランス，つま先軌跡，転倒，歩行分析，主成分分析

I　はじめに

地域在住の高齢者が歩行中に転倒するもっとも主要な要因は，つまずきとされている[1) 2)]。つまずきとは，遊脚期に足部（主につま先）と地面もしくは地面に置かれた障害物などとが接触することで，転倒のきっかけとなる現象である[3)]。そのため歩行中のつまずきやすさは，遊脚期におけるつま先と地面との距離であるつま先クリアランスの最小値（Minimum Toe Clearance，以下 MTC と記す）で評価できると考えられている[4)-8)]。

歩行中の MTC についてはこれまでさまざまな研究が実施されており[4)-7)]，2010 年には総説論文も執筆されている[8)]。これらの先行研究のうち Begg ら[4)] は，若年健常者と高齢健常者間でトレッドミル歩行時の MTC の分布を詳細に比較し，MTC の中心傾向（平均値や中央値）は若年健常者と高齢健常者間で有意差が認められなかったこと，および MTC のばらつき（標準偏差や四分位間距離）は若年健常者に比べて高齢健常者が有意に大きいことを報告している。同様の傾向は Mills[5)] らの研究で

連絡先：国立研究開発法人産業技術総合研究所人間情報研究部門　小林吉之
〒 135-0064　東京都江東区青海 2-3-26
TEL：03-3599-8201　FAX：03-5530-2066　E-mail：kobayashi-yoshiyuki@aist.go.jp
受付日：2017.2.7　受理日：2017.5.17

も報告されている。さらに Khandoker[6] らは，つまずきによる転倒経験者のデータを追加し，MTC の中心傾向（平均値）は転倒経験のある高齢者の方が転倒経験のない高齢者よりも有意に大きいこと，MTC のばらつき（標準偏差）は若年健常者，転倒経験のない高齢者，転倒経験のある高齢者の順に有意に大きくなることを報告している。

このような知見は，つまずきの理解や，それに基づく対策の検討，さらにはつまずきによる転倒のリスクアセスメントなどにつなげられる可能性のある，非常に重要なものである。しかしこれまでの研究では，MTC を一つの離散値としてしか分析していないため，遊脚期におけるつま先の軌跡（特に高さの推移）全体の中での議論が不足している。一方，ある特定の離散値のみを分析するのではなく，ある範囲の時系列データ全体を主成分分析（Principal Component Analysis，以下 PCA）を用いて評価する手法が近年着目されている[9)-13)]。例えば著者らは，PCA を用いて過去一年間に転倒経験がある者とない者の歩行を比較し，転倒経験者は，非経験者よりも，立脚後期から遊脚前期にかけての下肢関節運動のばらつきが大きい傾向にあることを明らかにした[9)]。この手法を用いてつま先の高さの推移を分析し，その傾向を転倒経験者と非経験者間で比較することで，MTC という一つの離散値だけではなく，遊脚期のつま先の高さの推移全体について各群の特徴を分析できると考えられる。

また先行研究で報告されている MTC の分布は，実験中に参加者が靴を履いて歩いた際のデータを用いており，参加者もすべて女性である。一方わが国では，転倒が多く生じるとされる家庭内（屋内）では文化的に裸足で生活することが多い。裸足での歩行は靴を履いての歩行に比べて，歩行速度が有意に遅くなる傾向がある[14)-16)]。歩行速度は MTC と相関し[7)]，また男女間で歩行速度を確保するための戦略も異なることも報告されている[17)]。これらのことから先行研究で報告されている MTC の分布が，わが国の，屋内でのつまずきによる転倒について，十分に実態を表しているかは不明である。

以上のことから本研究では，裸足歩行時の遊脚期全体におけるつま先高さの推移の特徴について，転倒経験の影響を主として明らかにすることを目的とした。またその際，性差についても分析することとした。上述の通り MTC は歩行速度と相関することが報告されている。本研究で着目する転倒経験，性別ともに歩行速度やそのための戦略に影響するため，これらの要因は遊脚期におけるつま先の軌跡にも影響を与えるという仮説を立てた。さらに，転倒経験の有無による下肢の関節角度の違いに着目した先行研究では，転倒経験者は非経験者に比べて，遊脚期全般の動作のばらつき（標準偏差）が大きい傾向にあることが報告されている[9)]。下肢三関節の関節角度は遊脚期におけるつま先高さの軌跡にも影響すると考えられるため，転倒非経験者に比べて転倒経験者は，遊脚期全般におけるつま先高さの軌跡のばらつきが大きくなる傾向にあると仮説を立てた。これら 2 つの仮説を検証するため，本研究では，遊脚期各時点におけるつま先高さの中心傾向（平均値）とばらつき（標準偏差）を分析することとした。

Ⅱ　方法

1．対象データ

本研究では，（国開）産業技術総合研究所の歩行データベース[18)]に登録された 60 歳から 77 歳までの高齢者 88 名（男性 40 名，女性 48 名）の歩行データを用いた。対象者らの年齢，身長，体重，歩幅，歩隔，歩調，立脚期時間，遊脚期時間，および歩行速度の平均値 ± 標準偏差を表 1 に示す。参加者らは，計測の時点で痛みなどを訴えることなく，歩行補助具や装具などを用いずに二足で歩行できる者であった（図 1）。各参加者からは過去 1 年間の転倒経験を口頭で確認し，人に押されたなどの Overwhelming Hazard 以外の理由で転倒を経験した者を転倒経験者（32 名）とし，それ以外の者を転倒非経験者（56 名）とした。なお，本研究における転倒は，複数の先行研究[1-2)]に基づき「自らの意志ではなく，膝もしくはそれよりも上部の身体部位が地面もしくはそれよりも低い個所に接触する現象」と定義した。本研究で用いたデータを計測する際のプロトコルはすべて産業技術総合研究所人間工学実験委員会により承認され，参加者らは実験前に書面と口頭による説明を受け同意した上で実験に参加した（承認番号：2010-179A）。

2．歩行計測

計測は 10m ほどの直線歩行が可能な，タイルカーペットが敷かれた実験室で行った。モーションキャプチャシステム（Vicon Nexus，Vicon 社製）と床反力計（BP400600－2000 PT，AMTI，1000Hz で計測）を用いて，参加者体表面に貼付したマーカ座標と床反力を計測した。計測時のサンプリング周波数は，マーカ座標が 200Hz，床反力が 1000Hz であった。マーカは，Helen Hayes マーカセットを基準とした計 57 点に貼付した。

参加者らは，歩行路を裸足で端から端までまっすぐ歩行した。歩行時の速度や歩幅，視線などに関しては特に規定せず，普段通り歩行するよう指示した。各試行の開

表 1　被験者のデモグラフィー

Variables		All (N = 88) mean (SD)	Fallers (N = 32) mean (SD)		Non-fallers (N = 56) mean (SD)		
			Male (N = 17)	Female (N = 15)	Male (N = 23)	Female (N = 33)	
Age [years]		67.16 ± 3.77	67.35 ± 2.71	66.47 ± 3.52	67.91 ± 4.08	66.85 ± 4.17	
Height [m]		158.52 ± 7.79	166.47 ± 5.87	154.07 ± 4.27	163.04 ± 5.85	153.30 ± 5.53	#
Body mass [kg]		58.13 ± 9.30	65.18 ± 7.04	55.00 ± 4.75	62.13 ± 8.19	53.12 ± 9.24	#
MTC [mm]	central tendency	16.50 ± 7.82	20.51 ± 9.90	13.03 ± 5.73	19.66 ± 6.10	13.66 ± 6.67	#, †
	variability	2.65 ± 1.28	2.64 ± 1.21	2.37 ± 0.97	3.10 ± 1.66	2.44 ± 1.02	#
Walking speed [m/s]	central tendency	1.277 ± 0.156	1.211 ± 0.166	1.357 ± 0.144	1.248 ± 0.138	1.293 ± 0.150	#
	variability	0.035 ± 0.016	0.036 ± 0.013	0.035 ± 0.016	0.036 ± 0.015	0.033 ± 0.017	
Step length [cm]	central tendency	65.52 ± 5.97	65.39 ± 7.01	65.82 ± 5.31	66.47 ± 6.04	64.78 ± 5.64	
	variability	1.41 ± 0.63	1.42 ± 0.44	1.54 ± 0.94	1.47 ± 0.62	1.30 ± 0.56	
Step width [cm]	central tendency	9.67 ± 2.80	11.33 ± 2.58	8.69 ± 2.10	11.24 ± 2.80	8.18 ± 2.12	#
	variability	1.62 ± 0.62	1.56 ± 0.65	1.70 ± 0.56	1.73 ± 0.68	1.55 ± 0.58	
Stance time [s]	central tendency	0.578 ± 0.047	0.612 ± 0.052	0.543 ± 0.028	0.599 ± 0.037	0.562 ± 0.039	#, †
	variability	0.011 ± 0.005	0.012 ± 0.005	0.010 ± 0.004	0.012 ± 0.005	0.010 ± 0.005	
Swing time [s]	central tendency	0.403 ± 0.028	0.419 ± 0.033	0.388 ± 0.021	0.412 ± 0.025	0.395 ± 0.023	#, †
	variability	0.010 ± 0.010	0.011 ± 0.005	0.007 ± 0.004	0.013 ± 0.018	0.008 ± 0.004	#
Gait Time [s]	central tendency	0.981 ± 0.069	1.031 ± 0.079	0.931 ± 0.042	1.011 ± 0.053	0.957 ± 0.057	#, †
	variability	0.015 ± 0.011	0.016 ± 0.006	0.014 ± 0.006	0.021 ± 0.018	0.013 ± 0.006	#

＊：significant ($p < 0.05$ and $\eta > .02$) fall experience effect
＃：significant ($p < 0.05$ and $\eta > .02$) sex effect
†：significant ($p < 0.05$ and $\eta > .02$) fall experience and sex interaction

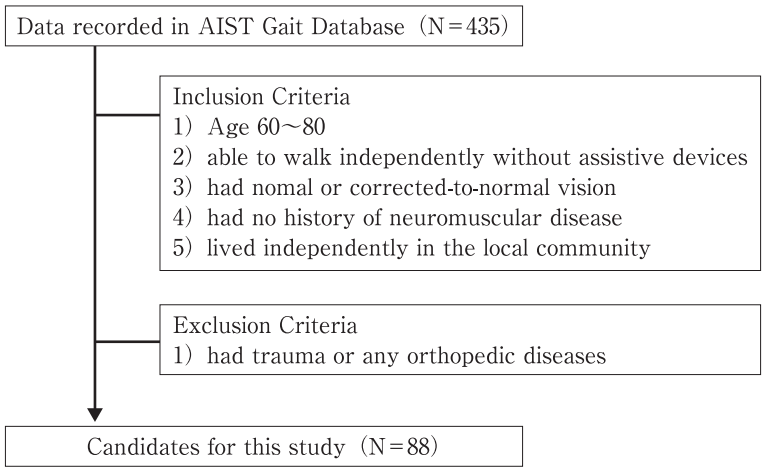


図 1　参加者選定のプロセス

始は実験者が口頭で合図した。計測は，参加者の疲労を考慮しつつ，10 試行（右足 5 試行，左足 5 試行）計測した。参加者が計測エリアに踏み込むまでに最低 5 歩歩けるように，スタート位置は各参加者で調整した。

3．データ処理

本研究でつま先の高さの推移は，先行研究[4]を参考に以下の手順で定義した仮想的なつま先先端部（以下仮想点）の座標から取得した。①生データに 4 次のローパスバターワースフィルタを適用し，高周波ノイズを除去した。その際のカットオフ周波数は，先行研究を参考にマーカ座標は 10Hz，床反力は 56Hz としたとした[19]。②足部座標系を第一中足骨頭，第五中足骨頭，外果，および内果の 4 か所に貼付したマーカで定義した。③静止立位時に，第一末節骨に貼付したマーカの高さをゼロとした点を仮想点とし，足部座標系上に定義した。④歩行中の仮想点の座標を足部座標系から算出した。なお，仮想点座標は左右両側から取得した。

本研究では，遊脚期中における仮想点の高さを分析の対象とした。遊脚期の同定には床反力を用いた。遊脚期の長さは試行間でばらつきがあるため，つま先離地から踵接

地までの区間でデータを 100 等分し，時間正規化した。

遊脚期におけるつま先高さの推移の特徴について理解を深めるために，参加者の MTC, 歩幅，歩隔，立脚時間，遊脚時間，および歩行速度といった時間空間変数も取得した。MTC は先行研究[4) 5)]に従い，遊脚中期における仮想点座標の最小値とした。歩幅と歩隔は，床反力によって取得した踵接地のイベントと外果と内果の座標から算出した。立脚時間と遊脚時間は床反力から取得した踵接地およびつま先離地のイベントから算出した。

上記のデータ処理には Visual 3D version 5.02.06（C-motion 社製）を用いた。

4．統計処理

上記の通り取得した，時間正規化した各時点のつま先の高さについて，以下の手順で主成分分析を実施した。①各参加者の右足と左足それぞれで 5 試行分の平均値と標準偏差を算出した。②各時点の平均値と標準偏差にデータの標準化を行った。③標準化されたデータから 166 行（83 名の左右）× 202 列（平均値と標準偏差がそれぞれ 101 点）の入力用の行列を構築した。④構築した入力用の行列と，相関行列を用いて主成分分析を実施した。

主成分分析によって得られた各主成分の主成分得点と上述の時間空間変数，および参加者のデモグラフィックデータ（年齢，身長，体重）については，参加者の転倒経験，および性別を要因とした，二元配置多変量分散分析（Two-way Multivariate Analysis of Variance: Two-way MANOVA）を行い，統計的有意差を検定した。本研究での有意水準は p 値が 5% 未満，η 二乗値が 0.02 以上の場合とした[20)]。交互作用が認められた場合は，男女それぞれで転倒経験を要因とした対応のない t 検定を実施し，p 値が 5% 未満かつ Cohen の d 値[20)]が 0.20 以上を有意水準とした。

上記の検定の結果，統計的有意差が認められた主成分は，転倒経験の有無もしくは性別に特徴的な裸足歩行中のつま先高さの推移を表す主成分であると考えられる。そこでこのような主成分については，関連する動作の特徴を理解するために，特徴的な波形の再構築と，主成分得点と時間空間変数およびデモグラフィックデータとの相関の算出を行った。波形の再構築については，仮想的な主成分得点として ± 3 を入力し，転倒経験がある者とない者それぞれに特徴的な波形を再構築した。主成分得点と時間空間変数およびデモグラフィックデータとの相関については，ピアソンの積率相関係数を求め，p 値が 5% 未満のものを有意と判断した。ここで時間空間変数については，5 試行分の平均値と標準偏差を算出し，それぞれについて相関係数を求めた。

すべての統計処理には SPSS version 24（IBM 社製）を使用した。

Ⅲ　結果

主成分分析の結果得られた，第 11 主成分までで 99.10% の寄与率と，各主成分における転倒経験者と非経験者の主成分得点を表 2 に示す。二元配置多変量分散分析の結果，第 3 主成分の主成分得点にのみ転倒経験の主効果が認められ（$F_{(1,\ 165)} = 5.936$，$p < 0.05$，ES = 0.031），転倒経験者の方が非経験者よりも有意に主成

表 2　主成分分析の結果出力された主成分の寄与率，累計寄与率，および転倒経験者と非経験者，男女それぞれの主成分得点の平均値±標準偏差

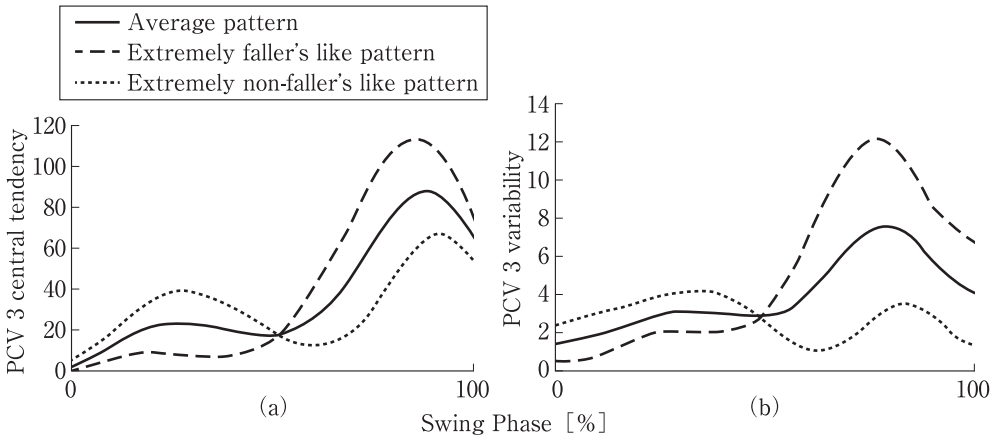
		PCV1	PCV2	PCV3	PCV4	PCV5	PCV6
Explained variance（%）		34.36	25.561	15.644	7.402	4.629	4.338
Cumulative（%）		34.36	59.921	75.565	82.967	87.596	91.934
Fallers: mean（SD）	Male	−0.26 ± 0.67	−0.22 ± 0.75	0.28 ± 0.93	−0.31 ± 0.66	−0.27 ± 0.85	−0.02 ± 0.91
	Female	−0.43 ± 0.49	−0.22 ± 0.63	0.45 ± 0.88	−0.14 ± 0.53	−0.1 ± 0.80	−0.14 ± 0.68
Non-fallers: mean（SD）	Male	0.32 ± 1.25	0.29 ± 0.97	−0.56 ± 0.77	0.22 ± 1.34	0.24 ± 1.15	−0.06 ± 1.18
	Female	0.45 ± 1.20	0.23 ± 1.50	−0.17 ± 1.12	0.44 ± 1.10	0.28 ± 1.12	0.24 ± 1.26
		#	#	＊，#	#	#	

		PCV7	PCV8	PCV9	PCV10	PCV11	
Explained variance（%）		2.77	2.19	1.01	0.67	0.53	
Cumulative（%）		94.70	96.89	97.89	98.57	99.10	
Fallers: mean（SD）	Male	0.12 ± 0.83	−0.10 ± 0.93	−0.19 ± 0.90	0.06 ± 0.94	0.02 ± 0.91	
	Female	−0.05 ± 0.89	−0.11 ± 0.65	0.09 ± 1.02	0.01 ± 1.20	−0.21 ± 1.19	
Non-fallers: mean（SD）	Male	−0.36 ± 1.00	0.24 ± 1.23	0.13 ± 0.90	−0.04 ± 0.93	0.01 ± 0.95	
	Female	0.30 ± 1.26	−0.02 ± 1.02	0.10 ± 1.26	−0.06 ± 1.06	0.15 ± 1.06	
p value		†					

＊：significant（$p < 0.05$ and $\eta > .02$）fall experience effect
＃：significant（$p < 0.05$ and $\eta > .02$）sex effect
†：significant（$p < 0.05$ and $\eta > .02$）fall experience and sex interaction

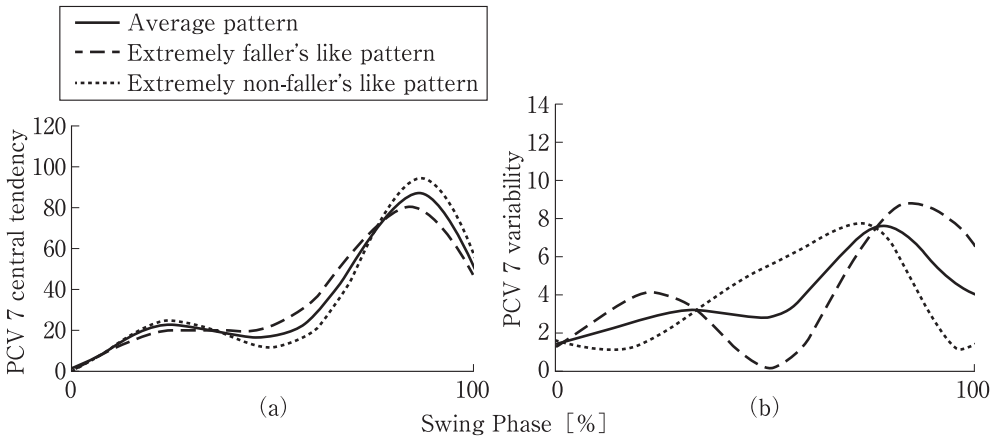
分得点が高い傾向があることがわかった。また第7主成分には，転倒経験と性別との交互作用が認められた（$F_{(1,\ 165)}$ = 7.573，$p < 0.01$，ES = 0.044）。そこで第7主成分については，性別ごとに転倒経験の効果を検証した。その結果，男性にのみ1%水準の有意差が認められ（男性：$p < 0.01$，ES = 0.577，女性：n.s.），転倒経験者の方が非経験者よりも有意に主成分得点が高い傾向があることがわかった。

図2に第3主成分のみから，図3に第7主成分のみから，および図4に第3主成分と第7主成分の両者から再



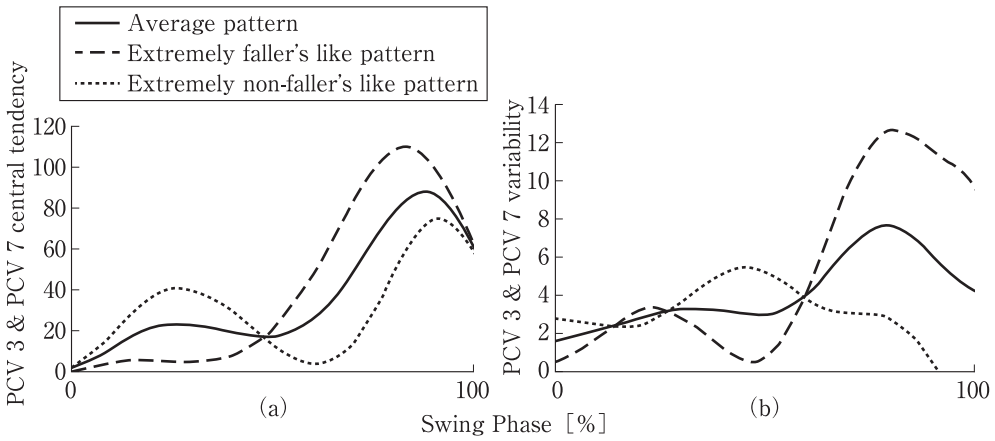
(a) は中心傾向，(b) はばらつきを示す。

図2　第3主成分から再構築された遊脚期におけるつま先高さの軌跡



(a) は中心傾向，(b) はばらつきを示す。

図3　第7主成分から再構築された遊脚期におけるつま先高さの軌跡



(a) は中心傾向，(b) はばらつきを示す。

図4　第3主成分および第7主成分から再構築された遊脚期におけるつま先高さの軌跡

表 3　主成分得点，デモグラフィックデータおよび時間空間変数それぞれとの相関係数

	PCV1	PCV2	PCV3	PCV4	PCV5	PCV6	PCV7	PCV8	PCV9	PCV10	PCV11	Age	Height	Wight	MTC AVG
PCV1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.113	0.319**	0.260**	0.510**
PCV2		1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.192*	0.261**	0.239**	0.647**
PCV3			1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	−0.085	−0.154*	−0.123	−0.236**
PCV4				1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117	0.092	0.081	0.144
PCV5					1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	−0.138	0.178*	0.242**	0.009
PCV6						1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	−0.003	0.113	−0.054	−0.309**
PCV7							1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	−0.019	0.106	0.010	0.237**
PCV8								1.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.075	0.116	−0.029
PCV9									1.000	0.000	0.000	−0.124	0.056	0.191*	0.081
PCV10										1.000	0.000	−0.021	−0.057	−0.094	0.022
PCV11											1.000	0.072	−0.004	0.054	−0.108
Age												1.000	−0.018	−0.004	0.198**
Height													1.000	0.593**	0.374**
Weight														1.000	0.397**
MTC AVG															1.000
Step Length AVG															
Step Width AVG															
Stance Time AVG															
Swing Time AVG															
Gait Time AVG															
Walking Speed AVG															
MTC SD															
Step Length SD															
Step Width SD															
Stance Time SD															
Swing Time SD															
Gait Time SD															
Walking Speed SD															

構築した，転倒経験者と非経験者に特徴的なつま先高さの推移の波形を示す。上記の通り，第 3 主成分は転倒経験者の方が非経験者よりも，第 7 主成分は男性の転倒経験者の方が男性の非経験者よりも，それぞれ有意に主成分得点が高い傾向が確認された。そのため第 3 主成分と第 7 主成分共に，主成分得点に +3 を入力して得られた波形は極端に転倒経験者的な波形と考えられ，−3 を入力して得られた波形は極端に転倒非経験者的な波形と考えられる。

表 3 に，各主成分の主成分得点，時間空間変数およびデモグラフィックデータそれぞれとの相関を示す。第 3 主成分は，歩幅の平均値および歩行速度の平均値と有意な正の相関，身長，MTC の平均値，歩隔の平均値，立脚時間の平均値，歩行時間の平均値，MTC の標準偏差，遊脚時間の標準偏差および歩行時間の標準偏差と有意な負の相関が確認された。第 7 主成分は，MTC の平均値と有意な正の相関，MTC の標準偏差および遊脚時間の標準偏差と有意な負の相関が確認された。

なお，今回分析した全 880 試行（88 名 × 5 試行 × 左右）のうち，およそ 7.8% にあたる 69 試行は，後述するような特有のつま先軌跡によって遊脚期の MTC が観測されなかった。各参加者 10 試行繰り返した計測の中で，最低 1 回以上 MTC が観測されなかった参加者は，88 名中 20 名で，転倒経験者と非経験者のオッズ比は 2.74，特に女性では 6.75（男性は 0.89）であったことが分かった。

Ⅳ　考察

本研究では，裸足歩行時の遊脚期全体におけるつま先高さの推移の特徴について，転倒経験の影響を主として明らかにすることを目的とした。またその際，性差についても分析することとした。先行研究に基

（表 3 の続き）

	Step Length AVG	Step Width AVG	Stance time AVG	Swing time AVG	Gait Time AVG	Walking Speed AVG	MTC SD	Step Length SD	Step Width SD	Stance time SD	Swing time SD	Gait Time SD	Walking Speed SD
PCV1	0.248**	0.218**	0.121	0.121	0.130	0.095	0.321**	0.014	0.131	0.070	0.450**	0.394**	0.143
PCV2	0.361**	0.073	0.184*	0.348**	0.264**	0.116	0.047	0.102	−0.021	0.044	−0.014	0.021	−0.032
PCV3	0.328**	−0.201**	−0.205**	−0.029	−0.151*	0.315**	−0.165*	−0.037	0.045	−0.139	−0.191*	−0.271**	−0.110
PCV4	−0.024	0.212**	0.038	0.151*	0.086	−0.073	−0.079	0.123	0.124	0.053	−0.440**	−0.372**	−0.046
PCV5	0.274**	0.311**	0.061	0.208**	0.125	0.116	0.268**	0.038	0.004	0.034	−0.253**	−0.246**	0.002
PCV6	0.279**	−0.039	0.009	0.074	0.036	0.217**	−0.328**	−0.120	−0.175*	−0.145	−0.016	−0.051	−0.142
PCV7	−0.098	−0.041	−0.096	−0.134	−0.119	−0.005	−0.239**	0.027	−0.142	0.037	−0.200**	−0.139	0.047
PCV8	−0.015	0.212**	0.216**	0.135	0.201**	−0.146	−0.289**	0.003	0.205**	0.046	0.248**	0.152*	−0.120
PCV9	0.004	0.085	−0.077	−0.206**	−0.135	0.112	0.012	−0.174*	0.047	−0.034	−0.038	−0.037	−0.021
PCV10	0.049	−0.120	0.047	0.100	0.072	0.000	0.046	0.039	−0.050	0.008	0.043	0.040	0.002
PCV11	−0.058	−0.018	0.135	0.131	0.144	−0.099	−0.015	0.162*	−0.147	0.060	−0.100	−0.027	0.096
Age	−0.050	0.059	0.064	0.114	0.089	−0.131	0.038	0.034	0.071	−0.070	0.019	0.017	−0.147
Height	0.281**	0.335**	0.445**	0.414**	0.468**	−0.060	0.091	0.133	0.002	0.220**	0.182*	0.194**	0.089
Weight	0.172*	0.522**	0.316**	0.090	0.251**	−0.033	0.084	0.143	0.035	0.168*	0.120	0.084	0.137
MTC AVG	0.165*	0.264**	0.171*	0.204**	0.197**	−0.015	0.256**	0.114	0.099	0.132	0.155*	0.199**	0.112
Step Length AVG	1.000	0.021	−0.186*	0.181*	−0.054	0.750**	0.141	0.058	0.066	−0.139	−0.104	−0.123	0.040
Step Width AVG		1.000	0.182*	0.066	0.150*	−0.074	0.149	0.168*	0.019	0.125	0.091	0.076	0.080
Stance Time AVG			1.000	0.691**	0.957**	−0.736**	0.034	−0.033	0.021	0.297**	0.296**	0.307**	−0.119
Swing Time AVG				1.000	0.871**	−0.379**	0.135	0.022	0.107	0.177*	0.005	0.041	−0.115
Gait Time AVG					1.000	−0.653**	0.077	−0.014	0.058	0.273**	0.203**	0.225**	−0.127
Walking Speed AVG						1.000	0.064	0.045	−0.023	−0.263**	−0.218**	−0.240**	0.103
MTC SD							1.000	0.018	0.109	0.123	−0.025	0.000	0.106
Step Length SD								1.000	−0.074	0.200**	0.002	0.085	0.491**
Step Width SD									1.000	−0.071	0.049	−0.038	−0.066
Stance Time SD										1.000	0.185*	0.471**	0.391**
Swing Time SD											1.000	0.862**	0.133
Gait Time SD												1.000	0.314**
Walking Speed SD													1.000

づいて 1）転倒経験や性別は，遊脚期全体におけるつま先の軌跡に影響する，2）転倒非経験者に比べて転倒経験者は，遊脚期全体におけるつま先高さの軌跡のばらつきが大きくなる，という 2 つの仮説を立てた。そこで遊脚期各時点におけるつま先高さの中心傾向（平均値）とばらつき（標準偏差）を主成分分析で分析した結果以下の通り仮説 1）と，仮説の 2）の一部については確認された。

遊脚期各時点におけるつま先高さの中心傾向（平均値）とばらつき（標準偏差）を主成分分析によって分析した結果，第 3 主成分に転倒経験の主効果が，第 7 主成分には転倒経験と性別の交互作用がそれぞれ確認された。さらに分析の結果，第 3 主成分の主成分得点は男女共に転倒経験者の方が非経験者よりも有意に大きい傾向にあること，また第 7 主成分の主成分得点は男性のみ，転倒経験者の方が非経験者よりも有意に大きい傾向にあることがわかった。このことから，第 3 主成分のみから再構築したつま先高さの波形（図 2）は女性の転倒経験者と非経験者の特徴を表す波形，第 3 主成分と第 7 主成分を合成して再構築したつま先高さの波形（図 4）は男性の転倒経験者と非経験者の特徴を表す波形と解釈できる。

つま先高さの軌跡の平均値を表す波形に着目すると，女性（図 2a），男性（図 4a）共に，転倒経験者は非経験者に比べてつま先離地直後のピークが極端に小さく，遊脚期前半は低いまま推移する傾向にあり，転倒経験者のつま先高さの軌跡は，非経験者のような二峰性にはならないことが確認された。つまずきとは，遊脚期に足部（主につま先）と地面もしくは地面に置かれた障害物などとが接触することで転倒のきっかけとなる現象であ

る[3]。そのため遊脚期前半につま先高さが低い状態が続く転倒経験者の歩き方は，非経験者の波形よりもつまずきやすい歩き方となっていると考えることができる。転倒経験者と非経験者の歩行特徴について下肢の関節角度の観点から言及した先行研究[9]によると，転倒経験者は非経験者に比べて，遊脚期初期における膝関節の屈曲角度が小さい傾向にあることが示されている。またつま先のクリアランスは，遊脚の膝関節が 1.4 度小さくなると 0.45cm 小さくなることが報告されている[22]。これらのことは，本研究で転倒経験者のつま先高さが遊脚期前半は低いまま推移する傾向にあったことと一致する。

つま先高さの軌跡の標準偏差を表す波形に着目すると，遊脚期前半は，女性は一貫して転倒経験者の値が非経験者の値に比べて小さい傾向にあるが（図 2b），男性ではその大小がわずかに入れ替わる時期があることが確認できる（図 4b）。また遊脚期後半については，男女ともに，転倒経験者は非経験者よりばらつきが顕著に大きいことが確認できる（図 2b 及び図 4b）。これらのうち遊脚期後半については，転倒経験者と非経験者の間で歩行中における下肢三関節の関節角度のばらつきを比較した先行研究[9]の結果と一致している。しかしこの先行研究では，遊脚期前半にも転倒経験者は非経験者よりばらつきが顕著に大きいことを報告しており，本研究の結果とは一致しない。この違いは，先行研究がカルダン角によって求められた三次元の関節角度を評価したのに対し，本研究ではつま先の高さしか評価していない点にある可能性が考えられる。整地歩行時と不整地歩行時の MTC を比較した先行研究[7]では，参加者らが条件間で関節角度と MTC を調整したものの，足底面は一定であったことが報告されている。このことから，人は下肢の関節角度がばらついてもつま先の高さは安定させられる可能性が考えられ，先行研究でみられた下肢関節角度のばらつきの影響は，つま先の高さ以外の方向（前後方向や左右方向）に生じている可能性が考えられる。

これらのことから裸足歩行時の転倒経験者と非経験者の MTC は，遊脚期の最小値という一つの変数では大きな差は認められないものの，つま先軌跡全体の中での位置づけにも着目すると，大きく異なる特徴を持つことが示された。このような特徴は，これまで得られてきた知見と組み合わせることでつまずきの理解や，それに基づく対策の検討につなげられると考えている。また過去 1 年間に転倒を経験したものは，転倒を経験しなかったものに比べて将来転倒する割合が高いことが報告されていることから[22]，今回確認されたようなつま先高さの軌跡の特徴を Kinect や加速度センサなどで検出することによって，転倒リスクが高くなっている者を早期に発見できる可能性が考えられる。

本研究の限界としては，サンプリングバイアスが挙げられる。具体的には，本研究の参加者はすべて首都圏在住の健常者であること，および転倒経験については被験者の記憶に基づいている点などが挙げられる。

Ⅴ　結論

本研究では，裸足歩行時の遊脚期全体におけるつま先高さの推移の特徴について，転倒経験の影響を主として明らかにすることを目的とした。またその際，性差についても分析した。本研究の結果，転倒経験者と非経験者の MTC は，遊脚期の最小値という点は共通するものの，つま先軌跡全体の中での位置づけにも着目すると，大きく異なる特徴を持つことが示された。

Ⅵ　利益相反

特になし。

Ⅶ　申告すべきファンド

特になし。

参考文献

1）近藤敏ほか．在宅高齢者の転倒と転倒恐怖．OT ジャーナル．33：839-844，1999.
2）Tinetti ME, et al. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Eng J Med. 319：1701-1707, 1988.
3）小林吉之．足部・足関節の機能と転倒－つまずきやすさを表す足部クリアランスの観点から．PT ジャーナル．45 (9)：757-763，2011.
4）Begg R, et al. Minimum foot clearance during walking: strategies for the minimisation of trip-related falls. Gait Posture. 25 (2)：191-198, 2007.
5）Mills PM, et al. Toe clearance variability during walking in young and elderly men. Gait Posture. 28 (1)：101-107, 2008.
6）Khandoker AH, et al. Investigating scale invariant dynamics in minimum toe clearance variability of the young and elderly during treadmill walking. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 16 (4)：380-389, 2008.
7）Schulz B. Minimum toe clearance adaptations to floor surface irregularity and gait speed. J Biomech. 44 (7)：1277-1284, 2011.

8) Barrett RS, et al. A systematic review of the effect of ageing and falls history on minimum foot clearance characteristics during level walking. Gait Posture. 32 (4) : 429-435, 2010.

9) Kobayashi Y, et al. Key joint kinematic characteristics of the gait of fallers identified by principal component analysis. J Biomech. 47 (10) : 2424-2429, 2014.

10) Kobayashi Y, et al. Age-independent and age-dependent sex differences in gait pattern determined by principal component analysis. Gait Posture. 46 : 11-17, 2016.

11) Nigg BM, et al. Shoe midsole hardness, sex and age effects on lower extremity kinematics during running. J Biomech. 45 : 1692-1697, 2012.

12) Maurer C, et al. Discrimination of gender-, speed-, and shoe-dependent movement patterns in runners using full-body kinematics. Gait Posture. 36 : 40-45. 2012.

13) Federolf PA, et al. Application of principal component analysis in clinical gait research: identification of systematic differences between healthy and medial knee-osteoarthritic gait. J Biomech. 46 : 2173-2178, 2013.

14) Wolf S, et al. Foot motion in children shoes-a comparison of barefoot-walking with shod walking in conventional and flexible shoes. Gait Posture. 27 : 51-59, 2008.

15) Lythgo N, et al. Basic gait and symmetry measures for primary school-aged children and young adults whilst walking barefoot and with shoes. Gait Posture. 30 : 502-506, 2009.

16) Kobayashi Y, et al. Kinematic and kinetic assessment of walking shoes with specialty insole. Footwear Science. 5 (S1) : S65-S67, 2013.

17) Bruening DA, et al. Sex differences in whole body gait kinematics at preferred speeds. Gait Posture. 41 (2) : 540-545, 2015.

18) 小林吉之ほか. AIST 歩行データベース 2015 . 入手先 < http://www.dh.aist.go.jp/database/gait2015/ >

19) van den Bogert AJ, et al. On optimal filtering for inverse dynamics analysis, the IXth Biennial Conf. of the Canadian Society of Biomech. 214-215, 1996.

20) Cohen J. The analysis of variance. In: Statistical power analysis for the behavioral sciences. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, New Jersey, 1988, pp273-406.

21) Winter DA, et al. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. Phys Ther. 70 : 340-347, 1990.

22) Covinsky KE, et al. History and mobility exam index to identify community-dwelling elderly persons at risk of falling. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 56 : M253-259, 2001.

Original

Toe Height Trajectory Characteristics of the Gait of Elderly Fallers

Yoshiyuki KOBAYASHI[1)] Naoto TAKAYANAGI[2)] Motoki SUDO[2)] Yoshifumi NIKI[2)]
Masaaki MOCHIMARU[1)]

1) Human Informatics Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
2) Tokyo Research Laboratories, Kao Corporation

Abstract

【Objective】 This study was conducted to analyze the effect of fall experience on whole waveform of toe-height trajectory during swing phase of barefoot walking. We also focused on the effect of participant's sex.

【Methods】 Participants were 88 elderlies (56 non-fallers and 32 fallers) aged 60 to 77. The principal component analysis (PCA) was conducted using a 166 x 202 input matrix constructed from the participants' time-normalized average and standard deviation of the toe-heights during swing phase (101 data × 2 parameters). Two-way (age x sex) multivariate analysis of variance were conducted on the principal component scores (PCSs) of principal component vectors (PCVs) 1 through 11.

【Results】 We identified a PCV that exhibits a significant fall experience effect (PCV 3, $F_{(1, 165)} = 5.936$, $p < 0.05$, ES = 0.031) and significant fall experience / sex interaction (PCV 7, $F_{(1, 165)} = 7.573$, $p < 0.01$, ES = 0.044). These findings suggest that the toe-height trajectory related to PCV 3 and PCV 7 is the important characteristic that affects the risk of falling while walking. We therefore recombined the toe-height trajectory corresponding to PCV 3 and PCV 7, and found that the local minima of toe height during swing-phase for fallers tend to appear earlier than non-fallers. Further, the variability of the toe height trajectory during late-swing phase for fallers was larger than that for non-fallers regardless of sex.

【Conclusions】 These results indicate that we should focus whole toe-trajectory as well as minimum toe clearance to understand the gait characteristics of fallers.

Keywords minimum toe clearance, toe trajectory, principal component analysis, gait analysis

Corresponding author : Yoshiyuki KOBAYASHI, Human Informatics Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
2-3-26 Aomi, Koto-ku, Tokyo, Japan, 135-0064, JAPAN
TEL : +81 33599 8201 FAX : +81 35530 2066 e-mail : kobayashi-yoshiyuki@aist.go.jp
Received : February 7, 2017 Accepted : May 17, 2017

報　告

四日市市における地域高齢者の転倒実態
～2008年から2015年までの8年間の救急出動記録より～

平野　裕滋[1) 2)]　藤田　秀[1)]　平野　啓祐[1)]　阿部　潤[1)]
杉浦　加奈子[1)]　市原　薫[1)]　松井　康素[2)]

1）四日市市立四日市病院リハビリテーション科
2）国立長寿医療研究センター先端診療部

要　約

【目的】本研究は人口31万人，高齢化率24.5%の工業都市にある消防署本部が有する2008年から2015年までの8年間の救急出動記録をもとに，地域在住高齢者の転倒場所，転倒原因，転倒受傷部位を調査し，明らかにすることを目的とした。

【方法】救急隊員の記録した救急出動記録より対象者3,721名（平均年齢80.7 ± 7.7歳）の1）転倒場所，2）転倒原因，3）受傷部位に関する語句を抽出し分類集計した。得られた集計より「居室」と「道路」のそれぞれについて転倒原因，転倒による受傷部位の2項目について比率を算出し，居室群と道路群の2群間で2項目の比率の差についてカイ2乗検定を用いて有意水準 $p < 0.05$ で検定した。

【結果】転倒場所は総数3,721名中，居室内1,552名（平均年齢82.0 ± 7.5歳），道路上583名（平均年齢78.4 ± 6.8歳）であった。また，居室内転倒者を男女別にみると男性480名（平均年齢80.1 ± 7.2歳），女性1,072名（平均年齢82.8 ± 7.5歳）であった。

一方，道路上では男性315名（平均年齢77.4 ± 6.6歳），女性268名（平均年齢79.7 ± 6.9歳）であった。居室と道路の2群で転倒原因，転倒受傷部位の比率を算出した結果，転倒原因に関しては居室群では，「躓き」(24.0%)，「ふらつき」(22.4%)，「滑り」(20.6%) であった。一方，道路群では「躓き」(44.8%)，「ふらつき」(21.5%)，「滑り」(10.4%) であった。2群間で比率の差をカイ2乗検定で検定した結果，「滑り」と「躓き」に有意性を認めた（$p < 0.01$）。「ふらつき」の比率に関しては2群間で差はなかった。転倒受傷部位では居室群において頭部（22.4%），上肢（9.7%），腰部（27.5%），下肢（33.5%），不明（6.8%）であった。道路群では頭部（60.7%），上肢（12.5%），腰部（4.9%），下肢（12.1%），不明（9.8%）であり，2群間での比率の差は有意性を認めた（$p < 0.05$，$p < 0.01$）。

【結論】居室内では高齢な女性が多く転倒し，受傷部位は下肢，腰部が多かった。一方道路上では男性が多く転倒し，受傷部位は頭部が多いことが明らかになった。

キーワード　地域高齢者，転倒，転倒場所，転倒原因，受傷部位

連絡先：市立四日市病院リハビリテーション科　平野裕滋
〒510-8567　三重県四日市市芝田二丁目2-37
TEL：059-354-1111　FAX：059-352-1565　E-mail：post-8@yokkaichihp01.jp
受付日：2016.12.29　受理日：2017.3.21

Ⅰ　はじめに

平成 25 年の厚生労働省国民生活基礎調査によると要介護になる原因として脳血管疾患，認知症，高齢による衰弱に次いで第 4 位には転倒が挙げられている [1]。

通常転倒により骨折や打撲による疼痛を発症した場合，外科的治療やリハビリテーションを施されて自宅に復帰となるが，高齢者の場合それがきっかけで歩行能力や生活動作能力が転倒受傷前と同じレベルには戻らず，加齢とともに虚弱状態になっていくケースも少なくない [2]。また，転倒は高齢者に恐怖感を植え付けて転倒後の ADL を著しく低下させる，いわゆる転倒後症候群も引き起こす [3]。

その結果，屋内での活動や外出を控えるなど会話の機会は減少し，生活活動範囲が狭くなり絶対的な刺激量が低下するため認知症の症状の出現や健康関連 QOL を低下させる [4]。さらに，生活活動動作の減少から筋力やバランスなど運動能力の低下につながり，廃用症候群に陥る可能性が高い [5]。

高齢者の二人暮らしの老老介護と呼ばれるような状況下で上記のような状態が生じると，介護者は大きな負担を強いられ，結果的に介護保険の利用が増加し，医療保険と合わせて社会保障費の増大につながりかねない。

さらに，転倒経験者は非経験者よりも 12 ～ 20% 死亡率が高いことが報告されている [6]。

このようなことから転倒に対する対策は高齢化社会において喫緊の課題であり，その実態を把握することがまず必要と思われる。

転倒実態の先行研究の中で，海外では，Daniel らの，5 年間にわたる転倒により外傷センターを受診した高齢者の転倒場所，転倒時の肢位・姿勢，受傷部位報告や [7]，Jia らの，室内転倒した 60 歳以上の女性を対象とした教育レベル，結婚歴，1 年間の転倒頻度との関係および転倒時間，受傷部位の前向きコホート研究報告がある [8]。国内研究では，饗場らは，在宅要介護者の転倒場所，転倒原因となる動作，受傷部位などを報告し [9]，安村らは，地域生活住民を対象とした転倒場所や転倒原因，受傷部位，受傷の重症度や QOL への影響を報告している [10]。同様に地域生活住民を対象とした上岡らは，転倒場所，転倒時期，時間，受傷の種類に加え転倒方向と受傷部位の報告をしている [11]。また救急記録を利用した転倒実態調査では，発生場所や発生季節，重症度の報告があり [12]，東京消防庁は転倒場所と重症度を公表している [13]。

しかしながら，屋内や道路上などの転倒場所別の転倒原因や受傷部位の報告は収集し得た限り見当たらない。

筆者らは，屋内と屋外では環境が異なり，また動作のパターンも異なるために転倒原因の違いや，さらには受傷部位の違いが生じるのではないかと仮定した。

そこで四日市市消防署本部が有する転倒により救急要請をされた 65 歳以上の高齢者（以下，高齢者）の救急出動記録（以下，記録）を基に転倒場所，転倒原因，受傷部位を調査した。

その中から，高齢者が 1 日の時間を多く過ごすと思われる居室と，移動手段として歩行する一般道路を選択し，両者での転倒実態と受傷部位との関係を明らかにし，転倒のメカニズムを考察することを研究の目的とした。

Ⅱ　方法

市内 9 箇所の消防署を管轄する四日市市消防署本部（以下，消防本部）の 2008 年から 2015 年の 8 年間の記録より人口 31 万人，高齢化率 24.5% の工業都市（2016 年 10 月 1 日現在：四日市市保健福祉課）に在住する，転倒により救急要請を行った高齢者の記録を基にした。

記録データは消防本部責任者に対して，電話により転倒実態調査研究への使用目的を説明した後，消防本部内で本部職員により出動記録項目の「一般負傷」中，「転倒」に関する出動記録が抽出された。さらに救急を要請した関係者や受傷者本人の個人情報，および出動地区などの個人を特定できる可能性のあるデータを一切削除し，倫理面に配慮した上で消防本部内の手続きを経て 2012 年と 2015 年の 2 回に分けてメール添付による電子データの形で提供された。

そのうち記録文中に明らかに急性発症したと思われる脳血管障害，前庭器官障害または内部疾患障害が原因による転倒と，日常生活活動における歩行移動時以外（例：脚立・踏み台などに乗り作業中に台を踏み外した，自転車乗車時など）の転倒・転落が記載されていた 94 名を除外した高齢者（男性 1,379 名，女性 2,342 名）3,721 名を解析対象とした（表 1）。

解析対象者全員の記録記載の中から以下の内容の語句を抽出した。

1）転倒場所

隊員が到着した現場または受傷者，通報者からの聴取により，「道路」「自宅」「施設・老人ホーム」などに分類集計し，さらに自宅内を「居室」「廊下」「庭」など詳細分類集計した。

分類集計した結果のうち居室と道路について転倒者年齢と転倒者最頻年齢を男女別に調べた。

2）転倒した様態，きっかけなどの原因（以下，原因）

表 1　2008 年～ 2015 年における四日市市内での高齢者転倒状況

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	8 年間
救急出動回数（回）	12,499	12,109	13,322	13,567	14,088	14,442	14,307	14,413	108,747
高齢者転倒件数（件）	481	478	342	448	399	515	500	558	3,721
男性（名）	156	178	120	166	143	206	185	225	1,379
女性（名）	325	300	222	282	256	309	315	333	2,342
平均年齢（歳）	80.8 ± 8.1	80.0 ± 8.1	80.8 ± 7.6	79.9 ± 7.8	80.2 ± 7.3	80.7 ± 7.8	81.0 ± 7.4	82.4 ± 7.0	80.7 ± 7.7
男性平均年齢（歳）	77.9 ± 7.9	77.8 ± 7.8	79.5 ± 6.9	78.1 ± 7.1	78.6 ± 6.8	78.8 ± 7.7	79.1 ± 6.9	80.0 ± 6.7	79.0 ± 7.3
女性平均年齢（歳）	82.2 ± 7.9	81.2 ± 8.1	81.6 ± 7.8	81.0 ± 7.9	81.1 ± 7.4	81.6 ± 7.7	82.2 ± 7.4	83.3 ± 7.3	82.1 ± 7.6
転倒最頻年齢（歳）	83	84	78	81	82	84	78	88	84
四日市市高齢者人口（人）	62,010	64,162	65,917	66,453	67,862	72,141	74,774	76,520	

四日市市消防署本部救急出動データより

表 2　記録抽出分類例

	記録内容（記録原文）	分類		
		転倒場所	転倒原因	受傷部位
例 1	80 歳代男性，歩行中転倒し動けない。傷病者は車道と歩道の間の段差の部分で仰向けで横たわっていた。 道路を横断しようとしてセンター付近で左方向へ転倒ししりもちをついた。通りがかり男性に道路わきまで運んでもらった。	一般道路	分類不能	不明
例 2	通報内容「76 歳女性居室フローリングで転倒し左大腿部打撲動けない」現着時※，傷病者は家族に付き添われ，居間に座り救急隊を待っていた。 傷病者はフローリングで滑り転倒し，接触時，右大腿部の痛みを訴えていた。痛みは脚を動かす時にあるとのこと。 倒れたときの記憶（＋）吐気（－）アレルギー（－）食事（－）	居室	滑り	下肢

※現場到着時

につながる語句

記録の文中で転倒の様態や転倒のきっかけを特定できる，「躓き」「滑り」「ふらつき」などの語句を抽出し分類集計した。

記載文中に明らかに原因の特定ができる語句がない場合には「分類不能」とした。

転倒原因として「躓き」「滑り」「ふらつき」の 3 項目の比率を算出した。

3）受傷部位

記録記載中の受傷部位を「頭部・顔面」（以下，頭部），「手･前腕･上腕･肩」（以下，上肢），「腰部･体幹」（以下，腰部），「臀部・大腿部・下腿部・足部」（以下，下肢）の 4 部位に分類集計した。

同時に複数の受傷部位があった場合にはそれぞれに分類し，受傷の部位が明らかでないものは「不明」とした。

記録文中の語句抽出分類例を表 2 に示す。

「居室」（以下，居室群）と「道路」（以下，道路群）のそれぞれについて転倒原因，転倒による受傷部位の 2 項目について比率を算出し，居室群と道路群の 2 群間で 2 項目の比率の差についてカイ 2 乗検定を用いて有意水準 $p < 0.05$ で検定した。

本研究は市立四日市病院倫理審査会の承認（2017 年 2 月 24 日　整理番号 2016-19）を受けている。

Ⅲ　結果

8 年間の調査において，救急車出動回数は 108,747 件であり，そのうち高齢者の転倒件数は 3,721 件（男性 1,379 名，女性 2,342 名）3.4%，平均年齢 80.7 ± 7.7 歳であった（表 1）。

転倒場所としては 3,721 名中，「自宅内」が 2,415 名（64.9%），次いで「道路・交差点」（以下，道路）583 名（平均年齢 78.4 ± 6.8 歳，転倒最頻年齢 80 歳）（15.7%），「施設･老人ホーム」211 名（5.7%），「店舗･マーケット」103 名（2.8%），「その他」409 名（11.0%）であった（表 3）。

自宅内の転倒場所では 2,415 名中，「居室」1,552 名（平均年齢 82.0 ± 7.5 歳，転倒最頻年齢 82 歳）（64.2%），「庭」259 名（10.7%），「廊下」239 名（9.9%），「台所」61 名（2.5%），「洗面・浴室」49 名（2.0%），「トイレ」44 名（1.8%），「階段」32 名（1.3%），「その他」179 名（7.4%）であった（表 3）。

居室と道路での男女別人数は「居室」で男性 480 名（平均年齢 80.1 ± 7.2 歳，転倒最頻年齢 79 歳），女性 1,072 名（平均年齢 82.8 ± 7.5 歳，転倒最頻年齢 82 歳）と女性が 2 倍近く多かったのに対し，「道路」では男性 315 名（平均年齢 77.4 ± 6.6 歳，転倒最頻年齢 80 歳），女

表 3　転倒場所

転倒場所		人数（名）	居室内訳			
自宅	居室	1,552		男性	女性	合計
			人数（名）	480	1,072	1,552
			平均年齢（歳）	80.1 ± 7.2	82.8 ± 7.5	82.0 ± 7.5
			転倒最頻年齢（歳）	79	82	82
	庭	259				
	廊下	239				
	台所	61				
	洗面・浴室	49				
	トイレ	44				
	階段	32				
	その他	179				
	自宅合計	2,415				
道路		583	道路内訳			
				男性	女性	合計
			人数（名）	315	268	583
			平均年齢（歳）	77.4 ± 6.6	79.7 ± 6.9	78.4 ± 6.8
			転倒最頻年齢（歳）	80	82	80
施設・老人ホーム		211				
店舗・マーケット		103				
その他		409				
総合計		3,721				

表 4　場所別転倒原因および受傷部位

項目	原因	居室		道路	
		実数（名）	比率（%）	実数（名）	比率（%）
転倒原因	躓き	148	24.0	125	** 44.8
	ふらつき	138	22.4	60	21.5
	滑り	127	** 20.6	29	10.4
	着座・立ち上がり	84	33.0	9	23.3
	尻餅	55		7	
	ベッド・椅子転落	40		3	
	踏み外し	15		13	
	もつれ	9		33	
	分類不能	936	60.3	304	52.1
受傷部位	部位	実数（名）	比率（%）	実数（名）	比率（%）
	頭部	318	22.4	335	** 60.7
	上肢	138	9.7	69	* 12.5
	腰部	391	** 27.5	27	4.9
	下肢	476	** 33.5	67	12.1
	不明	97	6.8	54	9.8

* $p < 0.05$　　** $p < 0.01$

性 268 名（平均年齢 79.7 ± 6.9 歳，転倒最頻年齢 82 歳）と男性の方が若干多かった（表 3）。

場所別転倒原因について居室群での転倒原因に関しては 1,552 名中「分類不能」が 936 名（60.3%）であった。分類可能な 616 名について集計した結果，「躓き」148 名（24.0%），「ふらつき」138 名（22.4%），「滑り」127 名（20.6%），「着座・立ち上がり」84 名，「尻餅」55 名，「ベッド･椅子転落」40 名，「踏み外し」15 名，「もつれ」9 名であった（表 4）。

一方，道路群での転倒原因に関しては「分類不能」が 583 名中 304 名（52.1%）であった。分類可能な 279 名について集計した結果，「躓き」125 名（44.8%），「ふらつき」60 名（21.5%），「もつれ」33 名，「滑り」29 名（10.4%），「踏み外し」13 名，「着座・立ち上がり」9 名，「尻餅」7 名，「ベッド・椅子転落」3 名であった。両群で比較すると「躓き」は有意に道路群に多く（$p < 0.01$），「滑り」は居室群で有意に多かった（$p < 0.01$）（表 4）。

場所別受傷部位では居室群については「頭部」318 名（22.4%），「上肢」138 名（9.7%），「腰部」391 名（27.5%），「下肢」476 名（33.5%），「不明」97 名（6.8%）であった。これに対して道路群では「頭部」335 名（60.7%），「上肢」69 名（12.5%），「腰部」27 名（4.9%），「下肢」67

名（12.1%），「不明」54 名（9.8%）であった。両群で比較すると，「頭部」（$p < 0.01$），「上肢」（$p < 0.05$）の受傷が有意に道路群に多く，「腰部」（$p < 0.01$），「下肢」（$p < 0.01$）の受傷が有意に居室群に多いことを認めた（表 4）。

Ⅳ　考察

(1) 転倒場所について

本研究では，転倒の場所として自宅（64.9%），次いで道路（15.7%），施設・老人ホーム（5.7%）となった。自宅内では居室（64.2%），次いで庭（10.7%），廊下（9.9%）となった（表 3）。

この結果は，東京消防庁データでは転倒場所において居住場所屋内が 9 割を占め，居室・寝室が一番多いとした発表や[13]，田口，井口らの先行研究で転倒場所として居間が多いという報告[14) 15)]と同じであったが，金らの転倒外来受診者 41 名の高齢女性（66 ～ 88 歳）を対象とした調査結果において転倒経験者 29 名（平均年齢 75.6 ± 5.0 歳）の転倒場所報告（屋内 31.0%，屋外 69.0%）や[16]，上岡らの 296 名（男：24 名，平均年齢 70.3 ± 7.8 歳，女：272 名，平均年齢 61.5 ± 11.5 歳）を対象とした結果（一般道・歩道 47.5%，階段 24.0%，自宅内 10.8%）とは異なった[11]。

この理由として，金らの対象とした転倒者数が 29 例と少数であったため本研究よりも偏りが出たことと，両研究とも対象者年齢が本研究の対象者平均年齢（80.7 ± 7.7 歳）より低いため屋外活動が活発であったことが考えられる。

また，居室内と道路での性差による比較では居室内では女性が 1,072 名（69.1%），男性が 480 名（31.0%）と圧倒的に女性が多く，道路では男性 315 名（54.0%），女性 268 名（46.0%）と男性がやや多かった（表 3）。この結果は先行研究の報告と同じ傾向であった[17) 18)]。居室内での女性人数が多い理由として，居室内で女性が多く活動をしている，あるいはせざるを得ない状況があると推測される。

一方，異なる見解として安村らは稲作を中心とする農村地域高齢者 685 名（男性平均年齢 71.8 ± 5.8 歳，女性平均年齢 72.4 ± 6.1 歳）を対象にした結果，男女ともに屋内より屋外での転倒発生が多く，女性と比べ男性で屋外での転倒発生が多かったと述べている[10]。

この先行研究結果は本研究結果と異なるが，対象平均年齢が本研究対象者の平均年齢（男性 79.0 ± 7.3 歳，女性 82.1 ± 7.6 歳）（表 1）より低いことが一つの原因ではないかと考えられる。さらに Bath らが屋内での転倒は身体的な虚弱性が，屋外での転倒はむしろ健康的で活動的な状態が関係している[18]と述べていることを考えると，工業都市の地域高齢者と農村の地域高齢者では労働形態が異なり，農村部高齢者は外での活動時間が多く，比較的筋力の高い活動的な男女高齢者が多い一方，都市部高齢者は高齢になると必然的に体を使わなければならない機会が減少し，農村部より虚弱な高齢者が多いのではないかと推測される。また年齢的にみても，本研究において居室内での転倒者は平均年齢 82.0 ± 7.5 歳と道路上での転倒者より平均年齢が 3.6 歳高く，より高齢化に伴う虚弱性が高まっていると考えられる（表 3）。

(2) 転倒原因について

転倒原因の分類不能が多くなった理由は，救急隊員の行う状況聴取内容が転倒直後のため受傷者や関係者が平常心の状態ではなく，また受傷部位の痛みなどにより転倒原因の聞き取りも困難な状況にあったためと推測される。分類不能を減少させるには，消防署と連携を持って，期間を限定して「転倒場所の環境」や「躓き」「滑り」「ふらつき」「不明」などの転倒理由や転送先病院を記した調査表をもとに個人情報に十分な配慮をした上で調査研究を行い，転倒原因と受傷部位の関連性に関して正確性を高める必要性があると考える。

分類可能な転倒原因の中において，居室内では，「躓き」（24.0%），「ふらつき」（22.4%），「滑り」（20.6%）が，ほぼ同じ割合であった（表 4）。

一般的な転倒原因として DA Winter は静止立位中の外乱に対しては足首戦略と股戦略が働き，まず足関節の底屈と背屈が働き，さらには股関節の屈曲と伸展で対応すると紹介している[19) 20)]。このことから足首，股関節周囲の筋力低下が生じている高齢者では，バランス変化時にこれらの戦略を用いた回復動作ができないことにより転倒につながると考えられる。

居室内では歩行スピードが遅いため，側方や直下方向への転倒時，腰部に衝撃を受けるリスクが高まることや[21]，動作遂行に伴う細かな方向転換が多く，支持基底面内に重心を常に保持する静的バランス能力が多く要求されることが考えられる。Cummings らは方向転換動作が転倒につながりやすく股関節の骨折を生じやすいと述べている[22]。さらに居室内の特徴としてフローリングや畳といった滑りやすい床面の問題や，敷居，絨毯やカーペットの僅かな段差[23]，床に置いてある物や家具など躓きやすい外的環境が様々であるため，どのような転倒原因も引き起こし易いことが要因にあると考えられる。

また居室における移動動作は何かをしながら行う動作

が多く，そのような場合には二つ以上の事柄を同時に行う，いわゆる二重課題下の条件に置かれることになる。

平常時には中枢神経系は必要な時には速やかにバランス動作に注意を向けることができるが，高齢者の場合二重課題遂行時はバランス動作に注意を向ける速度が低下し，さらにバランス動作への注意の遅れにより足首トルク発生の遅れや不足，踏み替え時の姿勢不安定などが生じる[24]結果，転倒につながると推測される。

居室内には多くの刺激が存在するが，村田らは，高齢者の場合には，その刺激の中から一部の刺激に焦点をあてる機能，すなわち注意の選択機能の低下が転倒の危険因子でもあると述べている[25]。このような居室内での動作スピードを含めた行動の特徴や外的環境，そして危険因子の複合したものが影響し合って転倒につながると考えられる。

居室内での転倒者は平均年齢が 82.0 ± 7.5 歳と道路上での転倒者平均年齢 78.4 ± 6.8 歳より高齢であり，さらに居室内転倒最頻年齢が 82 歳ということも上述の高齢者の特徴を表していると推測される（表 3）。

直接の居室内転倒原因ではないが，移動動作の開始・終了時点である着座・立ち上がり（14%）も，着座する際に支持物に手をつき損ねた，立ち上がり時に足がもつれたなど居室内ならではの転倒誘因行為となる（表 4）。

転倒原因に関する先行研究で芳賀らはホームヘルプサービスを受けている男性平均年齢 79.1 歳，女性 76.6 歳の 128 名を対象とした調査の中で，転倒者 62 例の転倒場所を問わない転倒原因を「躓いた」17.7%，「滑った」20.9%，「ふらついた」32.3% で，「ふらついた」が多いと報告している[26]。また鈴木は転倒外来を受診した高齢女性 41 名の調査で，その原因を「躓いた」46.4%，「滑った」17.9%，「体がふらついた」7.1% で「躓いた」が多いと報告しており[27]，屋内から屋外までの転倒を含めた転倒原因の割合はその傾向が定まっていない。したがって居室内に限定した今回の結果と比較するのは困難と考えられる。

一方，道路では「躓き」（44.8%）が多かった（表 4）。道路上は路面状況が細かな凹凸，舗装面の不整や僅かな傾斜があり，また靴底面と道路面との摩擦係数が屋内の床面よりも大きい。そのため股関節屈筋，膝関節屈筋，足関節背屈筋の筋力低下や足関節背屈可動域制限があり路面－足尖部クリアランスが極めて少ない高齢者には足尖部を引っ掛け易い条件となり，結果的に躓く原因となる外的環境があると考えられる。

このようなことから，転倒原因に関しては調査対象の高齢者が生活する地域特性が影響していると推測される。

(3) 受傷部位について

居室における受傷部位は下肢（33.5%），腰部（27.5%）が多いが，居室内での転倒原因で述べたように，「滑り」が多く，転倒が後方および後側方に起きやすいため大腿部を主とする下肢や腰部に衝撃を受けやすいと考えられる[28]（表 4）。

Tony らは 8 年間にわたる 65 歳以上の高齢者 37,991 名を対象とした自宅内におけるカーペットと敷物に関する床材の違いによる転倒研究の中で，転倒場所としては浴室が一番多く（35.7%），次いで寝室（21.3%）で，受傷部位としては頭・頸部 27.9%，上部体幹 14.0%，下部体幹 24.2%，腕・手 18.2%，脚・足部 15.1%，不明 0.6% と報告している[29]。これを本研究の受傷部位分類に当てはめると頭部 27.9%，上肢 18.2%，腰部 38.2%，下肢 15.1% となり，本研究の結果とは割合が異なる。これは，本研究の対象が居室内のみに対して，先行研究では洗面・浴室を含む自宅屋内全体としており，部屋から浴室やトイレ移行部への段差や，アメリカと日本における住居生活文化様式の違いによるものと考えられる。

また，居室などの狭小空間での転倒は，転倒回避行動としての上肢による保護活動の結果，上肢と床との直接接触による受傷に加え，転倒途中で上肢や頭部，顔面の家具などとの接触による負傷を生じることは記録からも確認された。

一方，道路においては頭部の受傷が 60.7% と多かった（表 4）。救急搬送者の頭部受傷が多い理由として，道路面は居室の床面に比べて硬く，表面が粗いために挫創を生じ易く，しかも頭皮の血流が豊富なため出血量も多くなる傾向があることから止血，縫合処置が緊急に必要になる場合も多く，したがって一見して発見者や関係者に重症の状況と判断され救急要請をするケースが多くなるためと推測される。

また，道路上では居室内より歩行スピードが速く，そのために歩行中の「躓き」は前方転倒が多く，「滑り」は 20 ～ 40% に側方転倒がみられる[20]。躓き転倒の場合には踏み込み時の前転モーメントが十分ではなく，回復脚の踏み込み位置も不適切である。これは支持脚関節のトルク変化が弱く，足首モーメントが低いためである。このことは転倒回避ができるかどうかは支持脚の踏み込みに大きく依存することになるが[30]，高齢者は下肢筋力低下により転倒回避トルクの発生が弱いと考えられる。その結果，転倒の最終回避行動である「手をつく」という動作に至る。Degoede らは転倒時には腕を完全に伸展して着地するのは良くないが，筋力が衰えた場合には頭部の負傷を避けるために腕を伸ばさざるを得ない

と述べている[31]。高齢者は転倒時に上腕三頭筋を中心とする上肢の筋力低下により，居室内での前方転倒に比べて，道路上では歩行スピードが速い分，発生する前転モーメントが大きいため，上肢で体幹を支えることができないため体幹と道路面との接触が避けられず，上肢の負傷とともに頭部・顔面を路面に接触させることが多くなると推測される。

一方，異なる見解として上岡ら[11]は，前方への転倒時の受傷部位として膝（37.2%），下腿（8.1%），前胸部（6.4%）を挙げている。さらに，前方転倒による骨折部位として，膝（22.3%），手（15.8%），下腿（12.3%）が挙げられており，このことは膝の直接打撃による骨折，手を路面上についたことによる骨折，バランスを立て直そうとして軸足，あるいは回復脚足部の不適切な位置のために非生理的な力が加わったことによる骨折が各々推測される。つまり，上記研究の対象者は，本研究の対象者より年齢が低いため，上肢・下肢の筋力を使う頭部・顔面を保護する反射活動が本研究の対象者（男性 77.4 ± 6.6 歳，女性 79.7 ± 6.9 歳）より機能しているためと考えられる。

加齢による筋肉量の減少が，40 歳以降は年に 0.5% ずつであるのが[32]，さらに 65 歳以降は減少スピードが加速し，80 歳までに筋肉の 30 ～ 40% が失われるとされる[33]。今回の実態調査でも転倒で救急要請を行った最頻年齢が 84 歳であることを考えると（表 1），転倒原因の如何を問わず受傷に至る衝撃力を緩和し，外傷の重症度を低下させるには上肢，下肢の十分な筋力が必要と考えられる。

(4) 本研究の限界

本研究は四日市市消防本部の有する救急出動記録を基に行ったため，結果的に，救急車を使用せずに家族や関係者の搬送で病院受診した転倒者の把握はできていない。

信頼性に関しては，転倒場所と受傷部位は隊員による確認のため，集計の正確性は保たれていると考えられるが，転倒原因においては分類不能が多かったために原因集計の正確性が低下したことは否めない。また，転倒した高齢者は既往や服薬状況，後遺症状など疾患的背景が不明であり，記憶に関する能力や転倒状況を詳細に説明できる能力も不明である。さらに，高齢者は「不注意だった」「体が動かなかった」など転倒を自分の身体責任に帰する傾向が一般的に強いといわれるため[23]，分類できた転倒原因の聴取内容の正確性にも影響を与えていると推測され，この 2 点が本研究の信頼性に関する限界であると考えられる。

Ⅴ　結論

8 年間の救急出動記録を基に，地域在住高齢者の転倒場所，転倒原因，転倒受傷部位を調査した結果，居室内では高齢女性が多く転倒し，受傷部位は下肢，腰部が多かった。

一方道路上では男性が多く転倒し，受傷部位は頭部が多いことが明らかになった。

Ⅵ　利益相反

本研究において申告すべき事項はない。

謝辞

救急出動記録データを提供していただいた四日市市消防本部の皆様と，転倒に関する工学的知見を教授いただいた名古屋大学大学院機械理工学専攻 安全知能学研究グループ教授山田陽滋先生に深く感謝いたします。

参考文献

1）厚生労働省政策統括官付参事官付世帯統計室．平成 25 年国民生活基礎調査の概況．統計表，第 14 表．要介護度別にみた介護が必要となった主な原因の構成割合．P49.
入手先＜http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/dl/06.pdf＞参照 2016-11-3.

2）吉良健司．在宅における高齢者の転倒予防へのこの 10 年の取組と今後の課題．理学療法．27 (1)：645-652，2010.

3）Walker JE. Fall and fear of falling among elderly persons living in the community: occupational therapy interventions. Am J Occup Ther. 45：119-122, 1991.

4）古田良江ほか．地域高齢者の転倒・疼痛と健康関連 QOL との関連：横断研究．日本転倒予防学会誌．2 (3)：41-48，2016.

5）眞野行生．第 1 章高齢者の転倒の特徴．眞野行生編，高齢者の転倒とその対策．第 1 版．医歯薬出版株式会社．東京，2000，P2-7

6）Hayes WC, et al. Etiology and prevention of age-related hip fractures. Bone. 18 (1)；77-86，1996.

7）Daniel Evans, et al. Elderly fall patients triaged to trauma bay: age, injury patterns, and mortality risk. Am J Emerg Med. 33：1635-1638, 2015.

8）Jia Hu, et al. Risk factors of indoor fall injuries in community-dwelling older women: A prospective cohort study. Arch Gerontol Geriatr. 60：259-264,

2015.
9）饗場郁子ほか．要介護者における転倒による重篤な外傷の発生頻度および特徴～医療・介護を要する在宅患者の転倒に関する多施設共同前向き研究（J-FALLS）．日本転倒予防学会誌．2（1）：19-33, 2016.
10）安村誠司ほか．地域の在宅高齢者における転倒発生率と転倒状況．日本公衛誌．38（9）：735-742, 1991.
11）上岡洋晴ほか．高齢者の転倒・転落事故に関する事例研究．東京大学大学院教育学研究科紀要．38：441-449, 1998.
12）吉本好延ほか．救急搬送記録を用いた転倒・転落状況の調査－発生場所および発生時期の検討－．日本公衛誌．57（5）：403-409, 2010.
13）東京消防庁．日常生活における事故情報，救急搬送データからみる高齢者の事故．入手先＜ http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/topics/201509/kkhansoudeta.html ＞参照 2017-2-1.
14）田口孝行ほか．高齢者の転倒の環境因子に対するこの 10 年の取り組みと今後の課題．理学療法．27（6）：660-669, 2010.
15）井口茂ほか．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, 2007.
16）金憲経ほか．高齢者の転倒関連恐怖感と身体機能－転倒外来受診者について－．日本老年医学会雑誌．38（6）：805-811, 2001.
17）川上治ほか．高齢者における転倒・骨折の疫学と予防．日本老年医学会雑誌．43（1）：7-18, 2006.
18）Peter Bath A, et al. Differential risk factor profiles for indoor and outdoor falls in older people living at home in Nottingham, UK. Eur J Epidemiol. 15（1）：65-73, 1999.
19）Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. Gait Posture. 13：193-214, 1995.
20）Horaka FB, et al. Central programing of postural movement: Adaptation to altered support surface configurations. J Nurophysical. 55：1369-1381, 1993.
21）Michael C, et al. Type of fall and risk of hip and wrist fractures: The Study of osteoporotic fractures. J Am Geriatr Soc. 40（11）：1226-1234, 1993.
22）Cummings, et al. Fall frequency and characteristics and the risk of hip fracteres. J Am Geratrics Soc. 42（7）：774-778, 1994.
23）鈴木隆雄．転倒の疫学．日本老年医学会雑誌．40（2）：85-94, 2003.
24）Maki BE, et al. Cognitive demand and cortical control of human balance-recovery reactions. J neural Transm. 114：1279-1296, 2007.
25）村田伸ほか．在宅障害者高齢者の転倒に影響を及ぼす身体及び認知的要因．理学療法学．32（2）：88-95, 2005.
26）芳賀博ほか．在宅援助老人の転倒とその関連要因．日本保健福祉学会誌．3（1）：21-29, 1996.
27）鈴木隆雄．高齢者転倒防止対策に何が有効か－転倒予防外来を実施して－．Osteoporosis Japan. 9（1）：42-46, 2001.
28）奥泉宏康．高齢者の転倒による損傷のメカニズム．理学療法．27（5）：625-629, 2010.
29）Tony Rosen, et al. Slipping and tripping: fall injuries in adults associated with rugs and carpets. J Inj Violence Res. 5（1）：61-69, 2013.
30）Mirjam Pijnappels, et al. Push-off reactions in recovery after tripping discriminate young subjects, older non-fallers and older fallers. Gait Posture. 21：388-394, 2005.
31）Degoede KM, et al. Fall-related upper body injuries in the older adult: a review of the biomechanical issues. J Biomech. 36：1043-1053, 2003.
32）沖田実．筋力低下のメカニズム．理学療法．24（7）：905-913, 2007.
33）Leeuwenburgh C. Role of apoptosis in sarcopenia. J Gerontology. 58：999-1001, 2003.

Report

Rate of Falls by Community-Dwelling Older Adults in Yokkaichi City based on Emergency Dispatch Records for Eight Years from 2008 to 2015.

Yuji HIRANO[1) 2)] Shigeru FUJITA[1)] Keisuke HIRANO[1)] Jun ABE[1)] Kanako SUGIURA[1)]
Kaoru ICHIHARA[1)] Yasumoto MATSUI[2)]

1) Yokkaichi Municipal Hospital
2) National Center for Geriatrics and Gerontology Department of Advanced Medicine

Abstract

【Purpose】 The aim of this study was to investigate and clarify the locations, causes, and resulting injury sites of falls by community-dwelling older adults based on 8 years of emergency dispatch records from 2008 to 2015 held by the fire departments in an industrial city with a population of 310,000 and aging rate of 24.5%.

【Method】 Words and phrases related to 1) fall location, 2) cause of fall, and 3) site of injury were extracted, sorted, and tabulated for 3,721 individuals (mean age, 80.7 ± 7.7 years) from emergency dispatch records taken by ambulance attendants. From the tabulations, ratios were calculated for the cause of the fall and the site of injury from the fall for falls in rooms and on roads, respectively. Chi-square tests were performed to test for differences in ratios between falls in rooms and falls on roads with a significance level of $p < 0.05$.

【Results】 Of the 3,721 subjects, 1,552 fell in rooms (mean age, 82.0 ± 7.5 years) and 583 fell on roads (mean age, 78.4 ± 6.8 years). Separated by sex, 1,072 women (mean age, 82.8 ± 7.5 years) and 480 men (mean age, 80.1 ± 7.2 years) fell in rooms. Meanwhile, 268 women (mean age, 79.7 ± 6.9 years) and 315 men (mean age, 77.4 ± 6.6 years) fell on roads. Ratios for cause of fall and site of injury were calculated for falls in rooms and on roads, respectively. For falls in rooms, causes of the fall were stumbling (24.0%), dizziness (22.4%), and slipping (20.6%). For falls on roads, causes were stumbling (44.8%), dizziness (21.5%), and slipping (10.4%). Chi-square tests for differences in ratios between groups revealed significant differences for slipping and stumbling ($p < 0.01$). No difference in the ratio of dizziness was evident between groups. For falls in rooms, the site of injury was the head (22.4%), arm (9.7%), lower back (27.5%), leg (33.5%), and unknown (6.8%). For falls on roads, the site of injury was the head (60.7%), arm (12.5%), lower back (4.9%), leg (12.1%), and unknown (9.8%). Ratios between two groups differed significantly ($p < 0.05$, $p < 0.01$).

【Conclusion】 In rooms, older women fell more frequently and the site of injury was most often the leg or lower back. On roads, men fell more frequently and the site of injury was most often the head.

Keywords community-dwelling older adults, falls, fall location, cause of fall, site of injury

Corresponding author : Yuji HIRANO, Yokkaichi Municipal Hospital
2-2-37 Shibata, Yokkaichi City, Mie Prefecture 510-8567 JAPAN.
TEL : +81 59354 1111 FAX : +81 59352 1565 e-mail : post-8@yokkaichihp01.jp
Received : December 29, 2016 Accepted : March 21, 2017

報　告

地域在住高齢者の後方転倒と転倒リスク評価に関する横断研究

福田　圭志[1)]　　中村　英美[2)]　　光田　尚代[1)]　　井尻　朋人[1)]
鈴木　俊明[3)]

1）医療法人寿山会喜馬病院リハビリテーション部
2）松下介護老人保健施設はーとぴあリハビリテーション室
3）関西医療大学大学院保健医療学研究科

要　約

【目的】主要な転倒リスク評価により後方転倒を予測できるか検証することを目的とした。
【方法】対象は独歩または杖歩行可能な地域在住高齢者 61 名とした。対象者を過去 1 年間で転倒経験なし（Ⅰ群），後方転倒以外の転倒経験あり（Ⅱ群），後方転倒経験あり（Ⅲ群）の 3 群に分類した。3 群に対して 5 回椅子立ち上がりテスト（Five-Times-Sit-To-Stand Test: 以下，FTSST），通常歩行速度，Timed Up & Go Test（以下，TUG），片脚立位時間を計測した。なお，片脚立位では足の着地位置が，前方，後方，中間のどの方向へ着地するのかを 5 回測定した。各評価結果の 3 群間の比較には Steel-Dwass 法を用いた。また，各群の片脚立位の足の着地位置が前方着地と後方着地，中間着地のどの方向に関連するかを χ^2 独立性の検定を用いて検証した。
【結果】Ⅰ群とⅢ群間の比較では，FTSST はⅠ群が 14.2 ± 4.7s，Ⅲ群が 19.4 ± 6.3s，通常歩行速度はⅠ群が 0.8 ± 0.2m/s，Ⅲ群が 0.6 ± 0.1m/s，TUG はⅠ群が 12.6 ± 4.7s，Ⅲ群が 16.9 ± 5.7s と，いずれもⅢ群が有意に劣っていた（$p < 0.05$）。Ⅰ群とⅡ群間ではすべてに有意差はなかった。片脚立位における測定時間は 3 群間で有意差はなかった。また，片脚立位の挙上側足の着地位置に関しても，3 群ともに足の着地位置と転倒方向の関連性はなかった。
【結論】現在，多く用いられる転倒リスク評価のみでは後方転倒の予測は難しいが，後方転倒は下肢筋力や立ち上がり，歩行，方向転換能力のより低い高齢者に生じやすいことが示された。

キーワード　後方転倒，5 回椅子立ち上がりテスト，通常歩行速度，Timed Up & Go Test，片脚立位

Ⅰ　はじめに

高齢者が住みたいところで生活し，やりたいことをやり続けられるような健康増進のための取り組みは重要であると考える。そのためにも，要介護状態の要因となりうる転倒を防いでいく必要性も高いと考える。65 歳以上の高齢者の家庭内事故のなかで，転倒は 63.4% と高い割合である[1)]。また，わが国の高齢者では，1 年間で約 10 ～ 20% が転倒し，そのうち約 10% が骨折に至るといった報告もある[2)]。転倒後に，骨折をはじめとする身体的障害を受けなくても，転倒経験によって転倒の恐怖感が生じ身体活動にも影響を及ぼすことも知られている[3)]。

在宅高齢者の転倒方向の割合としては，前方への転倒が約 6 割，側方へは約 2 割，後方へは約 2 割といわれている[4)]。一般的に高齢者の転倒は前方転倒が多くを占めるが，パーキンソン病患者の転倒方向は後方 46.5%，側

連絡先：医療法人寿山会喜馬病院リハビリテーション部　福田圭志
〒 578-0941　大阪府東大阪市岩田町 4-2-8
TEL：072-961-6888　FAX：072-965-2836　E-mail：2e2v3e@bma.biglobe.ne.jp
受付日：2017.1.17　受理日：2017.5.25

方 17.1%，前方 10.9% であり，後方が全体の約半数を占めていたと山下らは報告している[5]。このように，疾患によっては後方転倒が多くなる場合もある。また，後方転倒では脊椎圧迫骨折[6]や大腿骨頸部骨折[7,8]のほか，頭部外傷[9,10]によって死亡につながるケースもある。椎体骨折や大腿骨頸部骨折の予後について Cauley らにより，臨床骨折発生後の死亡の相対リスクに関して，前腕遠位部骨折を 1.0 とした場合に椎体骨折では 8.6，大腿骨頸部骨折では 6.7 と死亡の相対リスクが高いことが示されている[11]。後方転倒は，高齢者全体でみればその頻度は高くないものの，重篤な傷害や死亡につながることもあるため，予防の重要性は高いと考える。

高齢者は，胸腰椎後彎や骨盤後傾により重心が後方へシフトすることから，後方転倒が増加することが知られている[12]。しかし，これまで高齢者の後方転倒に着目した研究でも，実際に後方転倒者と比較した報告は見当たらない[13,14]。また，ここ最近の転倒に関連した報告でも，転倒群と非転倒群で比較したものが散見され後方転倒に対する指標は示されていない[15)-19)]。後方転倒に対する指標が示されれば，リハビリや介護現場において介助につく位置を決定する手助けとなり，介助・見守り中の転倒も未然に防ぐこともできるのではないかと考える。このような背景も踏まえ，本研究では，後方転倒と現在多く用いられる転倒リスク評価の関連性を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ　方法

1．対象

対象はデイケア 2 施設，デイサービス 1 施設に通う利用者で，本研究に同意した独歩または杖歩行可能な地域在住高齢者 61 名（年齢 81.0 ± 7.1 歳，男性 25 名，女性 36 名）をランダムに抽出した。また，対象者を 2014 年 11 月から 2015 年 10 月までの過去 1 年間で，『転倒経験なし（Ⅰ群)』，『後方転倒以外の転倒経験あり（Ⅱ群)』，『後方転倒経験あり（Ⅲ群）』の 3 群に分類した。転倒の定義は，Gibson の「自分の意志からではなく，地面またはより低い場所に膝や手などが接触すること」とした[20]。後方転倒群の規定は，Gibson の定義を参考に，「方向転換での転倒や振り向き転倒，着座時の尻もちなど殿部が地面またはより低い場所に接触した場合で，後方または後側方に転倒したもの」とした。また，過去 1 年間の転倒で後方転倒と後方転倒以外の転倒どちらも含む場合は転倒回数の多い方向を転倒方向とした。なお，同回数の場合は対象から除外することとした。対象者の特性は，年齢，性別，杖の使用有・無，通所サービス，疾患で示すこととした。

2．測定方法

対象者に対し，5 回椅子立ち上がりテスト（Five-Times-Sit-To-Stand Test: 以下，FTSST），通常歩行速度，Timed Up & Go Test（以下，TUG），片脚立位の 4 項目の測定を 2015 年 10 月 17 日から 2015 年 10 月 30 日にそれぞれ実施した。なお，FTSST は下肢筋力，通常歩行速度は歩行能力，TUG は動的バランス能力，片脚立位は静的バランス能力を診る指標として使用した[21)-24)]。

FTSST の測定は，高さ 40cm の椅子から立ち上がり動作をできるだけ速く 5 回行わせ，その所要時間を計測した。疲労を考慮して測定は 1 回とした。スタートの合図は「よーい・ハイ」とし，検者の教示は，「できるだけ速く 5 回立ち座りしてください」に統一した。

歩行速度の測定は，平地 7m を自由歩行速度で歩行してもらい，中間の 5m を測定区間として所要時間を計測した。測定は 2 回行い，その最速値（m/s）を代表値とした。検者の教示は，「普段通りに歩いてください」に統一した。

TUG の測定は，高さ 40cm の椅子に腰かけた姿勢から，最大努力で 3m 前方のコーンを回って着座するまでの時間を計測した。測定は 2 回行い，その最短時間（s）を代表値とした。スタートの合図は「よーい・ハイ」とし，検者の教示は「できるだけ速く回ってください」に統一した。

片脚立位時間の測定は，開眼での片脚立位時間を左右それぞれ 5 回計測し，左右の最も良い測定時間（s）を採用した。測定は足が地面から離れてから，バランスを崩して上げた脚が地面に接地するか，支持脚が移動した時点までとし，30 秒を上限とした。支持脚の規定としては，上記の片脚立位時間の結果の良い方を採用した。検者の教示は，「できるだけ長く保ってください」に統一した。また，高齢者は加齢に伴い重心が後方へシフトすることを踏まえ[12]，片脚立位時間の測定では後方転倒に対する筆者独自で設定した評価方法として，足の着地位置の測定を行った。足の着地位置の規定については，挙上側足の足長と足幅の中央に印をつけ（以下，中点），中点が支持側足の足長の中 3 分の 1 の範囲の中間着地，もしくは，それよりも前方と後方のどこへ着地するかを測定した。測定回数は片脚立位時間の測定と並行して 5 回実施し，前方，後方，中間の数の多い方向を採用した。

本測定では 3 施設での測定を行っているため，環境的なバイアスは避けられない。そのため，椅子の高さや測

定スペースはできるだけ同様の環境となるよう配慮した。また，測定方法や検者の声かけも統一することで測定結果への影響が少なくなるよう配慮した。

3．統計処理方法

統計処理は，対象者の特性を3群間で比較するために，年齢の比較は一元配置分散分析を用いて検証した。性別，杖の使用有・無，通所サービス，疾患別の割合の比較にはχ^2独立性の検定を用いて検証した。通常歩行速度では3群間の比較を一元配置分散分析後にTukey-Kramer法による多重比較を用いて検証した。FTSST，TUGの3群間の比較にはSteel-Dwass法による多重比較を用いて検証した。また，各群が片脚立位の挙上側足の着地位置と関連性を認めるのかをχ^2独立性の検定を用いて検証した。統計処理はすべてStatcel 3を使用し，有意水準は5%未満とした。加えて，各測定結果と転倒リスクとの関連を分析するため，各群で各測定結果がカットオフ値を下回る対象者の割合を示すこととした。なお，カットオフ値は，FTSSTでは14.5s, 通常歩行速度では1.0m/s，TUGでは13.5s，片脚立位では開眼で5.0sとした[25)-28)]。

4．倫理的配慮

本研究の実施にあたり，対象者には研究の目的や内容について十分な説明を行い，書面にて同意を得た上で実施した。また，本研究は医療法人寿山会倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：2015003）。

Ⅲ　結果

対象者61名の割合として，Ⅰ群が37名，Ⅱ群が12名，Ⅲ群が12名であった（図1）。なお，本測定における除外対象者はなく，測定に伴う転倒やそれによる外傷なども発生しなかった。対象者の特性について3群間の比較を行った結果を表1に示す。3群間の比較では，杖の使用有・無のみ対象者間に有意な関連を認めた（$p < 0.01$）。年齢，性別，通所サービス，疾患においては有意な関連性はなかった。

各測定結果について3群間の比較を行った結果を表2に示す。各測定結果の群間比較では，Ⅰ群とⅢ群間ではFTSST，通常歩行速度，TUGはいずれも有意にⅢ群が劣っていた（$p < 0.05$）。Ⅰ群とⅡ群，Ⅱ群とⅢ群間では有意差はなかった。片脚立位時間に関しては，3群間とも有意差はなかった。また，片脚立位の挙上側足の着地位置に関しても，3群ともに足の着地位置と転倒方向の関連性はなかった（表3）。

各測定項目におけるカットオフ値を下回った割合を表4に示す。FTSST，通常歩行速度，TUGはⅠ群，Ⅱ群，Ⅲ群の順で，片脚立位に関しては，Ⅱ群，Ⅰ群，Ⅲ群の順でカットオフ値を下回る割合が増加した。

Ⅳ　考察

本研究は，デイケア2施設，デイサービス1施設に通う独歩または杖歩行可能な地域在住高齢者を対象とした横断研究により，後方転倒と転倒リスク評価の関連性を明らかにすることを目的とした。対象者を転倒経験，転倒方向によって3群に分類し，FTSST，通常歩行速度，TUG，片脚立位の4項目の測定を実施した。その結果，FTSST，通常歩行速度，TUGでは，Ⅰ群に対してⅢ群では有意に劣る結果となることがわかった。また，片脚立位の挙上側足の着地位置と転倒方向の関連性はない

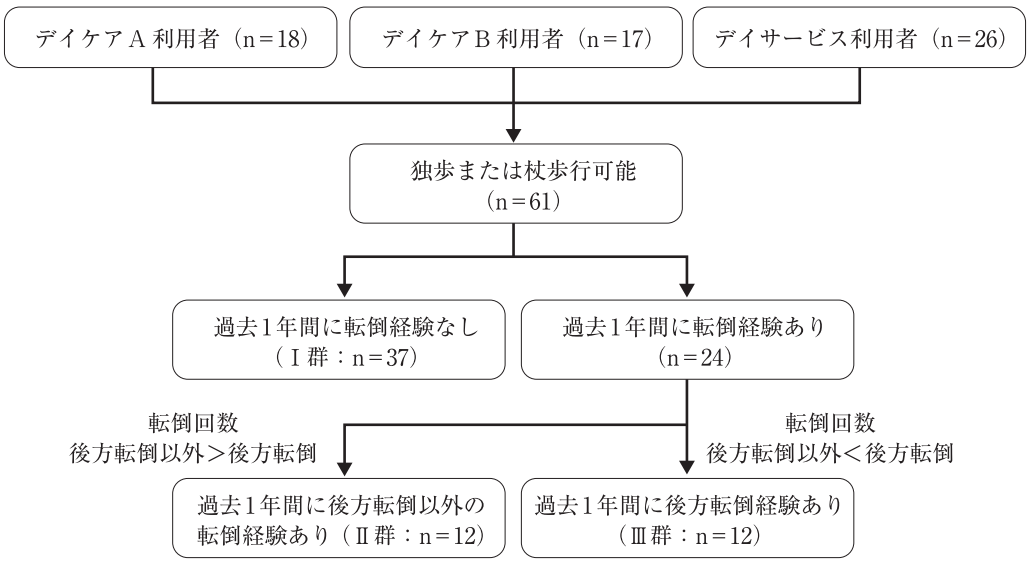


図1　対象者61名の参加に至る流れ

表 1　対象者の特性と群間の比較

n = 61		Ⅰ群（n＝37）	Ⅱ群（n＝12）	Ⅲ群（n＝12）	P 値
年齢（歳）		80.1 ± 7.4	82.4 ± 6.3	82.2 ± 7.2	0.51
性別（人）	男 / 女	15/22	5/7	5/7	0.99
杖使用（人）	有 / 無	3/34	1/11	8/4	p ＜ 0.01 ＊
通所サービス（人）					0.74
	デイケア A，B	20	7	8	−
	デイサービス	17	5	4	−
疾患別分類（人）					0.35
	整形	16	8	8	−
	脳血管	11	4	3	−
	整形・脳血管	5	0	1	−
	その他	5	0	0	−

値：人数，平均±標準偏差
＊：杖の使用の有無と対象者間に有意な関連がある（p ＜ 0.01）。

表 2　各測定項目と 3 群間の差の比較

	Ⅰ群（n＝37）	Ⅱ群（n＝12）	Ⅲ群（n＝12）
FTSST（s）	14.2 ± 4.7	15.1 ± 5.3	19.4 ± 6.3 ＊
通常歩行速度（m/s）	0.8 ± 0.2	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.1 ＊
TUG（s）	12.6 ± 4.7	12.6 ± 3.2	16.9 ± 5.7 ＊
片脚立位時間（s）	8.1 ± 7.7	9.0 ± 7.8	4.3 ± 4.8

値：平均±標準偏差
＊：Ⅰ群 vs Ⅲ群で有意差あり（p ＜ 0.05）。

表 3　各群と片脚立位挙上側足の着地位置の関連性

	前方着地	後方着地	中間着地	P 値
Ⅰ群（n＝37）	3（8.1%）	3（8.1%）	31（83.8%）	
Ⅱ群（n＝12）	0（0%）	1（8.3%）	11（91.7%）	0.72
Ⅲ群（n＝12）	1（8.3%）	0（0%）	11（91.7%）	

3 群と足の着地位置に関連なし。

表 4　各測定項目のカットオフ値を下回った割合

	Ⅰ群（n = 37）	Ⅱ群（n = 12）	Ⅲ群（n = 12）
FTSST	9（24.3%）	6（50.0%）	9（75.0%）
通常歩行速度	26（70.3%）	11（91.7%）	12（100%）
TUG	11（29.7%）	5（41.7%）	6（50.0%）
片脚立位時間	18（48.6%）	4（33.3%）	9（75.0%）

カットオフ値：FTSST 14.5s，通常歩行速度 1.0m/s，TUG 13.5s，片脚立位時間 5.0s

ことが分かった。カットオフ値を下回る割合としては，FTSST, 通常歩行速度，TUG はⅠ群，Ⅱ群，Ⅲ群の順で，片脚立位に関しては，Ⅱ群，Ⅰ群，Ⅲ群の順でカットオフ値を下回る割合が増加した。

対象者の身体機能においては，虚弱高齢者を対象にした先行研究と同程度の結果であった[29]。FTSST, 通常歩行速度，TUG の結果がⅠ群に対してⅢ群が有意に劣っていた要因として，Ⅰ群に対してⅢ群では下肢筋力や歩行能力，動的バランス能力が乏しいことが考えられる。片脚立位は，3 群間のいずれも測定時間に有意差はなかった。笠原らは，高齢患者の片脚立位時間と膝関節伸展筋力の低下に伴って，片脚立位を遂行できた症例の割合が減少する傾向にあったと報告している[30]。本研究では膝関節伸展筋力と関連性のある FTSST がⅢ群において低値であり，先行研究とは異なる結果となった。片脚立位の挙上側足の着地位置と転倒方向についての検証では，転倒方向と着地位置の関連性はなく，着地する位置はどの群でも中間着地が最も多かった。片脚立位にお

ける先行研究では，側方の重心動揺に強い正の相関がみられたといった報告がある[31]。このことから，本研究においても片脚立位に伴う側方への重心動揺による挙上側足の中間着地が最も多く，転倒方向の検出方法として適さなかったと考える。

本研究における転倒群と非転倒群の対象者背景因子の比較では，年齢や性別に差はなく先行研究を支持する結果となった[15]。本研究では，Ⅲ群において移動に杖を使用する対象者が多くいた。下肢筋力や歩行能力，動的バランス能力を反映するFTSSTや通常歩行速度，TUGが有意に低いⅢ群では，杖を使用することで，移動時のバランス能力や下肢筋力低下の影響を補っていると考える[32]。以上のことを踏まえると，高齢者における後方転倒は，静的バランス能力の関与は少ないが，下肢筋力や歩行能力，動的バランス能力低下に伴って生じることが示唆される。そのため，日常生活上の移動場面では，これらを補うために杖の使用が必要になりやすいのではないかと考える。

最後に，本研究では過去1年間の転倒歴と転倒方向によって群分けを行った。過去1年間の転倒経験や歩行速度の低下は，将来の複数回転倒や要介護認定発生に関与し，要介護高齢者におけるTUGの低下は半年後の移乗移動能力低下に関与するといった報告がある[33-35]。本研究の対象者には転倒経験者がいること，3群共に各評価項目のカットフ値を下回る対象者もいることから，各群共に将来的な転倒には注意が必要であると考える。特に，Ⅲ群においては前記に当てはまる対象者が多く，後方転倒自体が身体に及ぼす影響も大きいことから，早期に予防に努めていく必要があると考える。

本研究において，FTSST, 通常歩行速度，TUGではⅢ群がより劣った結果となっていたことからも，転倒なし群と後方転倒群間において後方転倒リスクの検証に使用できる可能性が示唆された。しかし，後方転倒以外の転倒群と後方転倒群間においては差がなかったことから，後方転倒の予測は難しい可能性が示唆された。

Ⅴ　本研究の限界

本研究の限界として，データを横断的に収集しているため転倒とその要因の前後関係が不明確であり，因果関係を推論することはできない。また，対象者は大阪府内の通所施設に通う利用者を対象としており，その他の地域とは特性が異なる可能性がある。加えて，対象者の群の振り分けは転倒経験を聴取して行ったため，年齢や認知機能の影響を受ける可能性があり，想起バイアスの除去が十分でない点があげられる。加えて，本研究はサンプルサイズが小さく，結果を一般化するには被検者数のさらなる増加が必要である可能性がある。特にⅡ群，Ⅲ群の対象者が増加することで一般化可能性が広がると考える。また，対象者の年齢や性別，疾患などの潜在的交絡要因の調整が十分に行えていないため，結果の妥当性に影響している可能性がある。今回，片脚立位の挙上側足の測定位置を評価指標として設定し実施したが，この評価は筆者が独自で設定した評価方法であり，信頼性の確認が十分ではない。今回の測定方法で信頼性が高く妥当性がある結果が得られていない可能性もあり，後方転倒との関係に関する結果に影響している可能性も考えられる。

Ⅵ　結論

現在，多く用いられる転倒リスク評価のみでは後方転倒の予測は難しいが，後方転倒は下肢筋力や立ち上がり，歩行，方向転換能力のより低い高齢者に生じやすい可能性が示唆された。今後は，従来の転倒リスク評価方法の感度・特異度を示すことで，後方転倒のスクリーニング方法として有用であるかを明らかにする必要がある。

Ⅶ　利益相反

本研究において一切の利益相反はありません。

参考文献

1）小池荘介ほか.「家庭内における救急事故の予防について」調査研究委員会報告書. 東京救急協会. 東京, 1999, p331 .

2）安村誠司. 12）地域における転倒・骨折等に関する疫学的研究. 柴田博ほか編, 中年からの老化予防に関する医学的研究―サクセスフル・エイジングをめざして―. (財) 東京都老人総合研究所, 東京, 2000, p192-198 .

3）金憲経ほか. 高齢者の転倒関連恐怖感と身体機能―転倒外来受診者について―. 日本老年医学会雑誌. 38 (6) : 805-811, 2001.

4）上岡洋晴. 高齢者の転倒・転落事故に関する事例研究. 東京大学大学院教育学研究科紀要. 38 : 441-449, 1999.

5）山下哲平ほか. 入院中のパーキンソン病患者の転倒・転落の発生状況と対策. ヒューマンケア研究学会誌. 8 (1) : 21-28, 2016.

6）中山美数ほか. 骨粗鬆症性椎体骨折後偽関節に対するBalloon kyphoplastyの周術期および術後合併

症について．整形外科と災害外科．64 (1)：21-24, 2015.
7) Cummings SR, et al. A hypothesis: the causes of hip fractures. J Gerontol . 44 (4)：107-111, 1989.
8) 渡部欣忍ほか．高齢者骨折の受傷原因としての転倒の特徴と手術時期．臨床整形外科．44 (9)：895-898，2009.
9) 刈部博ほか．高齢者頭部外傷の特徴と問題点．脳神経外科ジャーナル．23 (12)：965-972，2014.
10) 平川公義．頭部外傷の力学的評価とその臨床応用 II 脳傷害と頭蓋内血腫．Neurol Med Chir (Tokyo). 18：701-711，1978.
11) Cauley JA, et al. Risk of mortality following clinical fractures. Osteoporos Int. 11：556-561, 2000.
12) 眞野行生ほか．高齢者の歩行と転倒の実態．眞野行生（編），高齢者の転倒とその対策．医歯薬出版，東京，1999，p8-12 .
13) 美和香葉子ほか．高齢者の後方歩行の特徴およびバランス能力との関連性．理学療法科学．22 (2)：205-208，2007.
14) 竹内弥彦ほか．高齢者の脊柱伸展可動域と後方ステップ着地時の身体動揺特性との関係．総合リハビリテーション．42 (3)：253-359，2014.
15) 新井智之ほか．虚弱高齢者の転倒と運動機能との関係．老年学会誌．創刊号：1-14，2010.
16) 新井智之ほか．10m 歩行における歩行周期変動と運動機能，転倒との関連一小型加速度計を用いた測定一．理学療法学．38 (3)：165-172，2011.
17) 加藤龍一ほか．地域在住高齢者の転倒の関連要因と 3 年後の生存．日本公衆衛生雑誌．59 (5)：305-314，2012.
18) 池田翔ほか．転倒予測指標としての応用歩行予備能力有用性の検討．理学療法科学．30 (6)：973-976，2015.
19) 井上椋太ほか．地域在住高齢者の転倒要因に関する研究－身体・認知・精神機能の共分散分析による検討－．ヘルスプロモーション理学療法研究．5 (3)：139-143，2015.
20) Gibson MJ, et al. Falls in later life. Kane RL et al (eds), Improving the health of older people: A World View. Oxford University Press. New York 1990, p296-315.
21) 村永信吾ほか．高齢者の運動機能（健康増進）と理学療法．PT ジャーナル．43 (10)：861-868, 2009.
22) 村田伸ほか．虚弱高齢者における Timed UP and Go Test，歩行速度，下肢機能との関連．理学療法科学．25 (4)：513-516，2010.
23) 橋立博幸ほか．虚弱高齢者における Timed “UP and Go” Test の臨床的意義．理学療法学．32 (2)：59-65，2005.
24) 村田伸ほか．地域在住女性高齢者の開眼片足立ち保持時間と身体機能との関連．理学療法科学．23 (1)：79-83，2008.
25) 池添冬芽．高齢者の転倒予防とトレーニング．理学療法京都．36：19-27，2007.
26) 鈴木隆雄．転倒予防の重要性と対策．Medical Practice. 17：443-447，2000.
27) Shumway-Cook A, et al. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed UP & Go Test. Phys Ther. 80：896-903, 2000.
28) Vellas BJ, et al. One-leg balance in an important predictor of injurious falls in older persons. J Am Geriatr Soc. 45：735-738, 1997.
29) 牧迫飛雄馬ほか．虚弱高齢者における身体運動機能評価を目的とした 5 回椅子立ち座りテストの改良とその信頼性の検証．スポーツ科学研究．5：71-78，2008.
30) 笠原美千代ほか．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, 2001.
31) 内田全城ほか．重心動揺からみた段差昇降と片脚立位の関係．理学療法科学．29 (4)：549-553, 2014.
32) 建内宏重ほか．T 字杖への荷重量の変化が片脚立位時の安定性と下肢筋活動に与える影響．理学療法学．29 (6)：225-229，2002.
33) 鈴木隆雄ほか．地域高齢者の転倒発生に関連する身体的要因の分析的研究―5 年間の追跡研究から―．日本老年医学会雑誌．36 (7)：472-478，1999.
34) 牧迫飛雄馬ほか．後期高齢者における新規要介護認定の発生と 5m 歩行時間との関連：39 ヵ月間の縦断研究．理学療法学．38 (1)：27-33 , 2011.
35) 鈴川芽久美ほか．要介護高齢者における運動機能と 6 ヵ月後の ADL 低下との関係．理学療法学．38 (1)：10-16，2011.

Report

A Cross-Sectional Study on Relationship between Backward Falls and Fall Risk Evaluation in Community-Living Elderly

Keiji FUKUDA[1)] Hidemi NAKAMURA[2)] Hisayo MITSUDA[1)] Tomohito IJIRI[1)]
Toshiaki SUZUKI[3)]

1) Department of Rehabilitation, Kiba Hospital
2) Department of Rehabilitation, Matsushita Geriatric Health Services Facility, Heartpia
3) Graduate School of Health Sciences, Kansai University of Health Sciences

Abstract

【Purpose】 The purpose of this study was to investigate whether main fall risk assessment is useful predictor of backward falls.

【Methods】 A total of 61 community-living elderly who were able to walk indoors participated in this study.The participants were classified into three groups: Group I included participants who had experienced no falls in the past year, Group II those who had experienced any falls other than backward falls in the past year, and Group III those who had experienced backward falls in the past year. All the participants completed the Five-Times-Sit-To-Stand Test (FTSST) and the Timed Up & Go Test (TUG), and had their normal walking speed and one-leg standing time measured. The foot landing position of the lifting leg in one-leg standing was measured five times, as well as whether landing was forward, backward or middle. The Steel-Dwass method was used for comparing each evaluation result among the three groups. Chi-square of independence test was also used to verify whether the foot landing position in one-leg standing was related to the fall direction.

【Results】 In the comparison between Group I and Group III, FTSST was 14.2 ± 4.7s in Group I, 19.4 ± 6.3s in Group III, normal walking speed was 0.8 ± 0.2m/s in Group I, 0.6 ± 0.1m/s in Group III, TUG was 12.6 ± 4.7s for group I and 16.9 ± 5.7s for group III. These three measures indicated significantly lower level in group III ($p < 0.05$). There were no significant differences between Groups I and II in these measures. Furthermore, no significant differences were observed between the three groups in one-leg standing time. Regarding the landing position of the lifting leg in one-leg standing, no correlations were found between the three groups.

【Conclusion】 Currently, it is difficult to predict backward fall only by fall risk assessment that is often used. Backward falls may be more likely to occur in elderly people with decreased leg muscular strength, and lower standing up, walking, and turning ability.

Keywords backward fall, Five-Times-Sit-To-Stand Test, normal walking speed, Timed Up & Go Test, one-leg standing

Corresponding author : Keiji FUKUDA, Department of Rehabilitation, Kiba Hospital
4-2-8 Iwatacho, Higashiosaka-shi,Osaka, 578-0941,JAPAN
TEL : +81 72961 6888 FAX : +81 72965 2836 e-mail : 2e2v3e@bma.biglobe.ne.jp
Received : January 17, 2017 Accepted : May 25, 2017

論　説

転倒予防の研究分野における介入研究の研究方法論：ランダム化並行群間比較試験を中心として

上岡　洋晴

東京農業大学地域環境科学部　日本転倒予防学会誌編集委員会委員長

要　約

本論は，転倒予防のための介入研究の中で，とくにランダム化並行群間比較試験における注意点の解説を行った。

医学系研究を実施する者の基本姿勢と遵守すべきルール，研究デザインの考え方，非薬物療法評価試験としての考え方，利益相反とオーサー・シップ，機能性表示食品と転倒予防介入の関連性も概説した。「CONSORT 2010 チェックリスト」，「SPIRIT チェックリスト」，「非薬物療法評価試験のための CONSORT チェックリスト拡張例」，「折笠が推奨する 15 チェック項目」を参考にして，ランダム化並行群間比較試験において，とくに適正に計画・実施・報告すべき事項をまとめた。

これらを参考にして研究を実施することで，試験自体とその報告の質が高まり，読者に役立つ十分な情報を提供できるようになると考える。

キーワード　転倒予防，研究方法論，ランダム化比較試験，チェックリスト，非薬物療法評価試験

I　医学系研究を行う者の基本精神と遵守すべきルール

転倒を予防するための研究アプローチは多様ではあるが，ほとんどの場合，医学系研究と位置づけられる。医学系の研究手法で研究を行うとすれば，スタンダードとなっている指針や規則，またそれぞれの研究手法の作法を遵守しなければならない。

国際保健機構（World Health Organization: WHO）から出された，医学系研究者の倫理の大原則である「ヘルシンキ宣言（2013 年版）」[1) 2)] の基本精神（スピリット）をもつことが出発点である。医学雑誌編集者国際委員会（International Committee of Medical Journal Editors: ICMJE）から「Recommendations for the conduct, reporting, editing, and publication of scholarly work in medical journals（医学雑誌における学術研究の実施，報告，編集及び出版への推奨：2016 年 12 月改訂版）」[3)] が公表されている。この初版を基盤として日本版である「日本医学会の医学雑誌編集ガイドライン（2015 年 3 月版）」[4)] が策定されている。これには，「医学雑誌に掲載する研究の実施，報告，及びその他の問題に関する最良の実施方法と倫理基準を概説し，著者，編集者，及び査読や生物医学出版に携わる人を含む人々にとって，正確，明瞭，転載可能かつバイアスのない医学雑誌論文を作成・配布する助けになるような推奨」を示している。平易に記述するとしたら，「研究実施者はもとより，編集者，査読者などにおいて，研究において遵守すべき細かな基本ルールが記述されている」ということである。日本転倒予防学会誌（本学会誌）においても，2015 年 6 月にその詳細 [5)] が記載されている。さらに直近では，2017 年 2 月に一部改定版として「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（初版：2014 年 12 月 22 日文部科学省・厚生労働省告示第 3 号）」[6)] も公表されている。

連絡先：東京農業大学地域環境科学部　上岡洋晴
〒 156-8502　東京都世田谷区桜丘 1-1-1　東京農業大学世田谷キャンパス
TEL：03-5477-2587　FAX：03-5477-2625　E-mail：h1kamiok@nodai.ac.jp
受付日：2017.5.7　受理日：2017.5.11

大学院生も含め，これから研究を実施しようとする研究者や，既に研究を実施しているが，まだ前述の宣言・ガイドライン・指針を読んでいない研究者は，この機会に必読することを希望する。

Ⅱ　エビデンスの構築と研究デザイン

転倒予防に関する研究のほとんどは，直接的に人を対象として実施するだろう。それらを臨床研究・疫学研究と称し，適正に実施された研究の成果は1つずつの科学的根拠（エビデンス）となりうる。エビデンスには，「つくる：ランダム化比較試験（randomised controlled trial: RCT）などの1次研究」，「つたえる：システマティック・レビュー（SR）による1次研究の選択・吟味・統合・伝達」，「つかう：医療従事者，行政官や臨床ガイドライン作成者，製薬・医療機器の企業における開発者，各種の指導者など」[7]の3つの局面があることがよく知られている。

転倒予防の研究者は，「転倒を予防するためのエビデンスをつくる研究」に従事していることになる。1次研究は，研究デザイン別に，大きくはランダム化比較試験（randomised controlled trial: RCT），非ランダム化比較試験（Non-RCT）などの「介入研究」と，横断研究，ケース・コントロール研究，コホート研究からなる「観察研究」に分類することができる。

転倒予防の分野で行われている研究は，これらの研究デザインがほとんどだと考えられる。質の高い研究の計画・実施・報告となるように，そして透明性をもった明瞭で，簡潔な報告になるようにするために，研究デザインごとのチェックリストが公表されている。その一覧表が先行報告[5]に示されているので参考にするとよい。

本論では，介入研究の中でも，とくにRCTに限定し，報告方法も含めて研究方法論の質の向上のための解説を行うこととする。RCTに特化するがNon-RCTなどの他の介入研究においても，かなりの部分をカバーした内容になるので合わせて参考にしていただきたい。

Ⅲ　ランダム化並行群間比較試験における研究方法論

RCTには，並行群間比較試験（パラレル）と，クロスオーバー試験（クロスオーバー）とがある。前者向け（個人割付の場合）には，「CONSORT（Consolidated Standards of Reporting Trials）2010」[8) 9)]がゴールド・スタンダードのチェックリストとなっており，本学会誌でもRCTで実施の場合にはこれに準拠することが投稿の条件となっている。なお，クラスターRCTに関しては紙面の都合から本論では触れないこととする。

1．クロスオーバー試験の弱点とその対応

参加者数が少なくて済むという理由からランダム化クロスオーバーを行うことは少なくない。パラレルにおいてはCONSORT 2010声明や，各種介入タイプ別の拡張版のチェックリストが公表されているが，クロスオーバーについては公表されていない。RCTで行うのであれば，パラレルが望ましいので，今後も世界的にスタンダードとなるチェックリストは開発されないだろうと推察される。クロスオーバーの研究デザイン上の最大の欠点は，1期目の介入の結果を持ち越す「キャリーオーバー」の可能性があることが挙げられる。また，試験期間が長期になることによる参加者への負担（倫理面），具体例を挙げれば「パラレルなら12週間の介入期間で済むが，クロスオーバーならば倍の期間プラス，ウォッシュアウト期間も設けるので，24週間をはるかに超える期間，その研究のために参加者は拘束される」ということである。さらに，期間が長くなることによって参加者の身体機能の変化や，ドロップアウトが増えるなどの問題も生じやすくなる。

折笠[10]は，クロスオーバーのこうした問題を踏まえ，とくにキャリーオーバーを配慮した統計解析方法も含めた12個のチェック項目を紹介している（表1）。今後，このデザインで実施する予定の場合には大いに参考になるだろう。繰り返しになるが，可能であるならばパラレルでの実施が推奨される。

2．転倒予防のRCTの研究計画

すべての研究に通じることだが，「研究（論文）の質は研究計画（プロトコル）でほとんど決まる」と述べても過言ではないだろう。CONSORTスタイルに準拠しての研究計画版として，“Sandard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials”（SPIRITチェックリスト）[11) 12)]が開発されている。研究の「管理状況，イントロダクション，方法，倫理・普及，付記」の大項目からなり，33のチェック項目で構成されている。かなり詳細な情報を計画書に書き入れることを求めており，臨床試験登録（日本ではUMIN-CTR）の必須項目も近くこれがスタンダードになるだろう。

転倒予防のRCTにおいても，研究計画の中の一般事項についてはこれに準拠しておくことを推奨したい。

3．「非薬物療法評価試験」としての転倒予防介入

そもそもSPIRITやCONSORT2010は，スタンダードであるものの，いわゆるgeneral（一般項目）についての項目であり，主として薬剤による臨床試験などを想定している。そのため，薬剤以外，つまり非薬物療法評価試験としてのRCTの報告では，適切に対応できてい

表 1　クロスオーバー試験を報告する際の 12 個のチェックリスト（折笠，2016）[10]

1．クロスオーバー（crossover）という用語をタイトルに示したか？
2．クロスオーバーデザインを採用した根拠（rationale）を示したか？
3．デザイン（2 × 2 など）形を図で示したか？
4．ウォッシュアウト期間の記述をしたか，そして根拠を示したか？
5．例数設計の根拠を示したか（事前，あるいは事後パワー）？
6．Paired（within subject）analysis に基づいて治療効果を推定したか？
7．治療効果を評価するための統計手法を示したか？
　Paired t-test, Unpaired t-test, Wilcoxon test, Repeated ANOVA, Mixed model など
8．治療効果には推定値・検定結果に加えて，95% 信頼区間も示したか？
9．持ち越し効果の検討をしたか（検定を含め）？
10．時期効果の検討をしたか（検定も）含め？
11．初期値（baseline）を利用したか？
12．欠測値データの取扱いを示したか（除外，補完，多変量解析）？

（折笠秀樹．クロスオーバー試験の計画および解析．薬理と治療　2016；44：1261–1276．より転載。雑誌発行元のライフサイエンス出版から転載の許可を得た。）

ない特定の課題（specific challenges）もある。

例えば，非薬物療法は，手術，技術的治療（血管形成術），植え込み型デバイス（ペースメーカー），非植え込み型デバイス，リハビリテーション，理学療法，作業療法，行動療法，運動介入，心理療法，その他の統合医療など，幅広い治療・介入方法を含んでいる。転倒予防の介入も薬剤以外の介入が圧倒的に多いだろう。

CONSORT グループは，これらの介入の複雑性，ケア提供者の専門知識やスキル，およびブラインディング化の困難さなどの特有の問題により，深く対応できないという限界があり，それに対応すべく，「非薬物療法評価試験による CONSORT 拡張例」[13) 14)] のチェックリストを開発している。この解説 [15)] も出ているので，転倒予防介入ではこの基本的な考え方が参考になるだろう。ここでの転倒予防介入とは，薬剤以外の介入である運動，看護，介護，リハビリテーションと広く捉えることとする。

4．転倒予防の RCT のためのチェックリスト

非薬物療法評価試験におけるチェックリストは，前述のとおり CONSORT 拡張版がスタンダードである。しかし，個々の非薬物療法としては，特異な介入手法であることがほとんどであり，このチェック項目の記載が必要十分条件とはいえない。したがって，転倒予防における研究の質（報告の質も含む）を高め，試験内容の透明化を図るために転倒予防研究独自のチェックリストが必要である。

そこで，「CONSORT 2010 チェックリスト」[8) 9)]，「SPIRIT チェックリスト」[11) 12)]，「非薬物療法評価試験の CONSORT 拡張例」[13) 14) 15)] および「折笠が推奨する 15 チェック項目」[16)] を基盤としながら，良質な転倒予防介入の RCT の計画・実施・報告のために，重要と考えられる事項を表 2–1，2 にまとめた。表の中の＃番号は，基本的に CONSORT 2010 の番号に対応するようにし，転倒予防に特化した例示や，特に注意を要する点の解説を行った。これは研究方法論としての推奨ではあるものの完成形ではない。チェックリストとしての有用性にはさらなる検討の余地があり，多くの研究者からのアドバイスを取り入れながら充実を図ることを希望している。したがって，CONSORT グループのチェックリストの開発と同様に，建設的な批評を大いに歓迎する。

5．利益相反とオーサー・シップ

利益相反に関する記述は，論文の結果を解釈する上で極めて重要である。とくに公表された時期が古い論文は利益相反に関する記載が少ない。実際に日本において利益相反の考え方が広まったのは 2000 年以降であり，2004 年文部科学省主催のパネルディスカッション「臨床研究・臨床試験における利益相反への対応」が皮切りとなり文部省委託調査などが進められ，2010 年に日本医学会から「医学研究の COI マネージメントに関するガイドライン」[17)] が出された。

津谷 [18)] は，「sponsor（スポンサー）」という用語概念の曖昧さや誤用の問題を指摘し，正しい使い分けを強調している。2015 年 2 月 18 日に日本医学会定例評議会（日本医学会内の雑誌編集者組織委員会と利益相反委員会の提案）において承認され，用語は，「sponsor（主宰者）」，「funder（資金提供者）」，「fund（資金，資金提供する）」とされることになった。今後は，転倒予防に関する研究においても論文中に，「主宰者」，「資金提供者」そして「著者」の 3 つのポイントを正しく記述することが重要である。

表 2–2 の利益相反に関して記述すべき主なポイントを示した。資金や運動機器・資材などの物質的な提供があった場合，著者に当該企業の関係者が含まれている場合，読者がそうした事実を踏まえて研究全体を把握できるようにすることが必須である。

「オーサー・シップ（著者資格）」[3) 4)] についても研究

表 2-1　転倒予防のランダム化並行群間比較試験でとくに記載すべき重要な項目

章	No.	チェック項目（補足説明）
タイトル	# 1a	転倒予防の介入概要，ランダム化並行群間比較試験盲検化あるはオープンの情報を記載 研究デザイン，介入内容，盲検化が瞬時にわかるようにする。
抄録	# 1b	目的，方法，結果，結論が簡潔な構造化抄録 方法では PICOS（参加者，介入内容，比較対照，アウトカム，研究デザイン）を明確にし，結論は得られた結果から慎重に記載する。
緒言	# 2a	科学的背景・論拠として先行研究における情報と未発見情報を明確にしたリサーチクエスチョンを記載 先行研究の羅列だけでは不十分であり，それぞれの介入の益と害も含めて，当該研究の着眼に至った論拠を述べる。
	# 2b	1 研究仮説に基づく研究目的を簡潔に記載 多重仮説ではなく，仮説を 1 点だけに絞り，簡潔に目的を記載する。1 研究に複数個の研究目的が存在する論文が散見される。
方法	# 3a	研究デザイン（Study design: S）の記載 ランダム化並行群間比較試験である説明を明確に行う。
	# 4a	参加者（participants: P）の適格基準・特性を記載 性・年齢・基礎疾患・その他心身の特性を記載する。得られた結果から他の場所で実施するような外的妥当性（一般化可能性）を考える場合に重要な情報となる。
	# 4b	データが収集されたセッティングの記載 病院・施設・地域の母集団や，それ自体の特性に関する情報を記載する。
	# 5	介入内容（Intervention: I）の記載 再現可能となるような詳細な介入方法を明記する。介入期間の日付も明記する。転倒予防の介入の多くはシンプルな薬剤とは異なり，運動自体や運動機器・用具などを組み合わるなど，複雑化していることが多い。それらの情報を図を 1 つ用いて，より豊富な情報を提供する必要がある。さもないと，後に続く研究や，実際に転倒予防にその介入を取り入れようとする者が再現できない。もし，web 上に同介入を動画化したものが存在するとすれば，その URL を記載することも推奨される。さらに介入者（ケアプロバイダー）のスキルや指導経験も関与する可能性があるため，それらについても記載しなければならない。機器の場合には，機器の名称・品番・社名，その開発に至った研究の状況，例えば信頼性と妥当性などを記載する。
	# 6a	アウトカム（Outcome: O）の記載 主要と副次アウトカムは明確に分ける。主要は 1 つだけにする。副次アウトカムはあくまで追加に過ぎず，主要アウトカムに関連してその有効性を付随的に説明する程度の位置づけである。主要アウトカムが有意ではなく，副次アウトカムが有意だった場合には，その介入はその時点で有効だったとはいえない。また，主要アウトカムと定めずに，探索的に複数のアウトカムを羅列して，有意であった項目を理由にその有効性を述べるような多重検定として問題のある論文が散見される。多重性を考慮しないままで得られた結果を直接結論に反映すると，第 1 種の過誤（擬陽性，α エラー）のある試験結果となる。たとえば，有意水準を 5% とするならば，類似したアウトカムの検定を仮に 20 回繰り返すとしたら，1/20 であるので偶然に有意となるという確率を意味している。このように多項目アウトカムでの検定にはとくに注意が必要である。これを防ぐためには，主要アウトカムを 1 つに絞り込むことが重要である。評価項目を複数セットしなければならない場合には，第 1 種の過誤を調整するボンフェローニの補正などを行って判断を下す必要がある。
	# 6b	試験開始後のアウトカムの変更とその理由を記載 臨床試験登録のプロトコル通りに実施すべきである。そうでないと，評価結果をみてから副次アウトカムを主要アウトカムと置き換えるなど，有効とする結果を導き出すような後付けは「選択的アウトカム報告」として問題となる。もし，どうしても変更を余儀なくされた場合にはその変更点と理由を明確に記載する。
	# 6c	比較対照（Comparison: C）の記載 再現可能になるような詳細なコントロール群への対処方法の情報を記載する。コントロール群への対応が，一般的な治療だけとするような場合にはそのことを正確に記載する。別な既存の介入方法をコントール群にもちいるのであれば，その内容を詳細に記載する（# 5 と同様）。
	# 7a	症例数（サンプルサイズ）設定の根拠を記載 症例数をどのように（エフェクトサイズ，α，β など）設定したかを記載する。症例設定がなく，単に参加者は＊＊例だったという論文も散見され，これでは得られた有意差のもつ意味が不明である。
	# 8	ランダム割振りの方法記載 例えば，＊＊例をランダムに割り振っただけの記載の論文が散見される。誰が，どのような方法（例，コンピュータジェネレーター）で割振りをしたかなどの詳細を記載する。また，割振りのタイプとして性・年齢ごとにブロック化したかどうかや，そのサイズも記載する。

この表は「CONSORT 2010　チェックリスト」[8) 9)]，「SPIRIT チェックリスト」[11) 12)]，「非薬物療法評価試験の CONSORT 拡張例」[13) 14) 15)]，「折笠が推奨する 15 のチェック項目」[16)] を参考にして作成した。

表 2-2　（続き）

章	No.	チェック項目（補足説明）
方法	# 11	ブラインディングの種類の記載 シングルかダブルブラインディングかを記載する。ブラインディングされていない場合にはオープン試験であることを明記する。誰がどのようにブラインディングされたか？参加者に対して，介入実施者に対して，アウトカム評価者に対して，解析者に対してなどを明確にする。
	# 12	統計学的手法の記載 主要・副次アウトカムの群間比較に用いられた手法を明記する。またサブグループ解析や調整回帰のような追加的解析の方法も明記する。ただし，主解析で有意ではなかったが，後付け的に実施した追加的解析の結果が有意になるような操作は行ってはならない。こうした後付け解析を防ぐためにも，臨床試験登録のプロトコルに追加的解析も先に記載すべきである。偽陽性を導くことを防ぐ意味でも，群内検定は行うべきではなく（不要），あくまで仮説は介入による群間差であるはずなので，群間比較のみが結果のポイントであることを理解する必要がある。
結果	# 13,14	試験の流れ図を記載 参加者の募集期間から試験終了までの流れをフローチャートにするとともに，介入の期間及び日付，評価日の日付も記載する。ドロップアウトや除外者，追跡不能者が出た場合には，その理由を明記する。
	# 15	ベースラインデータの記載 参加者の両群間のベースラインデータを有意確率で示す。もし，差異があった場合には群間均衡性の欠如，つまりランダム・コントロールができていないことを意味するが，どのように解釈すればよいかを記載する。
	# 16	解析された人数と解析の種類を記載 割付け時と最終解析時（中間解析をしていればそれも）の人数を明記し，Intention-to-treat（ITT）解析なのか，Full analysis set（FAS）解析なのか，Per Protocol Set（PPS）解析なのかを明記する。割り付けの人数だけで，以後の人数が図表に記載していない論文が散見される。いずれの解析なのかによって結果の解釈は異なるので，解析方法も明記する。
	# 19	害の記載 有害事象などがあった場合には詳細を記載する。例えば，介入の歩行実施中に転倒したが，外傷がなかった場合にも事実どおりに記載する。その研究を参考にして，介入や転倒予防指導を行う際に，生じるであろうリスク管理に重要な情報となる。
考察	# 20	研究の限界の記載 項目をつくり，箇条書きで当該研究の弱点を示す。とくにバイアスリスクについて明確に記述する。ここは，淡々と弱点を記載すべきところだが，すり替えるかのように今後の課題というような書きぶりになっている論文が散見される。
その他	# 23,24	臨床試験登録（プロトコル）の記載 臨床試験登録の名称と登録番号を明記する。登録番号が抜けている論文が散見される。ただ登録すればよいということではなく，SPIRIT のように十分な情報を含んだプロコトル，つまり国際標準に適合した登録が必要である。
	# 25	資金提供者，その他の支援者の役割の記載 資金提供者は，単に研究費提供者という意味だけでなく，薬剤・運動機器・資材の提供なども含まれる。研究の中でどのような役割を果たしたかを記載する。
追加事項	# A	実施施設内倫理審査委員会（IRB）の承認の記載 もし企業が実施するのであれば，企業内の倫理審査委員会の承認に加え，実施施設側倫理審査委員会の承認を受ける必要がある。大学・病院などの研究機関で直接実施する場合には所属の IRB の承認が必須である。所属機関で IRB がない場合には IRB を有する機関に審査を依頼する必要がある。論文中に未記入が多いのが，承認番号である。問い合わせがすぐにできるように明記しなければならない。
	# B	受託臨床試験施設（CRO）の情報の記載 もし CRO に委託した場合にはその情報を記載する。
	# C	利益相反の正確な記載 （とくに企業との関係・協力で実施した研究では，それらの詳細な情報を報告する必要がある。） 1）A 企業から研究費の提供を受けた，A 企業から無償で運動機器・資材の提供を受けたなど，資金面は必須である。 2）試験は B 企業が主宰したなど，主催者側の情報も必須である。 3）著者 HK は D 企業の社員である，というように関与を明確にする。 4）著者 HK は D 企業から国際学会の交通費を得たとか，広告掲載のための監修料を得たなどということもその旨記載する。

この表は「CONSORT 2010　チェックリスト」[8) 9)]，「SPIRIT チェックリスト」[11) 12)]，「非薬物療法評価試験の CONSORT 拡張例」[13) 14) 15)]，「折笠が推奨する 15 のチェック項目」[16)] を参考にして作成した。

表 3　著者資格の基準（文献 4 より転載）

1．研究の構想もしくはデザインについて，またはデータの入手，分析，もしくは解釈について実質的な貢献をする。
2．原稿の起草または重要な知的内容に関わる批判的な推敲に関与する。
3．出版原稿の最終承認をする。
4．研究のいかなる部分についても，正確性あるいは公正性に関する疑問が適切に調査され，解決されるようにし，研究のすべての側面についての説明責任があることに同意する。

着手前に確認する必要がある。実質的に関与していたにも関わらず，例えば，企業関係者が著者のひとりに入っていると都合が悪いなどの理由で，意図的に著者から外すことは，「ゴースト・オーサー」と称され研究不正となる。反対に実質的に研究に関与していないのに，著者として名前を載せることも研究不正となりうるので注意が必要である。これは「ギフト･オーサー」と称される。所属の上司・ボスである，同僚であるというだけでは著者資格はない。日本医学会医学雑誌編集者ガイドラインには著者資格の 4 つのポイントが示されている（表 3）。

より簡易に要約すると，「研究の計画・実施・論文執筆のすべてのプロセスに直接的に関与し，批判的吟味や推敲も行い，当該研究に責任を負うことができる者」[19] と述べることができるだろう。著者資格にまでは到達してはいないものの，研究に協力してくれた者の名前は，論文の最後に謝辞の欄を設けてそこに一括して記入することが原則である。このように著者と研究協力者を明確に区分しなければならない。

いずれにしても，これらも臨床試験登録で研究チームとしての各共同研究者の役割を事前に明確化しておくことが重要である。

Ⅳ　機能性表示食品と転倒予防

日本では，2015 年 4 月から機能性表示食品制度が導入され，2017 年 3 月末時点で 800 を超える届出がなされている。「血圧が高めの方へ」とか「体脂肪が気になる方へ」など多様な健康増進を標榜する機能性がパッケージ化されている。「移動能力の維持」を謳う届出もなされるようになり，高齢者側からすると，間接的に転倒の予防につながると解釈されうるものもある。さらには，将来的には「転倒を防ぎたい方へ」という直接的な表現がなされる可能性もある。それらのエビデンスが十分であるのか，本学会関係者は注視する必要があることが指摘 [20] されている。

この制度は特定保健用食品のような国の承認型とは異なり，あくまで企業などからの届出型だが，安全性はもちろん，有効性の根拠資料を消費者庁に提出することが必須となっている。有効性に関しては，「RCT などの臨床試験」または「研究レビュー：実質的にシステマティック・レビュー（SR）のこと」において，“totality of evidence” の観点から有効と判断される場合に限り届出が可能となっている。この制度で届出された SR の研究方法論的な質評価を実施した研究 [21]，SR の報告方法に関する消費者庁の検証事業報告書 [22] において，それぞれ質の高いものと低いものが混在していることが報告されている。

そもそもある食品が本当に有効であるかどうかは，1 次研究としての RCT に遡り，バイアスリスクを厳密に評価しないと言及することはできない。転倒予防分野においても，改めて食品における RCT が厳密に実施されなければならない。転倒予防を想定すれば，機能性表示食品であるがゆえに，臨床試験ではサプリメント形状のものが多いと考えられる。そうすると前述の RCT のチェックリストの介入欄では，介入（実食品）・コントロール（プラセボ）の「識別不能性」についても重要な要素となり，「形状（剤形）」，「性状（におい，味などについて）」も明記する必要が出てくる。

転倒予防に関する研究は，運動，看護，介護，リハビリテーション，そして薬剤などを中心とした介入から食品にも広がる可能性があり，それぞれに応じた適正な試験が実施されるとともに，研究の限界はありつつも，バイアスの少ない良質の研究報告が望まれる。

Ⅴ　利益相反

＜官庁との関係＞

著者 HK は，消費者庁（みずほ情報総研株式会社受託）「『機能性表示食品』制度における機能性に関する科学的根拠の検証－届け出られた研究レビューの質に関する検証事業」のワーキング・グループ委員として参画し，その謝金を得た。

＜企業との関係＞

著者 HK は，カゴメ株式会社，株式会社ファンケル，味の素ゼネラルフーヅ株式会社，森下仁丹株式会社，富士フイルム株式会社における機能性表示食品の届出を目的とした SR 作成の指導・監修を行い，その謝金を得た。

附記

本論は，日本学術振興会科学研究費助成事業「平成 29 年度基盤研究 C，研究代表者：上岡洋晴，研究課題：システマティック・レビューによる「機能性表示食品」の有効性評価方法に関する研究」（課題番号 17K00885）

の一環として執筆した。

参考文献

1）World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki Ethical Principles for medical research involving human subjects. JAMA published online October 19, 2013. Available from ＜http://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/1760318＞. Accessed 2017-03-27.

2）日本医師会訳．ヘルシンキ宣言　人間を対象とする医学研究の倫理的原則．入手先＜http://dl.med.or.jp/dl-med/wma/helsinki2013j.pdf＞　参照 2017-3-27.

3）International Committee of Medical Journal Editors. Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals Updated December 2016. Available from ＜http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf＞. Accessed 2017-3-27.

4）日本医学会日本医学雑誌編集者会議．医学雑誌編集ガイドライン 2015 年 3 月版．入手先＜http://jams. med.or.jp/guideline/jamje_201503.pdf＞．参照　2017-3-27 .

5）上岡洋晴．転倒予防に関する研究報告の質を高めるためのチェックリスト．日本転倒予防学会誌　2 (3)：3-8，2015.

6）文部科学省・厚生労働省．人を対象とした医学系研究の倫理指針．入手先　＜http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10600000-Daijinkanbouko useikagakuka/0000153339.pdf＞．参照　2017-3-27.

7）津谷喜一郎．　EBM におけるエビデンスの吟味．Therapeutic Research. 24：1415-1422，2003.

8）Moher D, et al. CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. BMJ 2010；340：c869.

9）津谷喜一郎ほか訳．CONSORT 2010 声明：ランダム化並行群間比較試験報告のための最新版ガイドライン．薬理と治療 38：939-949，2010.

10）折笠秀樹．クロスオーバー試験の計画および解析．薬理と治療　44：1261-1276，2016.

11）Chan A-W, et al. SPIRIT 2013 Statement: Defining standard protocol items for clinical trials. Ann Intern Med 158：200-207，2013.

12）折笠秀樹ほか訳．SPIRIT 声明 2013：臨床試験における標準的なプロトコルの定義．薬理と治療 2017 .（報告予定）

13）Boutron I, et al. Extending the CONSORT Statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. Ann Intern Med. 148：295-309，2008.

14）上岡洋晴ほか訳．CONSORT グループの方法とプロセス：非薬物療法評価試験のための拡張例（2008 年 11 月），中山健夫・津谷喜一郎編著，臨床研究と疫学研究のための国際ルール集　Part 2，ライフサイエンス出版，東京，pp.70-78，2016.

15）上岡洋晴ほか．ランダム化並行群間比較試験報告のためのガイドライン：とくに薬剤以外を対象とする場合の考え方．医学のあゆみ．254：1136-1140，2015.

16）折笠秀樹．臨床試験を報告するための指針－CONSORT 声明に準拠して論文を執筆するための 15 項目．薬理と治療　45：339-344，2017.

17）日本医学会臨床部会利益相反員会．医学研究の COI マネージメントに関するガイドライン．入手先＜http://jams.med.or.jp/guideline/coi-management.pdf＞参照　2017-3-29 .

18）津谷喜一郎．システマティック・レビューと臨床試験登録制度とスポンサー．薬理と治療　2015；43：627-631.

19）上岡洋晴．コピペしないレポートから始まる研究倫理．ライフサイエンス出版，東京，p.63-65，2016.

20）上岡洋晴．食品の新たな機能性表示制度と転倒予防：本学会の基本姿勢への意見．日本転倒予防学会誌　1 (3)：51-52，2014.

21）Kamioka H, et al. Quality of systematic reviews of the foods with function claims registered at the Consumer Affairs Agency website in Japan: a prospective systematic review. Nutr Res 40：21-33，2017.

22）消費者庁（みずほ情報総研株式会社受託）.「機能性表示食品」制度における機能性に関する科学的根拠の検証－届け出られた研究レビューの質に関する検証事業　報告書．入手先　＜http://www.caa.go.jp/foods/pdf/food_with_function_report_0001.pdf＞．参照 2017-3-30.

Editorial

Methodology of an Intervention Study in the Field of Fall Prevention: a Focus on Randomized-Controlled Trials

Hiroharu KAMIOKA

Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture
Japanese Journal of Fall Prevention Editorial Board, Editor-in-Chief

Abstract

This paper describes points to note when conducting intervention studies, especially randomized controlled trials, on fall prevention.

General information is also provided on basic requirements for an investigator to engage in medical research, including rules to observe, considerations in research design, methodological aspects of a controlled trial for non-pharmacological treatment, conflicts of interest and authorship, and association between foods with function claims and fall-prevention intervention. Priorities for appropriately designing, conducting and reporting data in a randomized controlled trial were compiled by referring to the CONSORT 2010 checklist, the SPIRIT checklist, the extended CONSORT checklist for trials with nonpharmacologic treatment, and the 15 check items recommended by Prof. Origasa.

Conducting studies by adhering to these points will improve the quality of trial and reporting, which will lead to the provision of sufficient and useful information to readers.

Keywords fall prevention, research methodology, randomized controlled trial, checklist, nonpharmacologic trial

Corresponding author：Hiroharu KAMIOKA, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture
1-1-1 Sakuragaoka, Setagaya-ku,Tokyo,156-8502 , JAPAN.
TEL：+81 35477 2587 FAX：+81 35477 2587 e-mail：h1kamiok@nodai.ac.jp
Received：May 7, 2017 Accepted：May 11, 2017