市街地の在宅老年者における転倒の予測因子

朝田 隆 木之下 徹*

＜要 約＞ 市街地の個人住宅に居住する平均年齢 73.8 ± 7.3 歳の103名を対象に1年間にわたって転倒発生を前向きに調査した。調査開始時にインタビュー、心身機能検査、血算・生化学・心電図検査を行い、さらに服用薬剤を確認した。また特に平衡機能に注目して開眼直立姿勢で重心動揺の測定を行った。以後2カ月ごとに手渡しした記録帳をもとにした本人の陳述により転倒発生の有無を確認した。

この結果1年間に発生した転倒は54件、このうち3件が骨折に至り、年間2回以上転倒した者は14名であった。ロジスティック回帰分析により年間2回以上転倒した者に寄与する要因を検討した。この結果、調査開始時に測定した項目のうち「転倒の既往」、「単身生活でないこと」、「つぎ足歩行の拙劣」が転倒発生を予測する因子として指摘された。また重心動揺と転倒の関係については、重心動揺の測定値は将来の転倒を直接には予測しないことが示唆されたが、重心動揺の面積の測定値には転倒の既往が説明力をもっていることが明らかとなった。

Key words: 転倒, 在宅老年者, 前向き調査, 重心動揺計, ロジスティック回帰分析

緒 言

転倒により高齢者にもたらされる身体的・心理的な影響の重要性は今や広く認識されつつある¹⁾²⁾。主として欧米諸国でなされた従来の報告により、医学的・疫学的な要因を中心に多くの転倒危険因子が指摘されてきた。わが国でも既に優れた研究³⁾⁴⁾が発表されているが、現時点では報告数は多くない。また従来の報告にはレトロスペクティブな方法によったものが多い。しかし、転倒研究における最も重要な問題のひとつに転倒に関する情報の正確さがある⁵⁾。この問題に対処するにはプロスペクティブな方法が望まれる。

また、こうした転倒の研究報告の中に、転倒発生に重要な関与をする平衡機能に注目して、重心動揺の計測値と転倒発生の関連を検討したものがある^{6)~8)}。しかし、転倒の危険因子とされるもののうち何が重心動揺の測定値に影響しているのかという臨床的に重要な問題を検討したものは少ない。さらにこうした報告の多くは施設居住者を対象としており、レトロスペクティブな調査によるものである。

そこで市街地の在宅老年者を対象に、調査開始時に従来報告されている様々な危険因子の評価に併せて重心動揺を測定し、転倒発生をプロスペクティブに調

査した。

対象および方法

対象は甲府市の中心部である丸ノ内地区の個人住宅に居住し、自立歩行が可能な55歳以上のボランティア103名である。

A: 転倒発生に関わると考えた要因を評価するために調査開始時にインタビュー、身体機能の検査、精神機能の検査、血算・生化学・心電図検査と重心動揺の測定を行った。詳細は別の報告に記した⁹⁾が、要点を表1に示す。なお、調査開始の時点で服用している薬物については、筆者が各対象を訪問し、各薬剤の商標を確認することで薬剤名を同定した。

B: 重心動揺は平衡機能測定装置/MPS-1101 (NEUROCOM INTERNATIONAL INC.)を用いて測定した。被験者は検出台の上で素足となり、両足を平行に6cm離して開眼直立姿勢で2m前方で眼の高さに置かれた標的を40秒間見つめた。サンプリング時間は33msecで検出台に起立した10秒後から30秒間の動揺を測定した。コンピュータ処理により、軌跡長、動揺の面積(最大前後径と最大左右径の積)を算出した。

測定値のテスト・再テスト信頼性の無作為に10名を選んで動揺を2度測定してPearson積率相関係数を算出することで検討した。

C: 転倒とは、「卒中や失神など身体的要因や災害に

T. Asada: 山梨医科大学精神神経医学講座

* T. Kinoshita: 山梨医科大学保健学第II講座

受付日: 1994. 2. 21, 採用日: 1994. 3. 24

表 1 調査開始時に検討した項目

年 齢
性 別
家族構成
認知機能検査：長谷川式簡易知能評価スケール ¹⁰⁾
服用薬剤
総数
睡眠・抗不安剤
循環器用剤（降圧剤，利尿剤，強力剤，その他）
BMI（体重/身長 ² ，kg/m ² ）
ADL 検査：Barthel index ¹¹⁾
歩行能力評価：走りや階段の昇降が可能な者は良，そうでない者を不良
ロンベルグテスト
つぎ足歩行：左右交互に10歩の歩行をして3回以上の乱れがあれば不良
過去1年間の転倒既往
下肢や足の障害：片マヒ，変形性膝関節症，Parkinson 症候群などによる器質的障害
視力
心電図所見：不整脈，陳旧性心筋梗塞，冠硬化などがあれば異常
栄養状態：血清蛋白 ≤ 6.0 g/dl，血清アルブミン ≤ 3.5 g/dl のいずれかがあれば不良
貧血：赤血球数 $\leq 350 \times 10^4$ ，ヘモグロビン値 ≤ 11.0 g/dl，ヘマトクリット値 $\leq 35\%$ のいずれか1つでもあれば貧血あり
重心動揺測定：軌跡長
面積（最大前後径 $\times$ 最大左右径）

よらず，意図せず足底以外の身体が地面や床などに付いた状態」と定義した。

調査開始の時点から2ヵ月ごとに，地域の公民館で集会を催し，転倒発生の状況を聴取し起立による変化も含めて血圧の測定を行った。欠席した者に対しては，筆者が可及的速やかに訪問し聴取・測定した。さらに，転倒に関する情報の正確度を高めるために各対象に転倒記録帳を手渡して記入を依頼し，集会の際に持参してもらった。

D：重心動揺の測定結果の検討は，この値を外的基準とし，調査開始時に評価した項目を説明変数とする重回帰分析により行った。

E：1年間の調査結果の解析にあたっては，従来の報告にならい年間2回以上転倒した者を「転倒者」，1回のみまたは無しの者を「非転倒者」とした。まず危険因子として測定した各要因と重心動揺の測定結果について，Unadjusted Odds Ratio と95%信頼区間を算出した。そして「転倒者」であることを外的基準に，転倒危険因子と重心動揺の測定結果を説明変数として Forward logistic regression 解析を行った。

F：開始時点でのみ測定した他の要因とは異なり，調査期間中に6回行った起立による変化を含めた血圧測定の結果は説明変数に入れなかった。これは Student t 検定により別に検討した。

以上の統計処理は SAS コンピュータパッケージにより行った。

成 績

A：調査開始時点での危険因子測定結果

これを参加者の基礎的資料とともに表2に示す。また各要因について，1年後に，対象および方法のEで定義した「転倒者」であったことに関して，Unadjusted Odds Ratio と95%信頼区間とを同表中に併記した。

B：動揺測定値とテスト・再テスト信頼性

開眼直立姿勢，33msec のサンプリング時間による30秒間の測定で，軌跡長は $1,287 \pm 270$ mm (mean $\pm$ SD)であり，面積については $1,190 \pm 660$ mm²であった。

10名の対象で行ったテスト・再テストの相関係数については軌跡長で0.80，動揺の面積で0.78であり，いずれも $p < 0.01$ で信頼性が確認された。

C：調査を終了した対象と転倒発生の状況

調査期間中に2名が死亡し，1名が施設に入所した。これらの3名はいずれも，それぞれの最終調査までに2回以上転倒していた。そこでこの3名は「転倒者」として解析の対象に含めた。したがって解析の対象数は103名である。発生した全転倒数は54件であり，このうち3件が骨折に至った。「転倒者」は14名であった。

D：重心動揺に寄与する要因

表2 調査開始時の検討結果とそれらの転倒への危険率

N=103	測定値	Unadjusted Odds Ratio (95% CI)	
年齢 (歳)	73.8±7.3 (55~91)	≤65 yr	1
		65≤ <75	1.1 (1.0-1.2)
		≥75	1.1 (1.0-1.3)
女性	71%		1.1 (0.5-2.4)
独居	13%		0.3 (0.0-2.5)
長谷川式 (32.5点満点)	27.8±5.4	≥30	1
		<30	1.5 (1.0-2.2)
服用薬剤			
総数 (数)	2.6±2.6	0≤ <5	1
		5≤ <10	1.7 (0.9-3.8)
		10≤	1.0 (1.0-1.2)
睡眠・抗不安剤(数)	0.3±0.5		2.9 (1.4-6.1)
循環器用剤(数)	0.6±0.8		1.1 (0.6-2.2)
BMI (kg/m ²)	22.6±3.1	≤15	1
		>15	1.0 (1.0-1.1)
Barthel index (100点満点)	97.7±3.6	≥90	1
		<90	6.2 (0.4-105)
歩行不良	19%		2.9 (0.8-9.7)
ロンベルグ陽性	6%		8.7 (1.6-47.5)
つぎ足歩行不良	34%		3.3 (2.1-5.3)
転倒既往あり	20%		10.2 (4.7-21.5)
下肢・足の障害あり	26%		1.7 (0.8-3.7)
視力	0.5±0.3	≥1.0	1
		1.0> ≥0.5	1.1 (1.0-1.2)
		<0.5	1.2 (1.0-1.4)
心電図異常あり	24%		1.5 (0.7-3.5)
栄養状態不良	12%		2.0 (0.6-6.2)
貧血あり	22%		0.9 (0.3-2.7)
重心動揺測定値			
軌跡長 (mm)	1287±270		1.1 (0.9-1.4)†
面積 (mm ²)	1190±660		1.0 (1.0-1.1)‡

† ‡はともに値が100上昇するごとの比を示す

軌跡長と動揺の面積についての最終結果を表3に示す。いずれの測定値についても加齢の寄与が示されているが、軌跡長と動揺の面積に寄与する要因は両者でかなり異なる。なお軌跡長と動揺の面積間の相関係数は0.53 ($p<0.0001$)である。

E: 「転倒者」であることに寄与する要因

これを表4に示すが、最終的に調査開始の前1年以内に転倒の既往があること、同居家族があること、つぎ足歩行が拙劣であることが明らかになった。しかし重心動揺の測定値は最終結果に残らなかった。なお最終モデルによる感受性は60.0%、特異性は95.5%であり、このモデルにより全対象の90.3%を正しく識別できた。

F: 「転倒者」と「非転倒者」の血圧比較

6回血圧測定をした結果、mean±SDは、収縮期血

表3 重心動揺値に寄与する要因：重回帰分析による最終モデル

A 軌跡長 N=103			
	偏回帰係数	標準誤差	p値
切片係数	148.0	33.1	0.0001
BMI	- 3.5	0.7	0.0001
年齢	1.0	0.3	0.0017
循環器用剤	- 5.8	2.7	0.0339
同居家族あり	-10.8	6.1	0.0780
栄養状態不良	-11.7	6.8	0.0895
R-square: 0.37 F値: 11.6 p<0.0001			
B 面積 N=103			
	偏回帰係数	標準誤差	p値
切片係数	-23.7	15.9	0.1395
年齢	0.7	0.2	0.0023
転倒既往	8.7	4.1	0.0340
R-square: 0.15 F値: 8.7 p=0.0003			

表4 転倒予測要因 (Forward Logistic Regression Analysis による)

	偏回帰係数	標準偏回帰係数	標準誤差	p 値
切片係数	7.1		1.8	0.0001
転倒既往	3.9	0.8	0.9	0.0001
つぎ足歩行拙劣	2.4	0.6	0.9	0.0103
同居家族あり	2.9	0.6	1.4	0.0366

最終モデルにより全対象の90.3%を正しく識別。感受性は60.0%, 特異性は95.5%。

(mmHg) について「転倒者」で 141 ± 16 , 「非転倒者」で 143 ± 17 , 拡張期圧(mmHg)は 75 ± 8 , 72 ± 9 であった。起立による20mmHg 以上の収縮期圧の低下観察回数は 1.1 ± 1.1 , 0.9 ± 1.1 であった。いずれの項目についても両者の間に有意差は認められなかった。

転倒と重心動揺の関係について以上の結果は「転倒の既往は重心動揺の面積を説明するが、動揺の軌跡・面積とともに将来の転倒を直接には予測しない。しかし転倒の既往は将来の転倒を予測する。」とまとめられよう。

考 察

今回得られた結果のうち転倒発生の頻度に関しては、従来の在宅調査として最も大規模と思われる報告¹²⁾における発生頻度とほぼ類似していると考えられる。この報告によれば、対象とした概して健康な65歳以上の2,357名において、年1回以上転倒した者が28%, 「転倒者」は13%であった。

また転倒を予測する因子として指摘されたもののうち、転倒の既往、つぎ足歩行の拙劣については従来にも危険因子と指摘した報告がある^{12)~14)}。しかし、「同居家族があること」を転倒の危険因子とした報告は我々の知り得た限りでは存在しなかった。この結果については家族構成そのものの寄与とは考えにくい。むしろ転倒が少なかった単身生活者に付随する何らかの要因の反映である可能性がある。そこで「同居家族があること」とその他の測定因子との相関係数をみた。しかし、最終モデルに残った転倒の既往、つぎ足歩行の拙劣を含めて他の測定因子との間に有意な相関を認めなかった。

したがって今回測定していない要因、例えば日常生活上の用心深さなどが転倒予測因子としての家族構成に関わるのかもしれない。また家族が転倒の既往などにより、その老人は転倒等事故の危険性が高いと判断して、これを見守り保護するために同居している可能

性もある。

なお最終モデルには残らなかったが、表2に示されるように睡眠・抗不安薬の服用、ADLや歩行能力またロンベルグテストといった項目のオッズ比は高値である。こうした要因の重要性は多くの従来の研究が報告している^{12)~15)}。したがって、実際の転倒予防の立場からはこれらの要因はやはり重視すべきものと考ええる。

重心動揺の測定値については、測定機種・方法は異なるが、渡辺¹⁶⁾は1,024名において閉眼直立姿勢で50 msecのサンプリング時間で51秒間測定した結果として、40~59歳での基準値として軌跡長で960mm (720~1,200), 面積で630mm² (310~950)としている。さらに、Motta ら¹⁷⁾の報告によると65~74歳では54歳以下との比較で軌跡長は約1.3倍、面積は約1.5倍とされる。こうした結果を考慮すると今回の測定値はおおむね妥当なものと考えられる。

重心の動揺と転倒の関係については、単変量解析によるレトロスペクティブな調査により直立静止状態での測定値と転倒の既往とを検討した報告^{6)~8)}は、概して両者間に有意な関連があるとしている。本研究は、重心動揺の測定値を転倒の危険因子との関係から多変量解析により検討した点に一つの特徴をもつ。この結果、動揺の面積に対して、従来から知られている加齢^{6)~8)17)}の他に転倒の既往の寄与が明らかになった。これは重心動揺と転倒の既往との関係を確証的に示す結果と考えられる。

このように転倒の既往は重心動揺に寄与するばかりでなく、将来の転倒を予測する因子でもあった。また重心動揺の面積測定値は転倒発生と有意に相関 ($r=0.23$, $p=0.019$) したが、ロジスティック回帰分析では重心動揺の計測値は直接的な転倒の予測因子とならなかった。

転倒予測因子としての重心動揺に関して、視聴覚機能や知覚機能の測定とともに重心動揺を測定し、これらと調査開始から1年間の転倒発生の関係を検討した報告¹⁸⁾がある。これは閉眼直立静止状態の重心動揺は転倒者と非転倒者の間で有意に異なるが、開眼状態でのそれには有意差が無いとしている。また、高齢者の様々な平衡機能についての報告をレビューしたHorak ら¹⁹⁾は、転倒を予測する要因としての重心動揺、少なくとも直立静止状態の測定値についてはこれを疑問視している。さらに近年では、重心動揺による転倒の予測性を検討する上ではバランス保持機能への負荷をかけた状態で動揺を測定すべきとする意見があ

る²⁰⁾。

一方 Maki ら²⁰⁾は高齢の転倒既往者では、コントロールとした転倒既往の無い者より重心動揺が大きいことを報告している。そして転倒の既往があればその後遺症が重心動揺値に反映されるが、転倒危険性は高くても転倒既往の無い者ではバランス障害がより軽微なのではないかと考察している。この考察も少なくとも部分的には我々の得た結果を説明するかもしれない。

最後にこの調査では、転倒を予測する要因として重心動揺の測定値よりも、より容易に入手できる情報である転倒の既往、つぎ足歩行、家族構成のほうが重要であることが明らかになった。しかし、今回の対象は身体的にはほぼ完全に自立し精神機能にもまず問題のない老年者というかなり均質な集団である。したがって得られた結果は必ずしも老年者一般にあてはまるものではない可能性もある。また今回の重心動揺測定は開眼直立静止状態に限って行っている。したがって、心身機能の異なる様々な対象において、あるいは既述したように負荷をかけた状況で重心動揺を測定する場合、これは転倒予測因子としての意義をもつかもされない。さらに今回の調査対象は103名と十分多いとは言えずこの点にも問題がある。今後このような問題点を考慮した調査が必要と考えられる。

稿を終えるにあたり、本調査にご参加いただいた甲府市丸ノ内百南自治会の方々、そしてご協力を賜った甲府市役所健康増進課の皆様方に深謝申し上げます。また、ご助言とご指導を賜った山梨医科大学精神神経医学講座假屋哲彦教授、入来正躬副学長、市立甲府病院神経内科学科正高部長、本稿をご校閲下さった山梨医科大学保健学第II講座浅香昭雄教授に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 江藤文夫：老年者と転倒。Geriatr Med 1984 ; 22 : 779—783.
- 2) 井上哲郎：第32回日本老年医学会総会記録，シンポジウムII，老人医療の当面する諸問題：転倒及び骨折。日老医誌 1991 ; 28 : 475—477.
- 3) 新野直明：老人ホーム入所者の転倒と関連する要因。日老医誌 1991 ; 28 : 570.
- 4) 安村誠司，芳賀 博，永井晴美，柴田 博，岩崎清，小川 祐，阿彦忠之，井原一成：地域の在宅高齢者における転倒発生率と転倒状況。日本公衛誌 1991 ; 38 : 735—742.
- 5) Cummings SR, Nevitt MC, Kidd S: Forgetting falls. J Am Geriatr Soc 1988 ; 36 : 613—616.
- 6) Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ, Johnson AL: Falls in the elderly related to postural imbalance. Br Med J 1977 ; 1 : 261—264.
- 7) Fernie GR, Gryfe CI, Holliday PJ, Llewellyn A: The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. Age Ageing 1982 ; 11 : 11—16.
- 8) Sharma JC, MacLennan WJ: Causes of ataxia in patients attending a fall laboratory. Age Ageing 1988 ; 17 : 94—102.
- 9) Asada T, Kariya T, Kitajima E, Kakuma T, Yoshioka M: Falls among community-dwelling psychogeriatric patients. Int J Geriatr Psychiat 1994 ; 9 : 17—23.
- 10) 長谷川和夫，井上勝也，守屋國光：老人の痴呆診査スケールの一検討。精神医学 1974 ; 16 : 965—969.
- 11) Mahoney FI, Barthel DW: Functional evaluation: The Barthel index. Maryland State Med J 1965 ; 14 : 61—65.
- 12) Prudham D, Evans JG: Factors associated with falls in the elderly: A community study. Age Ageing 1981 ; 10 : 141—146.
- 13) Campbell AJ, Reinken J, Allan BC, Martinez GS: Falls in old age: A study of frequency and related clinical factors. Age Ageing 1981 ; 10 : 264—270.
- 14) Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D: Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. JAMA 1989 ; 261 : 2663—2668.
- 15) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med 1988 ; 319 : 1701—1707.
- 16) 渡辺 悟：労働適応能力の生理学的評価法—検査方法と基準値—。財団法人，高齢者雇用開発協会，1986，p63—79.
- 17) Motta M, Spanó A, Neri M, Schillaci C, Cortelloni C, Andermarcher E, Gamberini F, Rizzoli G: The specificity and sensitivity of computerized posturography in study of postural unbalance in the elderly. Arch Gerontol Geriatr 1991 ; (Suppl 2) : 127—132.
- 18) Lord SR, Clark RD, Webster IW: Physiologi-

- cal factors associated with falls in an elderly population. J Am Geriatr Soc 1991 ; 39 : 1194—1200.
- 19) Horak FB, Shupert CL, Mirka A : Component of postural dyscontrol in the elderly : A review. Neurobiol Aging 1989 ; 10 : 727—738.
- 20) Maki BE, Holliday PJ, Fernie GR : Aging and postural control : A comparison of spontaneous- and induced-sway balance tests. J Am Geriatr Soc 1990 ; 38 : 1—9.

Abstract

Predictive factors of Falls among Urban Community-Dwelling Elderly

Takashi Asada and Toru Kinoshita*

One hundred and three ambulatory and healthy elderly (age; 73.8 ± 7.3 years) took part in a one year prospective study of falling. All the subjects underwent a baseline examination consisting of an interview, physical and mental examination, laboratory tests and identification of all drugs being taken. Additionally, spontaneous postural sway while standing still was measured using a computerized posturography system. Thereafter, we carried out bimonthly check-ups to

obtain information about falls. During the study period, the subjects sustained 54 falls and 14 subjects fell twice or more. Multiple logistic regression analysis of selected medical and demographic variables indicated that the most influential variables regarding those who fell twice or more were a history of falling, not living alone and poor tandem gait. Although a history of falling contributed to the value of spontaneous sway while standing still, the value did not attain a statistical significance for predicting falling.

Department of Neuropsychiatry, Yamanashi Medical University

* Department of Health Sciences, Yamanashi Medical University

Key words: *Fall, Community-dwelling elderly, Prospective study, Posturography, Logistic regression analysis*

(Jpn J Geriatr 1994; 31 456—461.)