

Figure 2 The probability of single and multiple falls by score.

7.2% rate in negative individuals (negative predictive power: 93%), with an odds ratio of 3.88 (95% CI 3.16–4.75).

The sensitivity and specificity was 0.63 and 0.67, respectively, for multiple falls. The positive and negative predictive value at this cut off score for multiple falls was 0.12 and 0.96, respectively, with the odds ratio of 3.04. Figure 2 illustrates the probability of fall by score levels.

On Rasch analysis of each item, some items did not fit the Rasch Model (Q16, Q20, Q21 and Q22) and these items were deleted for subsequent DIF analysis. Then no item showed DIF on cognitive functioning after Bonferroni adjustment (data not shown). After stratifying the sample with Q15, the area under ROC curve was 0.74 (95% CI 0.66–0.82) and 0.74 (0.69–0.78) for with and without cognitive dysfunction, respectively.

Discussion

Falls are considered as having multiple risk factors.¹¹ Previous epidemiological studies have identified the risk for falls, for example, history of falls,^{2,3,12–15} activity of daily living (ADL),^{2,3,15} cognitive and sensory function,^{2,3,12,15} chronic conditions,^{12,16,17} and medication use.^{3,16–19}

Many studies tried to convert these risk factors for fall risk screening.^{3,4,20} These screening tools for elders have been developed for various care settings, including residential,^{14,21} intermediate²² and inpatient care^{23–25} as well as for community.^{26–28}

Initially, the authors selected a comprehensive questionnaire composed of 22 items that can be answered by yes or no, and then selected several items that can be applied for mass screening or in general practice settings⁶ because of the requirement of Japanese long-term care insurance (LTCL) law.

The items selected by the logistic model in this study were history of falls, walking speed, cane use, back deformation and medication use. All of these items were in concordance with the previous reports.

We also included environmental factors as part of the questionnaire. On comparison between fallers and non-

fallers, environmental barriers such as level difference, stair and slope were not identified as risk factors, indicating the barrier recognized by the elders may not be associated with falls. All other items, except for vision problems were associated with incidence of falls.

The use of large prospective validating samples adds strength to this study. In most similar studies, the predictive validity is tested only on the developmental sample of the tools, and thus the predictive performance in a new sample is expected to be optimistic.²⁹ Although the predictive power on the development sample is usually high, the predictive power is usually lower in the validating samples.³⁰ In addition, the sensitivity of the scale is lower in the validating sample³¹ and only a few studies use a large scale validating sample as was used in this study.²⁶

Finally, the AUC of the initial 22 items were at the same level of the shortened five-item version. Therefore, the shortened version is preferred for its simplicity. In addition, the five-item scale was validated on the elderly with and without problems of cognitive function.

In the process of item selection using the logistic regression, inclusion criteria were $P < 0.05$, and exclusion criteria were $P > 0.10$. This procedure resulted in inclusion of items with weak association, such as Q4 and Q17. However, the adequacy of including these two items was proved on the validating sample.

In validating samples, the negative predictive value was 0.92 for single falls and 0.96 for multiple falls indicating that those with negative result have very low risk of falling in the next six months. This property of the high negative predictive validity makes the use of the screening test useful in mass screening.

History of fall was one of the most frequently reported risk factor of falls.^{32,33} Decline of walking speed was captured with other questionnaire studies, as well as by physiological measurement.^{6,18,34} Cane users and kolioskiphosis might have relation to bone abnormalities such as osteoporosis or arthritis.¹³ These Q4, Q8 and Q11 compose a spectrum of physiologic decline referred to as frailty.^{35,36} The relationship between medication use and falls can be explained by the effects of a drug itself that might cause sensory and balance disturbance, and also decreased metabolism, which relates to the loss of physiologic and metabolic function. Medication review is a possible intervention to prevent falls.³⁷

In conclusion, a simple screening tool for falls is constructed using a large scale developing and validating sample. The scale constructed in this study is simple and valid. Therefore, it can be used as a screening tool of falls for community-dwelling elders.

Acknowledgment

The Ethics Committee of Kyorin University approved this study. This study was financially supported by a

grant from the Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan (Medical Frontier Strategy Research-H13-Chihou/Kossetu-019).

References

- Aoyagi K, Ross PD, Davis JW, Wasnich RD, Hayashi T, Takemoto T. Falls among community-dwelling elderly in Japan. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 1468-1474.
- Stel VS, Pluijij SM, Deeg DJ, Smit JH, Bouter LM, Lips P. A classification tree for predicting recurrent falling in community-dwelling older persons. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 1356-1364.
- Tromp AM, Pluijij SM, Smit JH, Deeg DJ, Bouter LM, Lips P. Fall-risk screening test: a prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. *J Clin Epidemiol* 2001; 54: 837-844.
- Raiche M, Hebert R, Prince F, Corriveau H. Screening older adults at risk of falling with the Tinetti balance scale. *Lancet* 2000; 356: 1001-1002.
- Tennant A, Penta M, Tesio L *et al.* Assessing and adjusting for cross-cultural validity of impairment and activity limitation scales through differential item functioning within the framework of the Rasch model: the PRO-ESOR project. *Med Care* 2004; 42: I37-I48.
- Toba K, Okochi J, Takahashi T *et al.* Development a portable fall risk index for elderly people living in the community. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi*. 2005; 42: 346-52.
- Rasch G. *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests* (Expanded Edition). Chicago: The University of Chicago Press (original work published in 1960), 1980.
- Kucukdeveci AA, Sahin H, Ataman S, Griffiths B, Tennant A. Issues in cross-cultural validity: example from the adaptation, reliability, and validity testing of a Turkish version of the Stanford Health Assessment Questionnaire. *Arthritis Rheum* 2004; 51: 14-19.
- Scheuneman JD, Subhiyah RG. Evidence for the validity of a Rasch model technique for identifying differential item functioning. *J Outcome Meas* 1998; 2: 33-42.
- Stone M, Yumoto F. The effect of sample size for estimating Rasch/IRT parameters with dichotomous items. *J Appl Meas* 2004; 5: 48-61.
- Hoyle MT, Alessi CA, Harker JO *et al.* Development and testing of a five-item version of the Geriatric Depression Scale. *J Am Geriatr Soc* 1999; 47: 873-878.
- Salgado RI, Lord SR, Ehrlich F, Janji N, Rahman A. Predictors of falling in elderly hospital patients. *Arch Gerontol Geriatr* 2004; 38: 213-219.
- Albrand G, Munoz F, Sornay-Rendu E, DuBoeuf F, Delmas PD. Independent predictors of all osteoporosis-related fractures in healthy postmenopausal women: the OFELY study. *Bone* 2003; 32: 78-85.
- Rosendahl E, Lundin-Olsson L, Kallin K, Jensen J, Gustafson Y, Nyberg L. Prediction of falls among older people in residential care facilities by the Downton index. *Aging Clin Exp Res* 2003; 15: 142-147.
- Kuriyama S, Koizumi Y, Matsuda-Ohmori K *et al.* Obesity and depressive symptoms in elderly Japanese: the Tsurugaya Project. *J Psychosom Res* 2006; 60: 229-235.
- Huang HC, Gau ML, Lin WC, George K. Assessing risk of falling in older adults. *Public Health Nurs* 2003; 20: 399-411.
- Lawlor DA, Patel R, Ebrahim S. Association between falls in elderly women and chronic diseases and drug use: cross sectional study. *BMJ* 2003; 327: 712-717.
- de Rekeneire N, Visser M, Peila R *et al.* Is a fall just a fall: correlates of falling in healthy older persons. The Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 841-846.
- Kelly KD, Pickett W, Yiannakoulis N *et al.* Medication use and falls in community-dwelling older persons. *Age Ageing* 2003; 32: 503-509.
- Cwikel JG, Fried AV, Biderman A, Galinsky D. Validation of a fall-risk screening test, the Elderly Fall Screening Test (EFST), for community-dwelling elderly. *Disabil Rehabil* 1998; 20: 161-167.
- Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. The Mobility Interaction Fall chart. *Physiother Res Int* 2000; 5: 190-201.
- Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med* 1986; 80: 429-434.
- Brians LK, Alexander K, Grota P, Chen RW, Dumas V. The development of the RISK tool for fall prevention. *Rehabil Nurs* 1991; 16: 67-69.
- Morse JM, Black C, Oberle K, Donahue P. A prospective study to identify the fall-prone patient. *Soc Sci Med* 1989; 28: 81-86.
- Nyberg L, Gustafson Y. Using the Downton index to predict those prone to falls in stroke rehabilitation. *Stroke* 1996; 27: 1821-1824.
- Lajoie Y, Gallagher SP. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Arch Gerontol Geriatr* 2004; 38: 11-26.
- Chiu AY, Au-Yeung SS, Lo SK. A comparison of four functional tests in discriminating fallers from non-fallers in older people. *Disabil Rehabil* 2003; 25: 45-50.
- Assantachai P, Praditsuwana R, Chatthanawaree W, Pisalsarakij D, Thamlikitkul V. Risk factors for falls in the Thai elderly in an urban community. *J Med Assoc Thai* 2003; 86: 124-130.
- Altman DG, Royston P. What do we mean by validating a prognostic model? *Stat Med* 2000; 19: 453-473.
- Altman DG. Study to predict which elderly patients will fall shows difficulties in deriving and validating a model. *BMJ* 1997; 315: 1309.
- Price C, Suddes M, Maguire L, Harrison S, O'Shea D. Single assessment of risk predicted which elderly patients would fall. *BMJ* 1998; 316: 1750.
- Gillespie L, Gillespie W, Robertson M, Lamb S, Cumming R, Rowe B. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; 4: CD000340.
- Lundin-Olsson L, Jensen J, Nyberg L, Gustafson Y. Predicting falls in residential care by a risk assessment tool, staff judgment, and history of falls. *Aging Clin Exp Res* 2003; 15: 51-59.
- Bergland A, Jarnlo GB, Laake K. Predictors of falls in the elderly by location. *Aging Clin Exp Res* 2003; 15: 43-50.
- Skelton DA, Beyer N. Exercise and injury prevention in older people. *Scand J Med Sci Sports* 2003; 13: 77-85.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J *et al.* Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: M146-M156.
- Stevens JA, Olson S. Reducing falls and resulting hip fractures among older women. *MMWR Recomm Rep* 2000; 49: 3-12.

連載 科学的運動のすすめ ⑦

転倒予防運動

Exercise for the Prevention of Falls

東京都老人総合研究所

金 憲経, 吉田 英世

Hunhyung Kim, Hideyo Yoshida

E-mail: kimhk@tmig.or.jp

Key Words

- 転倒の危険因子
- 可変的な要因
- 転倒予防運動
- 重点強化筋
- 転倒率

転倒の問題

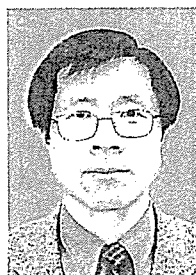
「自分の意志からではなく、地面またはより低い場所に、膝や手などが接触すること」と定義される転倒は、高齢者の生活機能の自立やQOL (quality of life) を阻害する要因である。わが国の高齢者は、1年間で約10~20%が転倒し、そのうちの約10%が骨折に至ると報告されている。高齢者の大腿骨頸部骨折の原因は80%以上が転倒であり、機能回復には長期間の入院治療が必要となり、身体機能の低下が加速され、1年後に骨折前の水準まで回復できる者の割合はBADL 33%, IADL 21%と低いことが指摘されている。一方、骨折までは至らなくても、転倒を経験

することにより移動に対する自信感を失う転倒後症候群 (post fall syndrome) が生ずることは、転倒がもつもう一つの問題である。転倒恐怖感のために活動が制限されると筋力の虚弱化が加速され、生活機能障害の原因となりかねない (図1)。

転倒の危険因子と対策

転倒の原因あるいは危険因子はさまざまに複雑である。それは、転倒が老化や老年病、さらには物的環境など多種多様な要因が相互に関連しているからである。転倒をもたらす危険因子は大きく、身体的要因を主とする内的要因と生活環境要因を主とする外的要因、転倒の既往に分けられる。

転倒率は危険因子の数とほぼ直線的に増加することが指摘され¹⁾、転倒の危険因子を減らす取り組みが極めて重要であることを示唆する (図2)。転倒の危険因子を減らすためには多くの危険因子のうち、可変的な要因にあてはまる因子を一つ一つ改善する方法しかない。しかし、すべての要因を改善することはほとんど不可能であるが、一部の要因でも改善できれば、転倒発生に大きな違いを生みうる。転倒の危険因子の解消を目指すアプローチには、



著者プロフィール
金 憲経

東京都老人総合研究所研究副部長

1994年 筑波大学大学院体育科学研究科
修了 博士 (体育科学)

1996年 筑波大学体育科学系講師

1998年 東京都老人総合研究所主任研究
員

2005年 同 研究副部長

現在に至る

研究テーマ：虚弱高齢者に対する介入プ
ログラムの有効性検討 (特に介護予防、
転倒予防, 尿失禁改善, 複合老年症候群
の改善など)

著者プロフィール

吉田 英世

東京都老人総合研究所研究副部長

1992年 岐阜大学大学院医学研究科修了
博士 (医学)

岐阜大学医学部助手

1994年 東京都老人総合研究所主任研究
員

2005年 同 研究副部長

現在に至る。

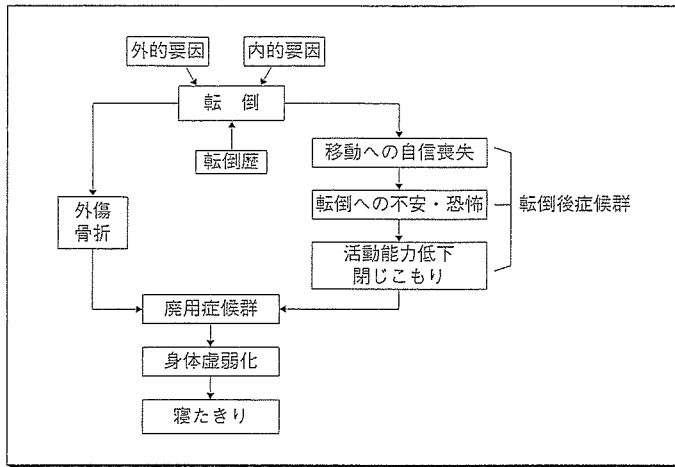


図1. 転倒に起因する寝たきり

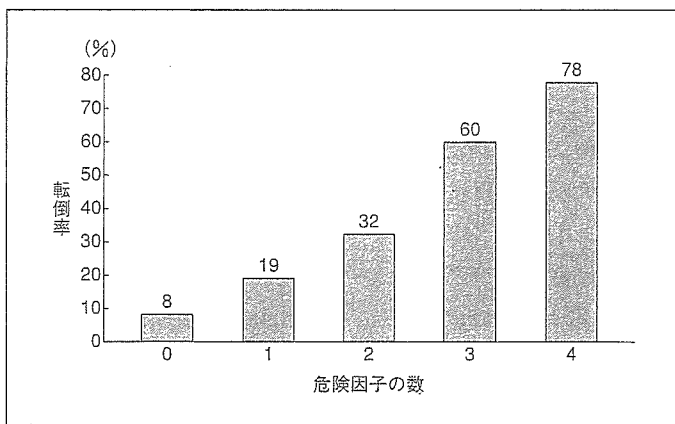


図2. 転倒の危険因子の数と転倒率との関係

(文献1より引用)

表1. 先行研究で検討されている転倒の危険因子

危険因子	相対的危険度(RR)
筋力の虚弱	4.4
転倒歴	3.0
歩行障害	2.9
バランス障害	2.9
補助器具の使用	2.6
視力障害	2.5
関節炎	2.4
ADL障害	2.3
うつ病	2.2
認知機能障害	1.8
年齢80歳以上	1.7

(文献2より引用)

55.2%が2回以上の複数回転倒であるとともに転倒恐怖感のために外出など日常の活動が制限される者は、制限されない者よりも歩行速度が遅く、バランス能力が悪く、筋力が弱いと指摘している。さらに、転倒の多くは歩行中に発生し、転倒原因の50%以上は「つまずく」ことであり、高齢者の寝たきりの原因の一つとして知られている大腿骨頸部骨折の危険因子は横に転ぶこと(OR=3.9)、低BMD(OR=1.8)、歩行障害(OR=6.4)であることも指摘されている⁴⁾。

これらは、転倒予防運動の方向性を示唆する科学的背景である。

転倒予防を目指す科学的運動

1. 運動量

(1) 運動種目：転倒予防を目指す運動の構成は、柔軟性、筋力や筋持久力の強化、バランスや歩行機能の3要素の改善を目指す運動を勧める。

①柔軟性の強化運動：指の屈伸、肘伸

運動、教育、環境改善、ヒッププロテクターなどの装具を用いる方法など多岐である。本章では、転倒予防を目指す科学的運動の勧めについて、詳細に紹介する。

疾病によらない身体機能に関連した転倒の危険因子はいずれも老化に伴う機能衰弱に基づくものが多く、普段からの訓練によって低下を抑制し、機能の強化が可能である。すなわち、身体機能は可変的な要因であることに重要

な意味があり、そこに転倒予防運動の意義が内在する。

転倒の相対的な危険度を総合的にまとめた先行研究によれば(表1)、筋力の虚弱(RR=4.4)、転倒歴(RR=3.0)、歩行障害(RR=2.9)、バランス障害(RR=2.9)が高いと指摘されている²⁾。金ら³⁾は、東京都老人医療センター「転倒外来」受診者の転倒の実態と身体機能の特徴について調べたところ、対象者の70.7%が過去1年間で転倒し、

ばし、腕の回内・回外、肘の上げ下げ、腕上げ横曲げ、腰の前後曲げ、背中曲げ伸ばしなど。

②筋力や筋持久力の強化：椅子を利用した体操、自重負荷体操、バンド体操、ダンベル体操、ボール体操、マシン運動など多種である。

③バランスや歩行機能強化：片足立ち、セミタンデムスタンス、タンデムスタンス、タンデム歩行、バランスパットを使用した訓練、ボール運動、太極拳、横歩き、体重移動歩行など多種である。

(2) 運動強度：転倒ハイリスク者の身体機能や疾病状況には個人差が大きく、一般的に活用されている最大酸素摂取量の決定が困難であり、一律的な運動強度の設定は望ましくないことから、運動の身体的負担度を自覚的に判断する法である RPE (rating of perceived exertion) は、転倒リスクが高い虚弱高齢者の運動強度の設定に有効であると考えられる。RPE 13は自覚的に「ややきつい」と感じるレベルである (RPE: 12~14レベルが目安)。

(3) 運動頻度および期間：週2回以上、3ヵ月以上の運動を勧める。

(4) 運動時間：1日20~60分の運動を勧める。

2. 転倒の危険性が高い者に勧める運動プログラム例

だれでも簡単に自宅で実践できる、準備体操、筋力アップ、バランス能力の向上を目指す一連の体操を紹介する (図3)。転倒を予防するためには、重点強化部位の筋を鍛えることが有効である。紹介している一連の筋力アップ体操 (つま先・踵上げ・下げ)、歩行機能を改善するために大腿四頭筋 [片足 (両足) 上げ・膝伸ばし]、腸腰筋 (膝上げ・胸寄せ)、大腿筋膜張筋 (膝合わせ・足首開閉)、中臀筋 (椅子：片足横上げ)、ヒラメ筋 (椅子：踵上げ下げ) の強化を目指す体操に焦点を当てるとともにバランス能力の改善を目指す、片足立ち、タンデム歩行の訓練のように非常に簡単な項目としてどこでも気軽に実践しやすい体操であるが、

転倒危険因子の改善には有効である。体操のポイント

- ①各自の体力・健康水準に合わせて無理せずに各動作はゆっくり行う。
- ②刺激される部位を意識しながら行う。
- ③バランスや歩行訓練の際には、安全面を十分考慮しながら行う。
- ④腰痛や膝の痛みがある方は注意する。
- ⑤軽い気持ちで、楽しくできるように心掛ける。
- ⑥短期間に大きな成果を期待するよりも、長期間にわたる少しずつの改善を目指す。

転倒予防運動の効果

転倒予防体操を行うようになってから、からだが柔らかくなり、足の筋力がアップし、歩行が安定し、転倒に対する自信感がついてきたとの回答が高く、転倒恐怖感の程度が軽減する傾向が観察され、転倒関連意識の変化に及ぼす運動の意義は大きいと判断できる。

一方、転倒予防体操教室に参加した者の身体機能の変化をみると、図4に

○ 日頃の運動習慣を身に付けましょう。
 ○ 各動作はゆっくり行いましょう。
 ○ 体操の目安：1項目について5~10回反復、1日2~3セット、できれば毎日行いましょう。

番号	月日	準備体操					筋力アップ						バランス訓練			運動時間	特記事項	
		指の屈伸	腕の回内・回外	肘の上げ下げ	腕上げ横曲げ	背中曲げ伸ばし	つま先・踵上げ・下げ	片足上げ・膝伸ばし	両足上げ・膝伸ばし	膝合わせ・足首開閉	片膝上げ・胸寄せ	踵上げ・下げ	片足体重かけ	片足横上げ	片足立ち			タンデム歩行
1																		
2																		

*記録方法：実施したら○、実施しなかったら×、運動時間は1日の運動量 (例：20分×2回=40分)
 *特記事項：転倒や骨折、腰痛や膝の痛みなどの突然の出来事

図3. 転倒予防体操の例

示したように、動的バランス能力を推定する Functional reach の記録は介入群で14.3%，タンデム歩行で16.3%と有意に増加したが、対照群では低下する傾向が観察され、転倒予防体操は身体機能の改善に有効であることが確認されている。

転倒予防運動の 長期的な効果

転倒予防運動の長期的な効果を検証するために、Suzukiら⁵⁾は74～89歳の高齢女性52名を無作為割り付けにより介入群28名、対照群24名に分けて、6ヵ月間指導後追跡調査を2回（10ヵ月後、22ヵ月後）行い、転倒率の変化を調査している。転倒率の推移をみると、介入前1年間の転倒率は、対照群16.7%，介入群14.3%，介入終了後8ヵ月間に発生した転倒率は対照群40.9%，介入群13.6%であり、その後22ヵ月間の累積転倒率は、対照群54.5%，介入群13.6%として介入群の転倒率が有意に低くなっている（図5）。

これらの結果は、介入期間中に改善される身体機能の改善は、その後の転倒率の低下につながる可能性が高いことが示唆され、科学的に勧める転倒予防の運動の長期的な効果は大きいことが確認されたといえよう。

まとめ

高齢者のQOLの低下や日常生活動作を制限する要因として作用する転倒を予防するためには、多くの危険因子

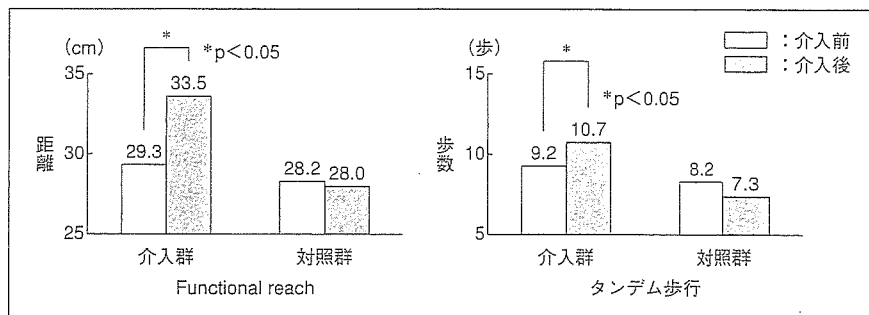


図4. 運動前後における身体機能の変化

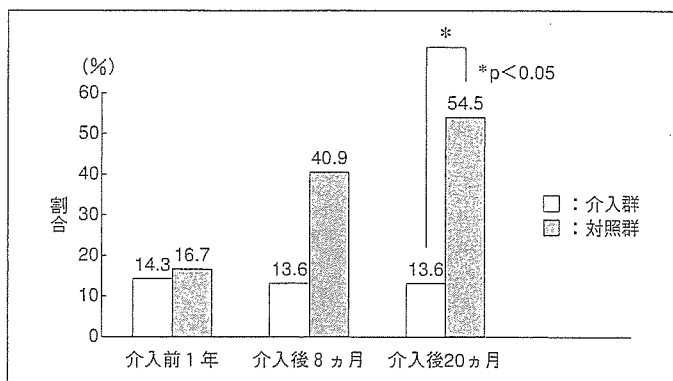


図5. 追跡期間中の転倒率の推移

の中で、可変因子を選び出し、その因子の改善を目指す運動が有効である。これらの運動を続けることで、意識が変わり、身体機能が改善され、その後の転倒率の低下につながることを確認されている。各自の日常生活に転倒予防運動を取り入れ、長期的に実践することで、転びにくい体になることにより日常生活機能の自立期間を延ばし、要介護状態にならない自分らしくイキイキ生きることを期待する。

●文 献

1) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF : Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med 319 : 1701-1707, 1988

2) American Geriatrics Society : Guideline for the prevention of falls in older persons. J Am Geriatr Soc 49 : 664-672, 2001
 3) 金 憲経, 吉田秀世, 鈴木隆雄, 他 : 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 -. 日老医誌 38 : 805-811, 2001
 4) Greenspan SL, Myers ER, Kiel DP, et al : Fall direction, bone mineral density, and function : Risk factors for hip fracture in frail nursing home elderly. Am J Med 104 : 539-545, 1998
 5) Suzuki T, Kim H, Yoshida H, et al : Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. J Bone Miner Metab 22 : 602-611, 2004

都市部在住高齢女性における老年症候群の複数徴候保持者の 諸特性と関連要因

要介護予防のための包括的健診「お達者健診」

キム ホンギョン スズキ タカオ ヨシダ ヒデオ ヨシダ ユウコ
金 憲経* 鈴木 隆雄* 吉田 英世* 吉田 祐子*
スギウラ ミホ イワサ ハジメ クオン ジンヒ フルナ タケト
杉浦 美穂* 岩佐 一* 権 珍嬉* 古名 丈人^{2*}

目的 都市部在住地域高齢女性における老年症候群の複数徴候保持者の出現頻度、諸特徴、関連要因を総合的に把握する。

方法 2004年度11月に、板橋区内5か所において70歳以上の男女を対象に行ったお達者健診に参加し、同意を得た高齢女性669人中、欠損値がない668人の聞き取り調査と体力のデータを分析した。老年症候群の判定基準は、(1)高次生活機能低下：老研式活動能力指標13項目中3項目以上で「いいえ」と答えた場合。(2)転倒：この1年間に1回以上「転んだことがある」と答えた場合。(3)尿失禁：日常生活の中で、尿が漏れる回数が「1か月に1～3回」以上あると答えた場合。老年症候群の徴候を2つ以上持っている者を複数徴候保持者と定義した。健常者、1つ徴候保持者、複数徴候保持者間の聞き取り調査と体力を比較した。老年症候群の複数徴候と関連する要因を抽出するために多重ロジスティック回帰分析を施した。

成績 老年症候群の複数徴候保持者の割合は15.3% (102/668) であり、「高次生活機能低下+転倒」2.2% (15/668), 「高次生活機能低下+尿失禁」6.0% (40/668), 「転倒+尿失禁」5.1% (34/668), 「高次生活機能低下+転倒+尿失禁」2.0% (13/668) であった。複数徴候保持群は、健康度自己評価は低かったが、3種類以上の薬を飲んでいる者、転倒恐怖感を持っている者、脳卒中や泌尿器病の既往がある者の割合は有意に ($P < 0.05$) 高かった。さらに、複数徴候保持群は年齢が高く、握力、通常速度歩行、最大速度歩行、ファンクショナルリーチ、膝伸展力、開眼片足立ちの成績は有意に ($P < 0.05$) 低かった。複数徴候保持群の中でも「高次生活機能低下+転倒」群の体力レベルが最も低かった。老年症候群の複数徴候の有(1)、無(0)と関連する要因は、転倒恐怖感 (オッズ比=1.59, 95%CI=1.02-2.53, $P=0.045$), 通常歩行速度 (オッズ比=0.28, 95%CI=0.11-0.71, $P=0.007$) の2項目が有意であった。老年症候群の複数徴候有症率は通常歩行速度が最も遅い群 (46.2%) が最も速い群 (12.5%) より高かった。

結論 老年症候群の複数徴候保持者は健常者に比べて、体力水準が有意に低く、中でも「高次生活機能低下+転倒」群が最も低かったことや老年症候群の複数徴候と関連する要因は転倒恐怖感や歩行速度であるとの結果は、今後の介入の方向性を示唆するものである。

Key words : 高次生活機能, 転倒, 尿失禁, 老年症候群, 複数徴候

I 緒 言

老年症候群とは、高齢者に特徴的で、かつ出現頻度が増す徴候である。代表的なものは、生活機能低下、転倒、尿失禁、低栄養、軽度の認知症、閉じこもりなどであり、これらの徴候の出現は、高齢者の日常生活機能の自立や生活の質を阻害す

* 東京都老人総合研究所自立促進と介護予防研究チーム

^{2*} 札幌医科大学保健医療学部基礎理学療法学
連絡先：〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2
東京都老人総合研究所自立促進と介護予防研究
チーム 金 憲経

る要因のみではなくて、要介護状態になる主因であることが知られている。

活動能力は高齢者の心身の健康状態を評価する重要な指標として、最も原始的で単純な「生命維持」から最も高度で複雑な「社会的役割」まで7段階の水準を Lawton は提案した¹⁾。高齢者が自立した日常生活を送る上では、少なくとも「身体的自立」レベルの能力が必要であるが、より積極的に豊かな生活を営むためには「手段的自立」以上の能力が必要であり、「手段的自立」以上の能力を「生活機能」と定義し²⁾、本邦では、地域高齢者の高次生活機能を評価するために開発された老研式活動能力指標が有効に活用されている³⁾。藤原ら⁴⁾は、老研式活動能力指標の総得点が10点以上の高齢者は、地域高齢者のほぼ75%を占め、概ね生活自立していると指摘し、Ishizaki ら⁵⁾は、IADL (instrumental activities of daily living : 手段的日常生活動作) 低下の予知因子は、年齢が75歳以上、握力が弱い、過去1年間で入院歴がある、知的能動性が低い、社会的役割が低いことであり、地域在住高齢者のIADLの自立を維持するためには握力を強化し、知的能動性と社会的役割を高める必要があると強調している。

女性が男性より2倍くらい高いと報告されている⁶⁾高齢期の転倒は、大きな2つの問題を抱えている。まずは、転倒に起因する骨折である。特に、大腿骨頸部を骨折した場合、1年後に骨折以前の水準まで回復できる者は、BADL (basic activities of daily living : 基本的日常生活動作) で33%、IADLで21%と低いことを指摘し⁷⁾、高齢期の生活機能の自立を損なう重大な要因である。大腿骨頸部骨折の原因の90%以上⁸⁾を占める転倒の多くは歩行中に発生し、転倒の50%以上は「つまずく」ことが原因である⁹⁾。転倒経験者や転倒恐怖感のため外出を控える者は、バランス能力、下肢筋力、移動能力が劣ることが指摘されている^{10,11)}。

尿失禁の有症率は、定義、対象者、スクリーニング法によって異なるが、女性で17~55%、男性で11~34%と女性が男性より1.3~2.0倍高く¹²⁾、認知症や糖尿病、ADL障害などの様々な要因¹³⁾が有症率の増加に関わっているが、生命維持に直接影響する重大なことではなく、疾病よりも老化過程で発生する1つの症状として捕らえられ、

80%以上が未受診として¹⁴⁾、軽視・放置が特徴である。しかし、尿漏れのために様々な活動が制約されることによって、生活の質や生活機能の自立が大きく損なわれ、健康管理に負的影響を与える要因である¹⁵⁾。しかし、尿失禁発症の予知因子である握力、社会的役割、BMI (body mass index : 身体質量指数)、喫煙状況はいずれも潜在的に改善可能性が高い要因なので¹⁶⁾、高齢者の尿失禁の発症の抑制につながる生活習慣の形成と尿失禁の改善を目指す取り組みが必要であると強調している。

このように、老年症候群の1つ1つの特徴や影響については多くの研究で深く議論され、活用できる情報も豊富に蓄積されている。しかし、老化が進むと老年症候群の複数徴候の出現が増えることが予想される。5年間の追跡研究から老年症候群の諸徴候と総死亡に対するHR (hazard rate : ハザード率) を分析した結果によれば¹⁷⁾、老年症候の徴候数が2個以上の場合、男性でHR = 5.37、女性でHR = 8.44と高く、老年症候の徴候が多いほど生命予後が悪いことが示されているが、地域在住高齢者における老年症候の複数徴候の出現頻度や体力を含んだ様々な特徴、関連要因に関する研究が十分とは言えないのが現状である。

これらの背景を踏まえて、本研究では都市部在住地域高齢女性における老年症候群に属する代表的な徴候として高次生活機能低下、転倒、尿失禁を取り上げ、これらの徴候の複数保持者の有症率、諸特徴、関連要因について詳細に把握することを目的とした。

II 研究方法

1. 対象者

東京都老人総合研究所では、高齢期に現れる老年症候群の徴候を早期にスクリーニングし、その徴候の改善を目指す介入プログラムを開発するための包括的な健診システム (以下、お達者健診) を2001年度から実施している。健診の詳細や対象者の選定、測定結果の横断的変化や縦断的変化については、すでに多数報告されている¹⁸⁾。

2004年度に実施した「お達者健診」は、11月10日~27日の間の合計14日間にわたり、板橋区内5か所において70歳以上の男女1,786人 (男性770人、女性1,016人) を会場に招待して医学的健康

調査を行った。参加者には事前に、研究の主旨、目的、参加への自由、個人データの活用方法について詳しく説明したうえで、調査を実施した。男女1,161人(65.0%)が参加したが、同意が得られなかった7人のデータを削除し、男女1,154(男性485人、女性669人)のデータが分析可能であった。

本研究では、男女から同意を得て、十分なデータはあるが、生活機能低下、転倒、尿失禁などの老年症候群の有症率は女性が男性より高く、介護が必要になった主な原因は男女で異なり、男性は脳血管疾患が41.3%と最も多いが、女性は高齢による衰弱18.5%、転倒・骨折13.4%と多く¹⁹⁾、老年症候群の影響は女性で受けやすいことから、今回は女性669人に焦点を当て、欠損値がない668人のデータを分析対象とした。

2. 調査方法および項目

すべての対象者について形態と体力を測定、採血から血液成分を調査し、聞き取り項目(表2参照:健康度自己評価、生活習慣、転倒恐怖感、服薬、既往歴など)について会場面接による1:1の聞き取り調査を行った。調査員には事前に質問内容、質問法、混乱しやすい項目について統一したガイドラインを作成し教育を行った。1日10人の調査員が一人当たり平均10人の対象者を担当し、一人当たりの調査時間は平均25分くらいであった。

1) 老年症候群徴候の調査

高次生活機能は、老研式活動能力指標13項目より調査した。老研式活動能力指標の得点は、各項目に「はい」の答えに1点、「いいえ」の答えに0点を与えて総合13点とした。転倒については、転倒の有無、回数、転んだ場所、ケガの有無、ケガの部位、転倒恐怖感、転倒恐怖感による外出控えなどを、尿失禁については、尿漏れの有無、尿漏れの回数、尿が漏れるときの動作、1回に漏れる量、尿漏れの影響、尿漏れの受診有無、尿漏れの開始年齢などを調査した。

2) 形態

身長は身長計を用いて、0.1 cm単位で、体重は体重計を利用して、0.1 kg単位で計測した。

3) 体力

握力は、スメドレー式握力計(hand dynamometer)を用いて利き手で(0.5 kg単位)、開眼片

足立ちは、一辺40 cmの四角の範囲内で、任意の足を拳上し、最大60秒までの時間を2度測定し、大きい値を採用した。ファンクショナルリーチは、壁に横向きに自然立位に立って、伸展した両手を肩の高さまで挙げ、前傾した最大距離を3回計測し、3回の平均を計測値と記録した。膝伸展力は、椅子に座り効き足首の長さにセンサー部を合わせた上で、最大の力を発揮するよう指示し、90°において2回測定し、良い記録を採用した。歩行速度(通常、最大)は、3 mと8 m地点にテープで印を付けた11 mの歩行路上で直線歩行を行い、対象者の体幹の一部が3 m地点を越える時点から8 mを越えるまでの時間を計測した。通常歩行は「いつも歩いている速さで歩いて下さい」、最大歩行は「出来るだけ速く歩いて下さい」と被験者に指示した。試行は通常で1回、最大で2回行い、最大は2回中速いほうを採用した。

4) 血液成分

肘静脈から採血し血清を分離し、血清アルブミン濃度はBCG法、総コレステロールは酵素法、HDLコレステロールはヘパリン法より求めた。

3. 老年症候群の判定基準

高次生活機能低下、転倒、尿失禁の徴候から老年症候保持群(1つ保持群、複数保持群)および健常者群を定義した。

1) 1つ徴候保持者

高次生活機能低下者は、老研式活動能力指標13項目中3項目以上で「いいえ」と答えた場合、つまり老研式活動能力指標の得点が10点以下の者。転倒者は、「この1年間(昨年11月1日～今年10月末日)に転んだことがあるか」の間に、「転んだことがある」と答えた場合。尿失禁者は、「日常生活の中で、尿が漏れることがあるか」の間に「ある」と答えた場合、尿が漏れる回数「①ほとんど毎日、②2日に1回、③1週間に1～2回、④1か月に1～3回、⑤1年に数回」を調査し、①～④に回答した者を尿失禁者と定義した。

2) 複数徴候保持者

老年症候複数保持群について、複数の組み合わせから「(高次生活機能低下+転倒)群(複数群A)」、「(高次生活機能低下+尿失禁)群(複数群B)」、「(転倒)+(尿失禁)群(複数群C)」、「高次生活機能低下+転倒+尿失禁」群(複数群D)」を定義した。

3) 健常者

高次生活機能低下, 転倒, 尿失禁の徴候を持っていない者を健常者と定義した。

4. 統計解析

老年症候群の複数保持者, 1つ保持者, 健常者間の形態, 体力, 血液成分を比較するために1元配置分散分析を行い, 有意差が出たときの多重比較は Scheffe 法を用いた。主観的健康感, 既往歴, 老研式活動能力指標の下位尺度を比較するために χ^2 検定を行った。老年症候群の複数徴候と関連する要因を抽出するために, 老年症候群の複数徴候の有無を従属変数, 複数保持者, 1つ保持者, 健常者間で有意差が見られた年齢, 面接聞き取り4項目(転倒恐怖感, 過去1年間の入院歴, 健康度自己評価, 3種類以上の服薬), 既往歴3項目(糖尿病, 脳卒中, 泌尿器), 体力3項目(通常歩行速度, 膝伸展力, ファンクショナルリーチ)の11項目を説明変数として多重ロジスティック回帰分析を施し, それぞれの OR (odds ratio: オッズ比) と 95% CI (confidence interval: 信頼区間) を求めた。通常歩行速度を各々25パーセントイル毎に4区分したときの老年症候群の複数徴候の有症率を求めた。すべての統計学的有意水準を5%とした。

III 結 果

対象者668人における老年症候群の有症分布を調べたところ(表1), 高次生活機能低下者19.2% (128/668), 転倒者19.5% (130/668), 尿失禁者33.2% (222/668)であった。複数保持者の割合は15.3% (102/668)であり, 「高次生活機能低下

表1 老年症候群徴候の有症分布

徴候	有症率% (n)
高次生活機能低下	19.2(128/668)
転倒	19.5(130/668)
尿失禁	33.2(222/668)
高次生活機能低下のみ	9.0(60/668)
転倒のみ	10.2(68/668)
尿失禁のみ	20.2(135/668)
高次生活機能低下+転倒	2.2(15/668)
高次生活機能低下+尿失禁	6.0(40/668)
転倒+尿失禁	5.1(34/668)
高次生活機能低下+転倒+尿失禁	2.0(13/668)

+転倒」2.2% (15/668), 「高次生活機能低下+尿失禁」6.0% (40/668), 「転倒+尿失禁」5.1% (34/668), 「高次生活機能低下+転倒+尿失禁」2.0% (13/668)であった。

複数保持群(102/668), 1つ保持群(263/668), 健常群(303/668)間の形態, 体力, 血液成分, 健康度自己評価, 生活習慣, 既往歴などを比較した(表2)。複数保持群の場合, 年齢は他の2群に比べて有意に高く, 通常歩行速度, 最大歩行速度, 開眼片足立ちは他の2群より有意に低かったが, ファンクショナルリーチ, 膝伸展力, 総コレステロールは健常群より低かった。一方, 握力は一つや複数保持群が健常群より有意に低かった。さらに, 複数保持群は, 転倒恐怖感を有する者の割合や3種類以上の服薬, 過去1年間の入院歴は他の2群より有意に高かったが, 噛む力は他の2群より有意に低かった。一方, 健康度自己評価で「健康である」と回答した者の割合は健常群より低かったが, 転倒恐怖感のために外出を控える者の割合や脳卒中既往, 泌尿器病既往のある者の割合は健常群より有意に高かった。

健常群, 生活機能低下のみ群, 転倒のみ群, 尿失禁のみ群, 複数群A, 複数群B, 複数群C, 複数群D間の形態, 体力, 血液成分を比較した(表3)。年齢 ($F=3.719, P=0.001$), 握力 ($F=4.424, P<0.001$), 通常歩行速度 ($F=7.955, P<0.001$), 最大歩行速度 ($F=6.570, P<0.001$), ファンクショナルリーチ ($F=2.755, P=0.008$), 膝伸展力 ($F=2.053, P=0.047$), 開眼片足立ちは ($F=3.232, P=0.002$) に有意差がみられた。有意差がみられた項目について多重比較を行ったところ, 通常歩行速度, 最大歩行速度, ファンクショナルリーチ, 膝伸展力, 開眼片足立ちは「高次生活機能低下+転倒」群が最も低い値を示した。

老年症候群の複数徴候の有(1), 無(0)を目的変数とし, 年齢, 面接聞き取り項目(4項目), 既往歴(3項目), 体力(3項目)の全11項目を説明変数とした多重ロジスティック回帰モデルによる分析を行った(表4)。その結果, 転倒恐怖感 ($OR=2.45, 95\%CI=1.38-4.49, P=0.003$), 通常歩行速度 ($OR=0.13, 95\%CI=0.04-0.45, P=0.002$) の2項目が有意であった。

図1は, 通常歩行速度を各々25パーセントイル毎に4区分したときの老年症候群の複数徴候の有

表2 老年症候群の複数徴候保持群・1つ保持群・健常群間の形態・体力・血液成分・聞き取り調査項目の比較

領域	項目	複数保持群 n=102	1つ保持群 n=263	健常群 n=303	P-値*	多重比較†
形態	年齢(歳)	79.4±4.2	77.9±4.4	77.2±3.8	<0.001	健常, 1つ<複数
	身長(cm)	147.4±5.1	147.5±5.5	148.4±5.1	0.085	
	体重(kg)	48.8±8.0	49.7±7.9	49.1±7.4	0.554	
	BMI(kg/m ²)	22.4±3.3	22.8±3.3	22.3±3.2	0.221	
体力	握力(kg)	16.1±4.4	17.0±4.4	18.2±3.9	<0.001	健常>1つ, 複数
	通常歩行速度(m/sec)	1.0±0.3	1.1±0.3	1.2±0.2	<0.001	健常>1つ>複数
	最大歩行速度(m/sec)	1.6±0.4	1.7±0.4	1.8±0.4	<0.001	健常>1つ>複数
	ファンクショナルリーチ(cm)	31.3±6.0	32.5±5.9	33.2±5.3	0.017	健常>複数
	膝伸長力(kgm)	48.0±14.3	52.1±17.0	53.1±16.4	0.010	健常>複数
	開眼片足たち(秒)	25.7±22.9	35.1±23.5	36.8±22.7	<0.001	健常, 1つ>複数
血液	総コレステロール(mg/dl)	208.3±36.8	212.5±32.5	218.8±33.1	0.015	健常>複数
	HDLコレステロール(mg/dl)	68.4±17.3	68.1±16.1	69.9±17.4	0.412	
	血清アルブミン(g/dl)	4.3±0.2	4.4±0.2	4.4±0.2	0.066	
聞き取り	健康度自己評価(%)	健康である 71.6	71.9	84.5	<0.001	健常>1つ, 複数
	定期的な体操や運動習慣(%)	有 75.5	75.7	76.9	0.927	
	出産経験(%)	有 88.2	79.1	81.5	0.129	
	転倒恐怖感(%)	有 77.5	62.4	52.1	<0.001	健常<1つ<複数
	転倒恐怖感のため外出控え(%)	有 17.7	17.3	2.5	<0.001	健常<1つ, 複数
	噛む力(%)	噛める 89.2	95.1	95.7	0.040	健常, 1つ>複数
	飲酒(%)	飲む 26.5	27.8	25.4	0.820	
	喫煙(%)	吸う 3.9	3.0	3.6	0.892	
	痛み(%)	有 61.8	61.2	54.1	0.167	
	3種類以上の服薬(%)	はい 65.7	54.8	44.9	0.001	健常<1つ<複数
	過去1年間入院歴(%)	有 23.5	12.2	11.2	0.005	健常, 1つ<複数
	高血圧既往(%)	有 56.9	51.7	46.9	0.183	
	脳卒中既往(%)	有 15.7	9.1	6.6	0.021	健常<複数
	心臓病既往(%)	有 31.4	24.0	23.8	0.271	
	糖尿病既往(%)	有 10.8	4.9	4.6	0.054	
	骨粗鬆症既往(%)	有 30.4	26.2	25.1	0.574	
泌尿器病既往(%)	有 29.4	24.0	18.2	0.040	健常<複数	

* 連続変数: 分散分析, カテゴリ変数: χ^2 検定

† 健常=健常群, 1つ=1つ保持群, 複数=複数保持群

症率を示している。通常歩行速度が最も遅い群の有症率(46.2%)が最も速い群の有症率(12.5%)より高かった。

IV 考 察

本研究では、地域在住高齢男女1,786人を会場に招待して、1,161人(65.0%)が参加し、625人(35.0%)が非受診者である。受診者と非受診者対象者の特性によっては、対象者のバイアスが本研究の結果解釈に影響を及ぼす可能性も否定できない。鈴木ら¹⁸⁾の報告によれば、非受診者は年齢が高く、うつ傾向の増加、主観的幸福感の低下、生活機能の低下などの特性を示すが、体力や転倒経験、慢性疾患の存在には有意差がないことを確

認し、非受診の大きな要因は身体機能の老化や老年症候群の経験、慢性疾患の存在ではなく、主観的・精神的虚弱化の影響が大きいと指摘している。したがって、本研究の結果解釈には高次生活機能低下が若干過少評価の可能性を考慮する必要があると考えられる。本研究の分析から、老年症候群の複数徴候保持者は幾つの特徴が明らかになっている。

まず、健康度自己評価である。健康度自己評価は客観的な健康状態を反映する指標として、死亡との関連性が強いことはよく指摘されているが²⁰⁾、Johnsonら²¹⁾は尿失禁との関連性(OR=2.7)を、Nourhashemiら²²⁾はIADLの障害と関連性(OR=5.04)が強いことを指摘している。本研究で、

表3 老年症候群の複数徴候保持群・1つ保持群・健常群間の形態・体力・血液成分の比較

領域	項目	健常群 n=303	高次生活機能低下 のみ群 n=60	転倒のみ群 n=68	尿失禁のみ群 n=135	複数群A n=15	複数群B n=40	複数群C n=34	複数群D n=13	分散分析 F-値	P-値	多重比較
形態	年齢 (歳)	77.2±3.8	78.6±4.8	77.7±4.2	77.7±4.3	79.1±4.8	79.0±3.7	79.9±4.4	79.5±4.7	3.719	0.001	健常<複数C
	身長 (cm)	148.4±5.1	146.7±5.6	147.6±5.9	147.8±5.2	147.4±4.1	147.8±5.4	147.1±5.5	146.6±4.8	1.079	0.375	
	体重 (kg)	49.1±7.4	46.9±7.2	49.7±8.2	50.9±7.8	47.6±9.7	48.5±7.3	48.9±8.9	50.6±5.5	1.928	0.063	
	BMI (kg/m ²)	22.3±3.2	21.8±2.9	22.8±3.4	23.3±3.3	21.9±4.1	22.2±2.9	22.5±3.5	23.6±2.7	2.021	0.050	
体力	握力 (kg)	18.2±3.9	16.1±4.3	16.5±4.5	17.7±4.3	14.5±5.2	16.3±4.0	16.8±4.0	15.5±5.4	4.424	<0.001	健常>生活機能低下, 複数A
	通常歩行速度 (m/sec)	1.2±0.2	1.1±0.3	1.1±0.2	1.2±0.3	0.9±0.4	1.1±0.3	1.1±0.2	1.0±0.2	7.955	<0.001	健常>生活機能低下, 複数A, 複数B; 転倒, 尿失禁>複数A
血液成分	最大歩行速度 (m/sec)	1.8±0.4	1.6±0.5	1.7±0.4	1.8±0.4	1.4±0.5	1.6±0.4	1.6±0.3	1.6±0.4	6.570	<0.001	健常>生活機能低下, 複数A, 複数B, 複数C
	フアンクショナルリーチ (cm)	33.2±5.3	31.8±6.1	33.0±5.6	32.6±5.9	28.1±7.9	31.0±5.7	33.3±5.5	31.0±4.4	2.755	0.008	健常, 転倒>複数A
	膝伸展力 (kgm)	53.9±16.4	49.0±16.7	52.2±16.5	53.4±17.3	42.3±13.2	47.6±14.3	49.6±13.0	50.9±17.8	2.053	0.047	健常>複数A
	開眼片足たち (秒)	36.8±22.7	32.0±25.1	36.7±23.8	35.6±22.7	19.7±23.3	26.4±22.6	30.3±23.8	18.9±30.3	3.232	0.002	健常>複数A
総コレステロール (mg/dl)	218.8±33.1	209.7±33.3	213.0±38.0	215.5±29.2	210.9±38.1	208.5±31.7	206.4±37.4	209.4±50.7	1.419	0.194		
HDLコレステロール (mg/dl)	69.9±17.4	69.0±15.9	65.4±15.6	69.1±16.4	64.6±18.5	70.1±14.2	70.8±18.7	61.7±19.8	1.167	0.320		
血清アルブミン (g/dl)	4.4±0.2	4.4±0.2	4.4±0.2	4.3±0.2	4.3±0.3	4.3±0.2	4.3±0.2	4.3±0.2	1.335	0.231		

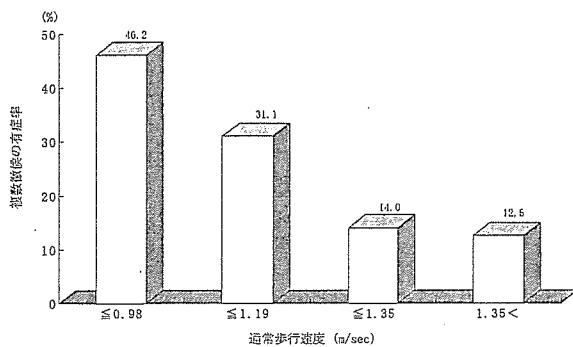
複数群A: 高次生活機能低下+転倒
 複数群B: 高次生活機能低下+尿失禁
 複数群C: 転倒+尿失禁
 複数群D: 高次生活機能低下+尿失禁+転倒

表4 老年症候群の複数徴候と関連する要因

領域	変数	オッズ比 (95%CI)	P-値
年齢	年齢 (1歳上がるごと)	1.04 (0.97-1.12)	0.256
聞き取り	転倒恐怖感 (1:有, 0:無)	2.45 (1.38-4.49)	0.003
	過去1年間の入院歴 (1:有, 0:無)	1.60 (0.78-3.24)	0.192
	健康度自己評価 (1:健康, 0:不健康)	0.81 (0.43-1.57)	0.522
	3種類以上の薬の服用 (1:はい, 0:いいえ)	1.60 (0.92-2.80)	0.095
既往歴	脳卒中の既往 (1:有, 0:無)	1.30 (0.53-3.14)	0.558
	泌尿器の既往 (1:有, 0:無)	1.60 (0.86-2.94)	0.133
	糖尿病の既往 (1:有, 0:無)	2.08 (0.79-5.34)	0.129
体力	通常歩行速度 (m/sec) (1単位毎に)	0.13 (0.04-0.45)	0.002
	膝伸展力 (kg) (1単位毎に)	1.00 (0.98-1.02)	0.724
	ファンクショナルリーチ (cm) (1単位毎に)	1.01 (0.96-1.07)	0.728

独立変数：老年症候群の複数徴候 (1=有, 0=無)
CI：信頼区間 (confidence interval)

図1 通常歩行速度の4分位別にみた老年症候群の複数徴候の有症率



主観的健康度がよいと答えた者の割合は、複数保持群 (71.6%) は健常群 (84.5%) より有意に低かったが1つ保持群 (71.9%) との間には有意差がみられなかった。老年症候群の徴候を有する者は、徴候の数に関らず健康度自己評価が低いことが確認され、老年症候群の徴候保持は主観的健康評価に負的影響を及ぼす可能性の高いことが示唆された。

次は、慢性疾患・入院歴・服薬である。慢性疾患・入院歴・服薬の状況と老年症候群との関連性

についての研究は数多く報告されている。特に、脳卒中は虚弱高齢者の尿失禁 (OR=1.31)¹³⁾、転倒 (OR=1.61) や転倒恐怖感 (OR=1.54)²³⁾、IADL の障害 (OR=2.59)²²⁾ と関連する要因であることを、Wetle ら²⁴⁾ は過去1年間の入院歴と尿失禁と関連することを、Ishizaki ら⁵⁾ は、BADL (OR=3.34) やIADL (OR=2.63) の予知因子であることを、4種類以上の服薬は転倒 (OR=1.3) や再転倒 (OR=1.5)²⁵⁾、転倒恐怖感の予知因子 (OR=2.18)²³⁾ であり、5種類以上の服薬は尿失禁 (RR (relative risk: 相対リスク)=1.3)、転倒 (RR=1.3)、生活機能低下 (RR=1.6) の危険因子であることが報告されている²⁶⁾。本研究で調べた複数保持者は、脳卒中や泌尿器既往、過去1年間の入院歴や3種類以上の薬を服薬している者の割合が有意に高かった。また有意ではないが、糖尿病の既往が2倍以上高くなっている (P=0.054)。しかし、横断データを用いた本研究の分析では現状把握に止まっている状態であり、慢性疾患による入院や服薬と老年症候群の複数徴候との因果関係について、縦断データを利用した詳細な検討が今後の課題である。

本研究では、複数保持者を徴候群別に分けて、複数保持群の体力特徴を詳細比較分析した。その結果、転倒の危険因子であるバランス能力¹¹⁾、高齢期の各種健康指標と強く関連する歩行速度²⁷⁾、IADL 低下⁵⁾ や尿失禁の予知因子¹⁶⁾ である筋力などすべての体力要素において、「高次生活機能低下+転倒」群の体力水準が最も低かったとの本研究の結果は、とくに「高次生活機能低下+転倒」群に対する健康づくりプログラムの積極的な支援が必要であることを強く示唆するものである。

さらに、複数保持者の徴候改善を目指す支援策につながる情報を得るために、老年症候群の複数徴候と関連する要因を分析した。その結果、転倒恐怖感と通常歩行速度が有意な変数であった。Howland ら²⁸⁾ は地域高齢者の55%が転倒恐怖感を持ち、転倒恐怖感を持っている者の56%が活動を制限することを指摘している。一方、75歳以上の要支援者は90%以上が転倒恐怖感を有し、男性66.7%、女性60.4%は転倒恐怖感のために外出を控える傾向にあると報告している²⁹⁾。本研究の対象者の転倒恐怖感は、健常者は51.3%と先行研究の報告範囲である。複数保持者は73.0%と高い

が、転倒恐怖感のために外出を控える者の割合は15.5%として先行研究や要支援者より低く、転倒恐怖感による活動制限の影響は少ないと推察された。しかし、転倒恐怖感と複数老年症候群徴候と強く関連することから、老年症候群の複数徴候保持者の転倒恐怖感の解消を目指す支援が必要であることが示唆された。

歩行速度が高齢者の各種健康指標と関連していることは多くの研究で検証されている。Shinkaiら²⁷⁾は、65~74歳の高齢者は最大歩行速度が、75歳以上の高齢者は通常歩行速度が最も有効な生活機能低下の予知因子であることを、鈴木ら³⁰⁾は、通常歩行速度が遅い群の転倒率(26.3%)が速い群の転倒率(11.4%)より高いことを指摘しているが、本研究の検討で、歩行速度と老年症候群の複数徴候と強く関連することが明らかになり、通常歩行速度が最も遅い群の有症率(46.2%)が最も速い群の有症率(12.5%)より高くなっている。この結果から、高齢期に出現頻度が増える老年症候群の複数徴候の予防・改善には、歩行機能の改善が有効であることを示唆する結果である。しかし、老年症候群の複数徴候があるので歩行速度が遅いという解釈も可能である。横断データを用いた本研究では老年症候の複数徴候と歩行速度との関連性を把握した結果であり、歩行機能を改善させることによって、老年症候群の複数徴候が改善されるかに関する縦断研究が必要であろう。

本研究は、老年症候群の複数徴候に焦点を当てて分析したが、幾つかの制限点を抱えている。まず、横断データに基づいた実態の分析に留まり、老年症候群の複数徴候の発症と関連する予知因子の特定が出来なかったことである。次に、尿失禁の調査には臨床法と面接法が代表的である。臨床法の場合、信頼性・客観性は優れるが大規模集団の調査には適用しにくく、面接法は大規模集団の調査によく活用されているが、質問紙の信頼性・客観性が疑問視され、Herzog & Fultz³¹⁾は、尿失禁調査の臨床法と自己報告法との一致度を調べたところ83.0%の高いことを、Resnickら³²⁾は1回目の調査と2週間後の2回目の調査との相関は0.80~0.86と高いことを検証し、自己報告に基づく面接法から得たデータの妥当性は高いと強調していることから、本研究では面接調査による自己申告データに基づいて尿失禁の徴候判定を行い、

本研究の結果の解釈には、大きな影響がないと判断される。しかし、客観的な手法での確認が出来なかったことが2番目の制限点である。これらの制限点の改善は、今後の研究成果に委ねる。

V ま と め

都市部在住高齢女性における老年症候群の複数保持者は15.3%と高かった。複数保持者の内訳をみると「高次生活機能低下+尿失禁」群の割合は6.0%と最も高く、「転倒+尿失禁」群の割合は5.1%、「高次生活機能低下+転倒」群の割合は2.2%、「高次生活機能低下+転倒+尿失禁」群の割合は2.0%と複数保持4群の中では最も低かった。複数保持者は健常者に比べて、健康度自己評価が低く、3種類以上の服薬・入院・既往歴が高く、転倒恐怖感を持っている者の割合が高かったが、体力レベルは有意に低かった。老年症候群の複数徴候保持者の中で、「高次生活機能低下+転倒」保持者の体力が最も低かった。老年症候群の複数徴候と関連する要因は、転倒恐怖感と通常歩行速度であり、通常歩行速度が遅い群の有症率が速い群の有症率より高かったとの本研究の結果は、今後の取り組みの方向性を示唆する情報であろう。

本研究は、厚生労働科学研究補助金(長寿科学総合研究事業 H14-長寿-006「寝たきり予防を目的とした老年症候群発生予防の健診(お達者健診)の実施と評価に関する研究」)による助成を受けた。本研究の一部は、第64回日本公衆衛生学会総会(平成17年9月、札幌市)に報告した。

(受付 2006. 6. 6)
(採用 2007. 1.12)

文 献

- 1) Lawton MP. Assessing the competence of older people. In Kent DP, et al. (eds). Research, planning, and action for the elderly: The power and potential of social science. New York: Behavioral Publications, 1972; 122-143.
- 2) 芳賀 博, 柴田 博, 上野満雄, 他. 地域老人の活動能力とその関連要因. 老年社会科学 1990; 12: 182-198.
- 3) 古谷野互, 柴田 博, 中里克治, 他. 地域老人における活動能力の測定—老研式活動能力指標の開発—. 日本公衛誌 1987; 34: 109-114.
- 4) 藤原佳典, 新開省二, 天野秀紀, 他. 自立高齢者

- における老研式活動能力指標得点の変動—生活機能の個別評価に向けた検討—。日本公衛誌 2003; 50: 360-367.
- 5) Ishizaki T, Watanabe S, Suzuki T, et al. Predictors for functional decline among nondisabled older Japanese living in a community during a 3-year follow-up. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48: 1424-1429.
- 6) Prudham D, Evans JG. Factors associated with falls in the elderly: A community study. *Age Aging* 1981; 10: 141-146.
- 7) Jette AM, Harris BA, Cleary PD, et al. Functional recovery after hip fracture. *Arch Phys Med Rehabil* 1987; 68: 735-740.
- 8) 五十嵐三都男. 老年者の大腿骨頸部骨折—2,000骨折について—. *日老医誌* 1995; 32: 15-19.
- 9) Blake AJ, Morgan K, Bendall MJ, et al. Falls by elderly people at home: Prevalence and associated factors. *Age Aging* 1988; 17: 365-372.
- 10) Gunter KB, White KN, Hayes WC, et al. Functional mobility discriminates nonfallers from one-time and frequent fallers. *J Gerontol Med Sci* 2000; 55A: M672-M676.
- 11) 金 憲経, 吉田英世, 鈴木隆雄, 他. 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—. *日老医誌* 2001; 38: 805-811.
- 12) Thom D. Variation in estimates of urinary incontinence prevalence in the community: Effect of differences in definition, population characteristics, and study type. *J Am Geriatr Soc* 1998; 46: 473-480.
- 13) Landi F, Cesari M, Russo A, et al. Potentially reversible risk factors and urinary incontinence in frail older people living in community. *Age Aging* 2003; 32: 194-199.
- 14) Koyama W, Koyanagi A, Mihara S, et al. Prevalence and conditions of urinary incontinence among the elderly. *Methods Inf Med* 1998; 37: 151-155.
- 15) Wyman JF, Harkins SW, Fantl JA. Psychosocial impact of urinary incontinence in the community-dwelling population. *J Am Geriatr Soc* 1990; 38: 282-288.
- 16) 金 憲経, 吉田英世, 胡 秀英, 他. 農村地域高齢者の尿失禁発症に関連する要因の検討—4年後の追跡調査から—. *日本公衛誌* 2004; 51: 612-622.
- 17) 吉田英世, 鈴木隆雄, 石崎達郎. 地域在住高齢者における老年症候群の諸徴候と生命予後—5年間の追跡研究から—. 第14回日本疫学会学術総会講演集 2004; 14: 176.
- 18) 鈴木隆雄, 岩佐 一, 吉田英世, 他. 地域高齢者を対象とした要介護予防のための包括的健診(「お達者健診」)についての研究—1. 受診者と非受診者の特性について—. *日本公衛誌* 2003; 50: 39-48.
- 19) 厚生労働省大臣官房統計情報部. 平成16年度国民生活調査 第1巻 解説編—第4章 介護—. 東京: 2006; 197-212.
- 20) Wolinsky FD, Johnson RJ. Perceived health status and mortality among older men and women. *J Gerontol Soc Sci* 1992; 47: S304-S312.
- 21) Johnson II TM, Kincade JE, Bernard SL, et al. The association of urinary incontinence with poor self-rated health. *J Am Geriatr Soc* 1998; 46: 693-699.
- 22) Nourhashemi F, Andrieu S, Gillette-Guyonnet S, et al. Instrumental activities of daily living as a potential maker of frailty: A study of 7364 community-dwelling elderly women (the EPIDOS study). *J Gerontol Med Sci* 2001; 56A: M448-M453.
- 23) Friedman SM, Munoz B, West SK, et al. Falls and fear of falling: Which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 1329-1335.
- 24) Wetle T, Scherr P, Branch LG, et al. Difficult with holding urine among older persons in a geographically defined community: Prevalence and correlates. *J Am Geriatr Soc* 1995; 43: 349-355.
- 25) Tromp AM, Pluijm SMF, Smit JH, et al. Fall-risk screening test: A prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. *J Clin Epidemiol* 2001; 54: 837-844.
- 26) Tinetti ME, Inouye SK, Gill TM, et al. Shared risk factors for falls, incontinence, and functional dependence: Unifying the approach to geriatric syndromes. *JAMA* 1995; 273: 1348-1353.
- 27) Shinkai S, Watanabe S, Kumagai S, et al. Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Aging* 2000; 29: 441-446.
- 28) Howland J, Lachman ME, Peterson EW, et al. Covariates of fear of falling and associated activity curtailment. *Gerontologist* 1998; 38: 549-555.
- 29) 金 憲経, 胡 秀英, 吉田英世, 他. 介護保険制度における後期高齢要支援者の生活機能の特徴. *日本公衛誌* 2003; 50: 446-45.
- 30) 鈴木隆雄, 杉浦美穂, 古名丈人, 他. 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—. *日老医誌* 1999; 36: 472-478.
- 31) Herzog AR, Diokno AC, Brown MB, et al. Urinary incontinence as a risk factor for mortality. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 264-268.
- 32) Resnick NM, Beckett LA, Branch LG, et al. Short-term variability of self report of incontinence in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 202-207.

A Randomized Trial of Olfactory Stimulation Using Black Pepper Oil in Older People with Swallowing Dysfunction

Takae Ebihara, MD, PhD,* Satoru Ebihara, MD, PhD,* Masahiro Maruyama, MD,* Mitsuru Kobayashi, BS,[†] Azusa Itou, BS,[§] Hiroyuki Arai, MD, PhD,[†] and Hidetada Sasaki, MD, PhD*

OBJECTIVES: To determine the effect of olfactory stimulation with volatile black pepper oil (BPO) on risk factors for pneumonia.

DESIGN: A 1-month randomized, controlled study.

SETTING: Nursing homes in Japan that serve as long-term care facilities for older residents who are physically handicapped, mainly because of cerebrovascular disease.

PARTICIPANTS: One hundred five poststroke residents.

MEASUREMENTS: Latency of the swallowing reflex (LTSR), the number of swallowing movements, serum substance P (SP), and regional cerebral blood flow (rCBF).

RESULTS: Nasal inhalation of BPO for 1 minute shortened LTSR, compared with that of lavender oil and distilled water ($P < .03$). Compared with the period before the study, the 1-month intervention using BPO improved LTSR with an increase of serum SP ($P < .01$). The number of swallowing movements for 1 minute during the nasal inhalation of BPO increased ($P < .001$). Multiple comparisons showed a poststudy increase in rCBF within the insular cortex ($P < .001$). Compared with the prestudy rCBF, BPO intervention increased rCBF in the right orbitofrontal and left insular cortex ($P < .001$).

CONCLUSION: Inhalation of BPO, which can activate the insular or orbitofrontal cortex, resulting in improvement of the reflexive swallowing movement, might benefit older poststroke patients with dysphagia regardless of their level of consciousness or physical and mental status. *J Am Geriatr Soc* 54:1401–1406, 2006.

Key words: olfactory stimulation; elderly pneumonia; swallowing reflex; swallowing movement; anterior insular cortex

Despite the development of potent antimicrobial agents, pneumonia is still a leading cause of death in older people. Pneumonia in older people, especially those in nursing homes, is largely related to aspiration, both macro and micro, due to attenuation of the cough reflex and the reflexible movement of swallowing, which are mediated via substance P (SP).¹ Therefore, aspiration due to dysphagia should be a main target of the strategy to prevent pneumonia in older people. Intervention to remediate dysphagia in older people has been mostly unsuccessful, because knowledge of the etiology of dysphagia has been scant. Although dysphagia has traditionally been associated with basal ganglia infarction, it has recently been reported that dysfunction in the insular cortex plays a key role in dysphagia.^{2–4} Hypoperfusion of the insular cortex is closely related to aspiration pneumonia.⁵

The insular cortex also plays a crucial role in appetite. Hunger is associated with an increase in cerebral blood flow in the insular cortex.⁶ Moreover, appetite stimuli, whether pharmacological or nonpharmacological, increase the blood flow in the insular cortex.^{7,8} Hence, it was speculated that a strong appetite stimulus for older people may elicit recovery of the insular cortex function by restoring blood flow there. The smell of black pepper oil (BPO) is one of the strongest appetite stimuli in humans.⁹ Therefore, enhancement of the insular cortex may possibly be an intervention strategy to improve swallowing in patients with dysphagia and, ultimately, to prevent aspiration pneumonia.

A randomized, controlled study was conducted to investigate the olfactory effect of volatile BPO on dysphagic patients in nursing homes.

METHODS

A Randomized Prospective Trial with Olfactory Stimulation

A randomized, controlled study was conducted from June 2001 to March 2002 in nursing homes in Japan that serve as long-term care facilities for older patients who are physically handicapped, mainly due to cerebrovascular disease. To a large extent, they are dependent on the service of caregivers for activities of daily living (ADLs). The criterion for patient selection was that physical symptoms and cognitive impairment must have been stable for the preceding

From the Departments of *Geriatric and Respiratory Medicine and †Geriatric and Complementary Medicine, Tohoku University School of Medicine, Sendai, Japan; and ‡Hikari Pharmacy and §Kansei Welfare Research Center, Tohoku Welfare University, Sendai, Japan.

Address correspondence to Takae Ebihara, MD, PhD, Department of Geriatric and Respiratory Medicine, Tohoku University School of Medicine, Sendai, Japan 980–8574. E-mail: takae_Montreal@hotmail.com

DOI: 10.1111/j.1532-5415.2006.00840.x

3 months. Exclusion criteria were refusal to participate, unstable health conditions such as pyrexia or heart and respiratory disease, and obvious sinus problems such as sinus infection or nasal congestion on the day of the examination. Before commencement of the study, 105 of 109 residents (25 men, 22 of whom were right-handed, and 84 women, 77 of whom were right-handed) met the entry criteria. One of the 109 residents with chronic sinusitis, one with a persistent cough, and two with pyrexia were excluded. Consequently, 105 eligible patients were randomized using a random-number table and allocated to one of three groups—a BPO-treated group, a lavender oil (LO)-treated group, and an odorless group—depending on nasal inhalation of odorants: BPO, LO, or distilled water (Figure 1). Caregivers were blinded to the study purpose, assignment group, and results at baseline and at the conclusion of the study. No other interventions occurred during the study period. Of 105 eligible patients, 33 had a history of aspiration pneumonia. In these 33 patients, single photon emission computed tomography (SPECT) scans within 1 month before the intervention started were examined. Ten of these 33 patients were eventually assigned to a BPO-treated group by randomization procedure for the intervention. All 10 with a history of aspiration pneumonia in the BPO-treated group were reevaluated using SPECT scanning at the completion of the 1-month study.

The human institutional review board of Tohoku University approved the protocol before commencement of the study. Individual informed consent was obtained from all participants and their families before this study.

Intervention by Olfactory Stimulation

Before the study started, participants were assessed according to individual ADL score, cognitive function, the ability to identify smells, the swallowing reflex, and the cough reflex. Nasal inhalation of 100 μ L of BPO or LO odorant (Product No. T03218, Lot No.010902, Yamamoto Perfumery Co., Osaka, Japan) or distilled water was administered to the nostrils with a paper stick. Caregivers assisted with nasal inhalation of the nominated odorants by participants for 1 minute immediately before each meal. At the end of the 30-day study, the swallowing and cough reflexes were reassessed in each patient.

Assessment of ADL Score and Cognitive Function

Participants were assessed for seven ADL items (walking, ascending and descending stairs, feeding, dressing, toileting, bathing, and grooming), as previously described.¹⁰ Individual total ADL score was calculated by adding the ADL scores of all the items; totals ranged from 0 to 21. To assess global cognitive function, the Mini-Mental State Examination (MMSE) was administered to provide a total score ranging from 0 to 30, with lower scores indicative of greater cognitive impairment.¹¹

Olfactory Identification Test

Before commencement of this study, individual ability to identify smells was assessed using a modification of the University of Pennsylvania Smell Identification Test¹² with three representative odorants for stimuli: mint, cedar, and

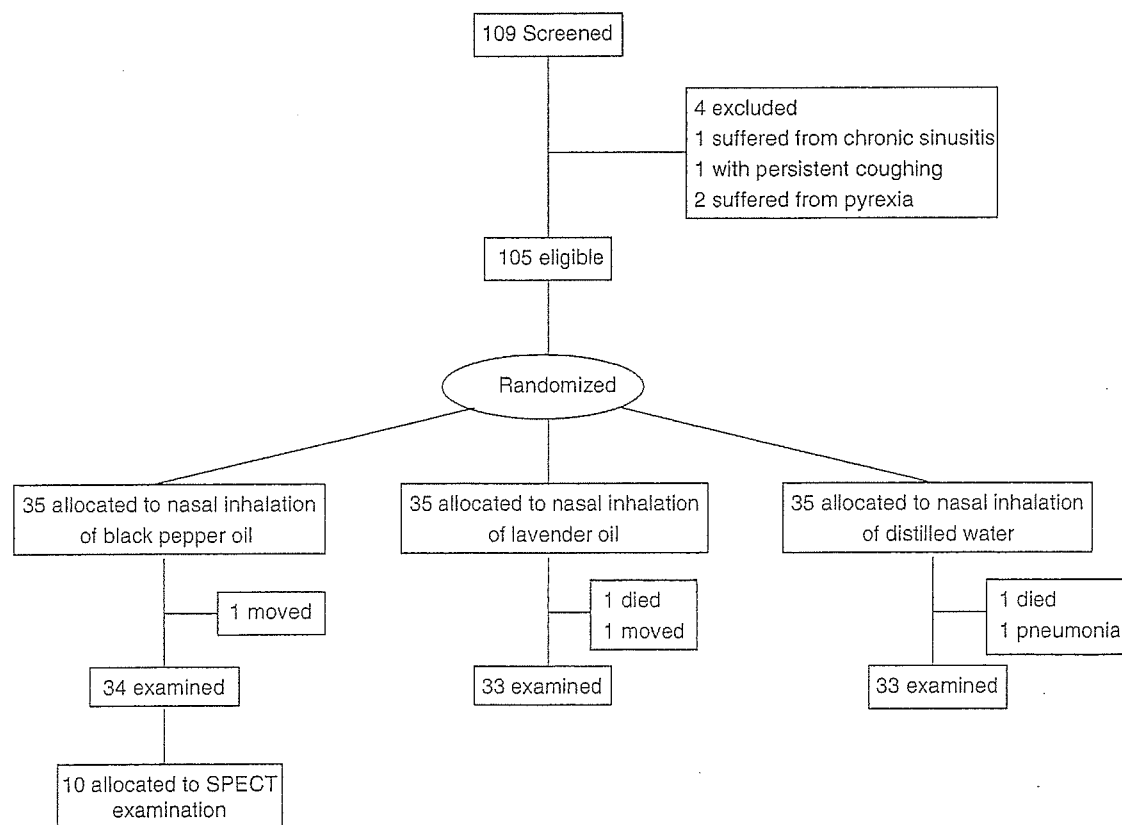


Figure 1. Study flow. SPECT = single photon emission computed tomography.

lemon. Briefly, the three odorants were presented in random order to the participants. Participants smelled the odor and chose one of the four response alternatives (one correct response and three distracters) from the photographs corresponding to the odor stimulants. Each olfactory score was evaluated using a 3-point scale: 2 = completely identified, 1 = smelled but unable to distinguish, 0 = did not smell or distinguish. Individual olfactory score was calculated by adding the odor identification scores of all the items; totals ranged from 0 to 6.

Measurement of Upper Respiratory Protective Reflexes and Involuntary Swallowing Movement

The swallowing reflex and cough reflex sensitivity were assessed between 9:30 and 10:30 a.m. The swallowing reflex was provoked using a 1-mL bolus of distilled water injected into the pharynx through a nasal catheter. The subjects were unaware of the actual injection. Swallowing was identified according to submental electromyographic activity and visual observation of characteristic laryngeal movement. The swallowing reflex was quantified as latency of swallowing reflex (LTSR), timed from the injection to the onset of swallowing.¹³ The individual cough reflex sensitivity to citric acid was evaluated using a tidal breathing nebulized solution delivered through an ultrasonic nebulizer (MU-32, Sharp Co. Ltd, Osaka, Japan).¹⁴ Individual cough reflex threshold was defined as the concentration of citric acid (0.7–360.0 mg/mL in saline) at which the participant coughed more than five times during the 1-minute inhalation period. The number of involuntary swallowing movements was counted at rest in a supine position during inhalation of an odorant (BPO, LO, or distilled water) for 1 minute.

Measurement of Serum SP Concentration

Blood was collected before evaluation of cough-reflex sensitivity in a tube containing 0.5 U/mL aprotinin and 3 mM ethylenediaminetetraacetic acid before breakfast and immediately centrifuged to separate serum from the cell fraction. Serum SP was quantified as previously described.¹⁵

Regional Cerebral Blood Flow Study

Ten patients (4 men) with a history of aspiration pneumonia (mean age \pm standard deviation 81.7 ± 8.5 , mean MMSE score 13.5 ± 1.4 , mean ADL score 15.5 ± 0.8) were randomly recruited from the BPO-treated group for SPECT-scanning examination with ¹²³I iodoamphetamine. Before the BPO intervention, magnetic resonance imaging revealed that, of the 10 patients, seven had multiple lacunar infarcts in the basal ganglia ($n = 1$), thalamus ($n = 1$), or deep white matter ($n = 5$) and that the other three had cortical infarcts in the bilateral frontal and right parietal regions ($n = 1$), right frontal regions ($n = 2$), left frontal regions ($n = 1$), and right parietal regions ($n = 1$). All 10 patients showed prolonged LTSR (> 5.0 seconds) before the BPO intervention (mean 5.9 ± 1.1).

The SPECT-scanning examination was performed before the start of the study and at the end of the 1-month study with volatile BPO. All SPECT scans were performed with patients in stable condition with their eyes closed. Regional cerebral blood flow (rCBF) was measured by re-

cording the distribution of radioactivity after the intravenous injection of ¹²³I-N-isopropyl-p-iodoamphetamine (IMP) with a triple-headed gamma camera (Multi-SPECT3, Siemens USA, Knoxville, TN), which has an axial field of the entire brain and cerebellum. Patients were placed in a supine position in a soft head restraint approximately 15 minutes after intravenous injection of 111 MBq of IMP into an antecubital vein.¹⁶ Data were acquired by scanning in a three-dimensional mode for 30 minutes.

Statistics

The planned sample size for the study was based on power calculations related to the estimation of the confidence interval expected for the intervention group. This was based on the mean difference in LTSR between groups. The calculation yielded a sample size of 28 patients in each group, assuming a *t* test for two independent groups, with a two-sided alpha level of 0.05 and a statistical power of 80%.

Values were expressed as mean \pm standard error. Data were transformed to logarithmic values of citric acid concentration for cough-reflex sensitivity. All data except for rCBF in SPECT scans were analyzed using statistical analysis software (Statview, version 5.0 for Windows, SAS Institute, Inc., Cary, NC). Comparisons of age, sex, ADL score, MMSE score, ability to identify odors, cough reflex sensitivity at baseline, and number of involuntary swallowing movements were performed between the BPO-treated group, the LO-treated group, and the odorless group according to the Kruskal–Wallis test. Comparisons of LTSR and serum SP of the three groups at baseline were performed using one-factor analysis of variance (ANOVA). Comparisons of LTSR, cough-reflex sensitivity, and serum SP between the pre- and poststudy periods in each group were performed using two-way repeated-measures ANOVA. The proportion of participants in the three groups with improved cough reflex sensitivity was compared using the chi-square and Fisher exact tests. Comparisons of the three groups with regard to LTSR and serum SP at Day 30 and cough reflex sensitivity at Day 30 were performed using one-factor ANOVA and the Kruskal–Wallis test, respectively.

Statistical analysis for voxel-by-voxel comparison of rCBF in SPECT scans was performed using Statistical Parametric Mapping 99 software (London, UK) implementation of a general linear model. After spatial normalization, stereotactically normalized images were smoothed using a Gaussian kernel with a full width of 12 mm at half maximum.¹⁶ Multiple comparison in the global brain was performed. The regional-to-cerebellar IMP uptake ratio (cerebral blood flow ratio) was used as a measure of the relative perfusion rate in the insular region and orbitofrontal region. Comparison of rCBF distributions in the insular region and the orbitofrontal cortices between pre- and post-BPO intervention for 1 month was performed using the paired Student *t* test.

Significance levels were defined as $P < .05$.

RESULTS

In this randomized, prospective trial, there were no significant differences in multiple parameter baseline factors (age; sex distribution; ADL status; cognitive function; the

Table 1. Characteristics of Participants and Outcomes of Each Treatment in Nursing Home Patients

Characteristic	Odorless n = 35	Black Pepper Oil n = 35	Lavender Oil n = 35	P-value*	P-value†
Age, mean ± SD	84.5 ± 4.2	84.3 ± 7.1	86.2 ± 4.9		
Sex: male:female	8:27	9:26	7:28		
Activities of daily living, mean ± SD	8.4 ± 6.6	10.8 ± 6.3	9.5 ± 6.5		
Mini-Mental State Examination score, mean ± SD	12.4 ± 7.3	11.2 ± 7.7	11.2 ± 7.7		
Olfactory identification, mean ± SD	2.1 ± 2.4	2.2 ± 2.0	1.7 ± 2.3		
Latency of swallowing reflex, seconds, mean ± SD					
Baseline	15.8 ± 19.6	17.6 ± 21.5	14.8 ± 15.1		
1 minute later	15.2 ± 17.4	6.4 ± 7.8*	13.2 ± 12.5	.03	
Day 30 (dropouts)	14.4 ± 17.3 (2)	4.4 ± 2.6* (1)	13.6 ± 15.4 (2)	.005	<.001
Log concentration of citric acid for cough threshold, mean ± SD, mg/mL					
Baseline	1.3 ± 0.5	1.2 ± 0.6	1.1 ± 0.5		
Day 30 (dropouts)	1.3 ± 0.5 (2)	1.2 ± 0.5 (1)	1.1 ± 0.9 (2)		
Serum substance P, mean ± SD, pg/mL					
Baseline	34.3 ± 8.1	35.3 ± 9.0	32.9 ± 10.1		
Day 30 (dropouts)	30.9 ± 8.7 (2)	40.8 ± 10.6‡ (1)	34.9 ± 8.4 (2)	.03	.04
Number of swallows for 1 minute, mean ± SD					
Baseline	0.5 ± 0.3	0.4 ± 0.3	0.4 ± 0.5		
During smell	0.5 ± 0.5	3.7 ± 2.5 ⁺	0.3 ± 0.3	<.001	<.001

* Representative of the comparison between that at baseline and that 1 minute later or at Day 30.

† Representative of the overall group comparison.

‡ Significance at $P < .05$.

SD = standard deviation.

ability to identify odors; and medications such as angiotensin-converting enzyme inhibitors, neuroleptics, and amantadine) between participants in the odorless group, the BPO-treated group, and the LO-treated group (Table 1). In addition, LTSR, cough-reflex sensitivity, and serum SP concentration at baseline were not significantly different in the three groups ($P > .05$).

The nasal inhalation of BPO caused a significant shortening of LTSR at 1 minute soon after its first nasal inhalation by the naive participants ($P = .03$) (Table 1). The LTSR in the BPO-treated group at 30 days was significantly less than the baseline value, whereas those of the other groups were not ($P = .005$). The LTSR of the BPO-treated group at 30 days was also significantly shorter than those of the LO-treated and the odorless groups at 30 days ($P < .001$) (Table 1).

The nasal inhalation of any odorants (BPO, LO, and distilled water) during the 30-day period did not significantly affect cough-reflex sensitivity (Table 1). The number of involuntary swallowing movements for 1 minute in the BPO-treated group was significantly greater than in the odorless group and the LO-treated group ($P < .001$) (Table 1). Serum SP at 30 days in the BPO-treated group was significantly greater than at baseline ($P = .03$), whereas it did not change significantly in the LO-treated and odorless groups ($P = .53$). Serum SP in the BPO-treated group at 30 days was also significantly greater than in the LO-treated and odorless groups ($P = .04$) (Table 1).

The LTSR in the group of BPO-treated patients was significantly longer than the initial LTSR, according to the

SPECT scan (5.9 ± 1.1 vs 2.7 ± 1.1 seconds). Voxels within the insular cortex in the brains of these patients were significantly larger ($P < .001$) (Figure 2). Comparison of rCBF before the nasal inhalation of volatile BPO with that after the study showed that rCBF in the right medial orbitofrontal cortex (anterior cingulate cortex) and the left insular cortex was significantly greater ($x, y, z = -10, 54, -10, z = 4.29$; $k = 330$ voxels, $x, y, z = 46, 32, -4, z = 4.00$; $k = 139$ voxels, respectively) ($P < .001$) (Figure 2).

DISCUSSION

It was found that olfactory stimulation using BPO significantly improved the sensory and reflexive motor movement of swallowing, presumably via activation of the right insular cortex, the function of which is reported to be impaired in patients with dysphagia. It was previously reported that patients with depressed swallowing reflex over 5 seconds were at high risk for the development of pneumonia.¹⁷ This function was impaired in the present patients, suggesting dysphagia and a high risk of pneumonia. Therefore, olfactory stimulation using BPO is a possible new remedy for treatment of elderly patients at high risk of pneumonia.

Olfactory stimulation, so called aromatherapy, is not limited to any particular subjects, because nasal inhalation of odorants is simple and easy for older people regardless of their level of consciousness or physical and mental status. Unlike the case of medication, there is no need to worry about any side effects or about a participant's ability to adhere to oral instructions. Some subjects with severe

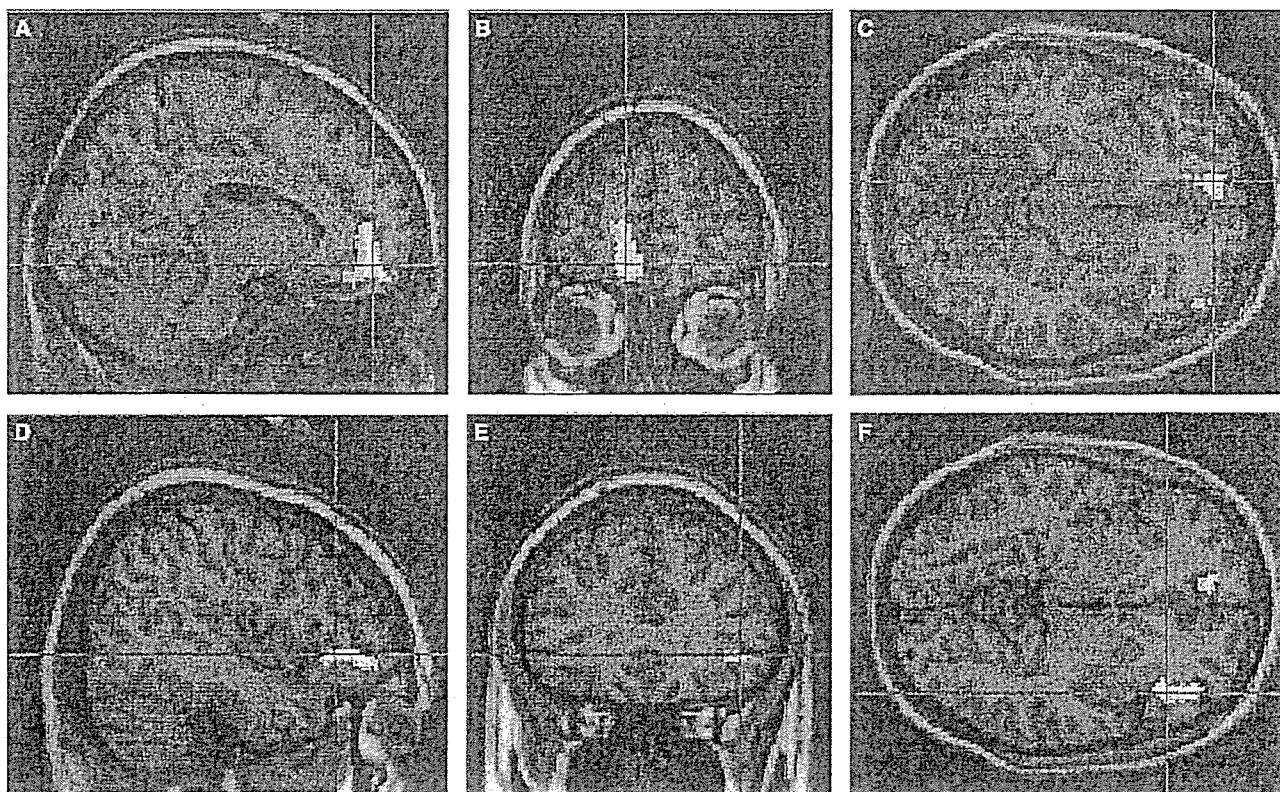


Figure 2. Brain single photon emission computed tomography scans obtained 30 days after nasal stimulation with black pepper oil. Enhanced intensity in the right medial orbitofrontal cortex (anterior cingulate cortex) (A, B, and C) and left insular cortex (D, E, and F) shows greater regional cerebral blood flow. (A and D, sagittal; B and E, coronal; C and F, horizontal slice).

dysphagia, such as those who had undergone tracheostomy or who required a nasogastric tube for feeding, were able to accept this remedy.

Black pepper is generally recognized as a fairly simple spice whose flavor comes from the molecule piperine, a transient receptor potential (TRP) vanilloid 1 agonist similar to capsaicin.¹⁸ The benefit of stimulation of the TRP channel family using capsaicin,^{19,20} as well as using hot or cold temperature, has been previously reported.²¹ In light of these findings, it is conceivable that volatile BPO improves the swallowing movement by stimulating the brain via the olfactory sensory system. Videofluoroscopy examination indicated that the nasal inhalation of volatile BPO significantly reduced the pooling of isotopes on the recessus piriformis in the three elderly subjects who were examined (data not shown). Olfactory treatment using volatile BPO for 30 days also brought about a significant shortening of LTSR from baseline. Daily stimulation might result in cortical reorganization, making these reflexes easy to provoke.²²

Meanwhile, the nasal inhalation of LO did not have any effect on coughing or on the reflexive swallowing movement. The effect of LO is known to counter insomnia and promote restful sleep. As predicted, unlike with BPO, nasal inhalation of LO did not stimulate the level of consciousness of participants.

Silent aspiration of oropharyngeal secretion, which is a cause of aspiration pneumonia, is often the consequence of insufficient SP release due to cerebrovascular disease.¹ Several types of pharmacological and mechanical stimulation

increase the local SP concentration in human sputum or saliva and improve the swallowing reflex and cough-reflex sensitivity. The increase in serum SP with volatile BPO in this study might be closely related to improvement of the swallowing reflex. Capsaicin has been reported to release SP not only from sensory neurons but also from human lymphocytes.²³ Intervention with an ACE inhibitor also resulted in an increase in serum SP.²⁴ Nasal inhalation of volatile BPO might affect the whole body, resulting in an increase in serum SP by some unknown process involving the dopaminergic nerve in the brain.

Previous research has shown that the swallowing movement, including drinking water, activates portions of the insular, operculum, inferior precentral gyrus, and cerebellum and that frequent tongue movement produces substantial increases in insular activity, as shown using positron emission tomography imaging.^{4,25} Using SPECT imaging, the current study revealed a dysfunction in the bilateral insular region in patients with a history of aspiration pneumonia.⁵ The signal from olfactory information is projected to the primary olfactory cortex, such as the pyriform cortex and a portion of the right amygdala, right orbitofrontal cortex, anterior cingulate cortex, and left insular cortex (adjacent to the gustatory cortex).²⁶ Taken together, these findings indicate that olfactory stimulation using volatile BPO might alleviate swallowing dysfunction by enhancing activation mainly of the left insular cortex via the olfactory system.

Olfactory impairment or depression of the ability to identify odors has been reported in 80% of participants