

Measuring Indoor Life-Space Mobility at Home in Frail Older Adults With Difficulty to Perform Outdoor Activities

Hiroyuki Hashidate, PT, PhD¹; Hiroyuki Shimada, PT, PhD²;
Taizo Shiomi, PT, PhD¹; Misato Shibata, PT³; Keisuke Sawada, PT³;
Norio Sasamoto, MD, PhD³

ABSTRACT

Background: Measurement of indoor physical activity at home in older adults who have difficulty performing outdoor activities is a key to documenting baseline physical activity levels to guide physical activity intervention outcome aimed at reducing the rate of decline in mobility.

Purpose: The purpose of this study was to describe indoor life-space mobility at home (LSH) and examine the association between LSH and mobility-related physical functions in older adults who have difficulty performing outdoor activities.

Methods: The participants were 20 community-dwelling older adults (mean age [SD], 76.6 [5.1] years) receiving home-care rehabilitation. Participants were assessed for LSH and physical function related to mobility. Assessments included isometric knee extensor strength, the Timed Up and Go (TUG) Test, functional status (a 13-item Motor subscale of Functional Independence Measure, the Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence, and outdoor life-space mobility [life-space assessment [LSA]). Life-space mobility at home documented how far and how often participants moved from a bedroom to 4 destinations (entrance, dining room, bathroom, and toilet) at home with or without assistance during the week prior to the assessment.

Results: Reliability of LSH was high (intraclass correlation coefficient [ICC] (1,1) = 0.80, ICC (1,2) = 0.89). Simple bivariate correlations showed a significant relationship between LSH and isometric knee extensor strength ($r = 0.59, P = .01$) and TUG Test ($r = -0.74, P = .01$). Life-space mobility at home showed moderate correlations with the Functional Independence Measure ($r = 0.58, P = .01$) and Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence ($r = 0.49, P = .03$), but no significant correlation with the LSA ($r_s = 0.33, P = .17$).

Discussion: Regarding intrarater reliability, the ICCs for measuring the LSH indicated high reproducibility. The results

suggest that the LSA mainly reflects outdoor life-space mobility and activity rather than indoor life-space whereas the LSH reflects indoor life-space mobility and is considered an indicator of a major decline in indoor activities and physical abilities.

Conclusions: The LSH concept can measure with high reliability and concurrent or discriminant validity, and it is a different concept from outdoor life-space mobility. Life-space mobility at home may be an important factor associated with physical functions related to mobility and functional status, and measuring LSH may be useful to assess current indoor life-space activity in older adults who have difficulty performing outdoor activities.

Key Words: activities of daily living, indoor life-space mobility, older adults, outdoor life-space mobility, reproducibility

(*J Geriatr Phys Ther* 2012;35:1-6.)

INTRODUCTION

Frail older adults are at much higher risk for falls, infections, disabilities, hospitalization, institutionalization, and death than nonfrail older adults.¹⁻³ In addition, one of the most consistent observations in health promotion is that frail older adults spend a large proportion of the day alone and inactive.⁴⁻⁶ These observations suggest that frail older adults are at risk of becoming socially isolated and more disabled as evidence suggests that physical inactivity is strongly associated with mobility disability in older adults.⁷⁻¹¹ Decreased physical activity and mobility to perform physical activities are especially important risk factors associated with the progression of frailty and disability. One of the challenges of health promotion for older adults is the provision of ongoing interventions that maintain and/or improve physical functions and activities of daily living (ADL) and prevent secondary disuse before frailty and disability progress further. Effective physical activity interventions may play a major role in reducing the risk of mobility disability and associated sequelae. Accordingly, valid and accurate measurement of physical activity in persons at risk for physical disability is a key to documenting current physical activity levels and measuring intervention outcomes aimed at reducing the rate of decline in mobility.

Life-space measures have been used to assess physical activity and mobility. The life-space concept recognizes

¹Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Kyorin University, Tokyo, Japan.

²Center for Development of Advanced Medicine for Dementia, National Center for Geriatric and Gerontology, Aichi, Japan.

³Ohkuni Home-Visit Rehabilitation, Yamanashi, Japan.

The authors declare no conflict of interest.

[AQ1] Address correspondence to: Hiroyuki Hashidate, PT, PhD, Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Kyorin University, 476, Miyashita-Cho, Hachioji, Tokyo 192-8508, Japan (hashidate@ks.kyorin-u.ac.jp).

DOI: 10.1097/QMH.0b013e31826d1d3a

that in addition to the domains of ambulation and physical function, mobility can be affected by other factors such as cognitive function and environmental factors.¹²⁻¹⁴ Previous studies have developed assessment tools to detect life-space mobility and have confirmed the relationship between physical performance and life-space mobility.¹⁵⁻¹⁷ Most of these assessments for life-space mobility describe what people actually do with respect to outdoor life-space mobility rather than indoor life-space mobility in their daily lives. Because there are some older adults who have difficulty performing outdoor activities, it is necessary to assess indoor life-space mobility at home (LSH) for successful intervention to improve physical activity and mobility among older adults. There is a need for an instrument that captures the broad spectrum of LSH experienced by community-dwelling older adults and provides an assessment of both the frequency with which they move to indoor locations and the need for assistance in their homes. Such an instrument would allow care staff to identify barriers to mobility within a person's home.

In a previous study, the nursing home life-space diameter (NHLSD) was developed as an assessment of indoor life-space mobility in the nursing-home setting.¹⁸ The NHLSD was divided into the following zones: the resident's room, outside the room but within the unit, outside the unit but within the nursing home facility, and outside the facility. Care staff rated residents on how often they moved within each of the zones over a 2-week period. The NHLSD scores were moderately associated with ADL and with data on the frequency of participation in social activities.

In the community, LSH may be different in each home because of differences in each house structure; therefore, the NHLSD may not assess indoor life-space mobility in each person's home sufficiently. Moreover, life-space mobility is affected not only by distance and frequency of moving but also by level of independence.^{16,17} Although the NHLSD is an assessment of indoor life-space mobility to investigate the extent and the frequency of movement, the influence of the degree of independence for movement is not considered for assessing the LSH.

PURPOSE AND METHODS

The purpose of this study was to describe LSH and to examine the association between LSH and mobility-related physical functions or the functional status in community-dwelling older adults who have difficulty performing outdoor activities.

The participants in this study were 20 community-dwelling older adults aged 65 years and older who utilized home-care rehabilitation. Exclusion criteria were severe cognitive impairment as well as any neurological, cardiovascular, or major musculoskeletal impairments that precluded participants from walking for 10 m without the assistance of another person. This study was performed according to the principles of the Declaration

of Helsinki, and all participants provided their written informed consent.

Life-space mobility at home was investigated to document how far and how often participants moved from a bedroom to 4 destinations at home (entrance, dining room, bathroom, and toilet) that are common for basic ADL in older adults with or without any assistance during the week prior to the assessment. Researchers measured the distance between bedroom and each destination and asked participants and the family caregivers, "During the past week, have you been to entrance (or dining room, bathroom, or toilet) of your home in addition to the room where you sleep?" For each destination, the participants and the family caregivers were asked the number of times they moved to each destination and whether they needed assistance from another person or from an assistive device ("yes" vs "no"). The LSH score for each destination was obtained by multiplying the distance from bedroom to each destination (m), the degree of independence (scored as 2 if independent [ie, no assistance from persons or equipment was reported], 1.5 if equipment was used, and 1 if personal assistance was reported), and the frequency of the movement (times per week). The LSH total score was computed by summing the LSH scores for the 4 destinations. Higher LSH total scores reflect greater indoor life-space mobility. The LSH was individually rated with all the participants twice a week.

For investigation of physical function related to mobility, isometric knee extensor strength (IKES)^{19,20} and gait function Timed "Up and Go" (TUG) Test²¹ were performed over 1 to 2 home visits, according to participants' capacity and fatigue. For the IKES, participants sat in a firm chair with their hips and knees flexed approximately 90°. A hand-held dynamometer was placed on the anterior surface of the distal position of the lower thigh, and the leg of the chair was linked and fixed by a belt. Participants were asked to come to a maximum knee extension effort over 1 to 2 seconds and to continue with a maximum effort until instructed to stop. The instruction to stop followed several seconds of consistent verbal encouragement. The peak force (N) from a single effort and the length of the leg below the knee were recorded. The test was performed twice with one practice and greater value was used for analysis.

In the TUG Test, participants were asked to stand up from a chair, walk a 3-m distance at a normal pace, turn, walk back to the chair, and sit down. The time measured in seconds began at the word "go" and ended when the participant's hip touched the seat of the chair.

For investigation of functional status and outdoor life-space mobility around participants' homes, the Functional Independence Measure (FIM),²² Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence (TMIG-IC),²³ and life-space assessment (LSA)^{16,24} were administered. The FIM is an ordinal scale composed of 18 items with 7 levels ranging from 1 (total dependence) to 7 (total independence)

designed to determine the level of activity limitation, as reflected by the respondent's need for assistance and/or aids during the execution of basic ADL (BADL). The FIM can be subdivided into a 13-item Motor subscale (FIM-M) and a 5-item Cognitive subscale. In this study, we used FIM-M to assess independence of BADL related to mobility. The FIM-M includes eating, grooming, bathing/showering, dressing upper body, dressing lower body, toileting, bladder management, bowel management, transfers (bed/chair/wheelchair), transfers (toilet), transfers (bathtub/shower), locomotion (walking/wheelchair), and locomotion (stairs). The scores from these 13 items are summed to develop the FIM-M score with a range of 13 to 91.²⁵

The TMIG-IC assesses functional capacity in daily activity and is divided into 3 sections: 5 questions about instrumental ADL (IADL), 4 questions about intellectual activity, and 4 questions about social role. The participants were asked about their competence in implementing each item. The response to each item in the index was designated as "yes" (able to do = 1 point) or "no" (unable to do = 0 point). The TMIG-IC total score is the sum total of the 13 questions (score range: 0-13). Evidence supports reliability as well as construct, discriminant, and predictive validity of the TMIG-IC.²³

The LSA was used to identify the distance through which a person reported moving from home to outdoor life space during the 4 weeks prior to the assessment. Scores on the LSA range from 0 (totally bed-bound) to 120 (traveled out of town every day without assistance), with higher scores reflecting greater outdoor life-space mobility. Participants reported frequency of movement (how many days within a week) during the 4 weeks prior to assessment for 5 different life-space "levels" consisting of "rooms of your home besides the room where you sleep," "an area outside your home such as your porch, deck or patio, hallway of an apartment building, or garage," "places in your neighborhood, other than your own yard or apartment building," "places outside your neighborhood but within your town," and "places outside your town." Participants were also asked whether they had assistance from another person or assistive devices to attain each level of life space. The overall life-space score was computed by summing the products of life-space levels (1-5) by the degree of independence (2 = independent, 1.5 = used equipment, 1 = had personal assistance) and by frequency of attainment (1 = less than once per week, 2 = 1-3 times per week, 3 = 4-6 times per week, 4 = daily). The reliability and validity of the LSA are well established.^{16,24}

Intra-class correlation coefficients (ICCs) were calculated to ascertain the intrarater reliability for measuring the LSH. Comparable analyses using the Friedman test and the Mann-Whitney *U* test with Bonferroni correction were then performed to evaluate the differences in moving distance, moving frequency, and moving independence from bedroom to each destination and the LSH score for

each destination. Spearman correlation coefficients were calculated for the LSH total score and physical functions or functional status. All of these analyses were performed using SPSS 12.0J for Windows (SPSS Japan Inc, Tokyo), and the level of significance for all statistics was set at $P < .05$.

RESULTS

Table 1 summarizes participant characteristics. Intrarater reliabilities of ICC (1,1) and (1,2) for measuring the LSH were 0.80 and 0.89, respectively. The results of the LSH are shown in Table 2. In the comparable analyses, moving distances from bedroom to entrance or toilet were significantly longer than those from bedroom to dining room. Moving frequency from bedroom to toilet was significantly higher than that from bedroom to entrance or bathroom. There were no significant differences in moving independence among each destination from bedroom. The LSH score from bedroom to toilet was significantly higher than that from bedroom to dining room or bathroom.

The results of Spearman correlation analyses among the LSH, LSA, and other variables are shown in Table 3. There was no significant correlation between the LSH and the LSA. The LSH correlated with the IKES, TUG Test, FIM-M, TMIG-IC, TMIG-IC IADL, and TMIG-IC intellectual activity. The LSA scores correlated with the FIM-M and the TMIG-IC IADL but did not correlate with the IKES and TUG Test.

Table 1. Characteristics of the Participants

Age, mean (SD), y	76.6 (5.1)
Gender, male/female, n	8/12
Main disease, cerebral vascular disease/neuromuscular disease/musculoskeletal disease, n	9/4/10
Care (support) need certification in Japan, n	
Those certified as on the support 1/2	1/4
Those certified as on the care level 1/2/3/4/5	4/6/3/1/1
Height, mean (SD), cm	153.3 (10.1)
Weight, mean (SD), kg	52.1 (10.1)
Body mass index, mean (SD), kg/cm ²	22.1 (3.2)
Mental State Questionnaire, mean (SD), point	2.2 (2.5)
Functional Independence Measure Motor subscale, mean (SD), point	72.8 (9.6)
Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence, mean (SD), point	5.9 (3.8)
Instrumental activities of daily living, n	1.9 (1.5)
Intellectual activity, n	2.1 (1.4)
Social role, n	1.9 (1.3)
Isometric knee extensor strength, mean (SD), N	128.0 (69.1)
Timed Up and Go Test, mean (SD), s	24.1 (13.1)

Table 2. Results of Indoor Life-Space Mobility in Home: Comparison of the Differences in Moving Distance, Moving Frequency, and Moving Independence for Destinations From Bedroom, Reported as Mean (SD)

	Entrance	Dining Room	Bathroom	Toilet	χ^2 (P)	Post Hoc Test
Distance from bedroom to each destination, m	4.3 (3.4)	1.8 (2.5)	4.7 (3.0)	5.0 (3.6)	20.1 (<.001)	(2) < (1), (4)
Frequency moving to each destination, times per week	20.2 (24.7)	18.1 (23.8)	11.0 (10.1)	35.7 (19.6)	17.1 (.001)	(1), (3) < (4)
Independence moving to each destination, point	1.6 (0.4)	1.3 (0.8)	1.6 (0.5)	1.5 (0.6)	8.2 (0.043)	None
Indoor life-space score for each destination, point	150.2 (189.0)	110.0 (180.7)	82.1 (98.1)	301.0 (212.2)	21.5 (<.001)	(2), (3) < (4)
Total indoor life-space score, point	643.2 (461.1)					

DISCUSSION

The measurement of indoor life-space seems to be sensitive to limitations and adaptations that older adults experience before difficulties performing ADL are developed or progressed. This method should be useful to target and evaluate interventions that will enable people to maintain independent indoor mobility by preventing the development or progression of mobility-related chronic diseases and conditions. Awareness of indoor life-space restriction may permit identification of older adults early in the course of disability development and at a time when such disability can be prevented. This study demonstrated that a measure of indoor life-space mobility for community-dwelling older adults reflects not only indoor life-space activities but also traditional assessments of physical function related to mobility. If the desired outcome of physical activity intervention is enhanced indoor life-space mobility, then the LSH may be an appropriate concept to determine indoor mobility and activity levels and to track changes that occur with interventions.

Regarding intrarater reliability, the ICCs for measuring the LSH indicated high reproducibility. The value of

the LSH is that the instrument goes beyond measuring a person's ability to perform specific tasks by assessing the individual's actual pattern of mobility in the week before the assessment. An older individual may have a low LSH score, yet be physically capable of moving frequently at home. Identifying impaired physical functions as a factor contributing to low mobility can help care staff estimate participants' prognoses for improved mobility. An important feature of the LSH is that measuring the LSH documents what participants actually do, allowing care staff to gather information on actual home mobility.

In the comparative analyses for components of the LSH, the moving distance from bedroom to toilet was significantly longer than that from bedroom to other destinations, and there were no significant differences in moving independence scores, which showed an average of 1.5 points for each destination from bedroom. The participants in this study were older adults with need of any assistance devices for moving inside of their homes, and for whom the distance from bedroom to toilet was significantly longer than that from bedroom to other destinations. Among the participants with these characteristics, moving frequency and the LSH score from bedroom to toilet was significantly higher than that from bedroom to other destinations. The indoor life-space mobility from bedroom to toilet was considered an important indoor activity to ensure more physical activity at home in community-dwelling older adults who have difficulty performing outdoor activities.

No significant correlation between the LSH and the LSA was found by Spearman correlation analyses. This result might reflect the difference in the constructive concept of life space between the LSH and the LSA. The LSA mainly reflects outdoor life-space mobility and activity rather than indoor life space, whereas the LSH reflects indoor life-space mobility. Therefore, the LSH was considered to have discriminant validity in the life-space mobility concept, and this suggested that it is necessary to assess either the LSH or outdoor life-space mobility according to the participants' characteristics or the purpose of assessment in older adults.

In contrast, the LSH and the LSA were moderately associated with the FIM-M and TMIG-IC IADL. It has been reported that limitations in BADL and IADL were related

Table 3. Spearman Correlation Coefficients for Indoor Life-Space Mobility, Outdoor Life-Space Mobility, Functional Status, and Physical Function Related to Mobility

	LSH		LSA	
	r	P	r	P
LSA	0.33	0.17
FIM-M	0.58	0.01	0.62	0.003
TMIG-IC	0.49	0.03	0.43	0.06
TMIG-IC: instrumental activities of daily living	0.50	0.03	0.54	0.01
TMIG-IC: intellectual activity	0.52	0.02	0.30	0.19
TMIG-IC: social role	0.27	0.26	0.15	0.52
IKES	0.59	0.01	0.34	0.14
TUG Test	-0.74	0.01	0.06	0.84

Abbreviations: FIM-M, Functional Independence Measure Motor subscale; IKES, isometric knee extensor strength; LSA, life-space assessment; LSH, life-space mobility at home; TMIG-IC, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence; TUG, Timed Up and Go.

to less outdoor life-space mobility, as shown by studies using the LSA,^{17,26-28} and that independence and actual execution of BADL and functional capacity in IADL, as shown by FIM-M and TMIG-IC IADL, were important factors in performing life-space activities. Since the LSH showed significant correlations with these indices of indoor BADL and IADL, the LSH was considered an indicator of a major decline in indoor activities. These results suggest that the LSH had moderate concurrent validity.

The LSH was also moderately correlated with the IKES and highly correlated with the TUG Test, although the LSA was not correlated with the IKES or TUG Test. Previous studies suggested that there was a close correlation between outdoor life-space mobility and gait performance in relatively healthy community-dwelling older adults.^{15,17,29,30} When older adults with difficulty performing outdoor activities perform outdoor life-space activities, they would need to receive the assistance of another person or assistive device for ambulation because of their mobility impairment. Therefore, their ability for mobility may hardly reflect actual outdoor activities. In contrast, the LSH might reflect mobility and physical function related to mobility more sensitively than outdoor life-space mobility. In addition, because the TUG Test measures gait performance reflecting the ability to walk fast, standing up and sitting down, and standing in a challenging position without support,²¹ and the IKES is a major factor for gait performance,³¹ the correlations between the LSH and the TUG Test and IKES suggest that a person's physical abilities are an important factor in indoor life-space activity for older adults at home.

A potential limitation of this study is the absence of balance assessment, as balance is known to be associated with life-space mobility.^{15,32} Therefore, the influence of the degree of balance dysfunction on the LSH cannot be described. Another limitation is that the LSH was developed and tested using participants from a limited area. The LSH scores may differ in other parts of the home because of differences in the typical distances that people might move and differences in lifestyle, disease, disability, frailty, and sociodemographic factors. In addition, this study was limited by the small sample, and there was no control or comparison group. Thus, the results cannot be generalized to all older adults. Further cross-sectional and longitudinal studies with a larger number of participants living in 2 or more areas, as well as the use of participants affected by specific diseases, should be performed to investigate indoor life-space mobility to identify the clinical usefulness of an assessment tool for LSH.

CONCLUSIONS

In this assessment of community-dwelling older adults, who have difficulty performing outdoor activities, there were high ICCs for measuring LSH and significant correlations between LSH and physical functions related to mobility,

BADL independence, and IADL related to life-space activity. These results suggested that the LSH concept can be measured with high reliability and concurrent and discriminant validity, and that measuring the LSH concept may be useful to assess current indoor life-space activity in older adults who have difficulty performing outdoor activities.

REFERENCES

- Aminzadeh F, Dalziel WB, Molnar FJ. Targeting frail older adults for outpatient comprehensive geriatric assessment and management services: an overview of concepts and criteria. *Rev Clin Gerontol.* 2002;12:82-92.
- Storey E, Thomas RL. Understanding and ameliorating frailty in the elderly. *Top Geriatr Rehabil.* 2004;20:4-13.
- Espinoza S, Walston JD. Frailty in older adults: insights and interventions. *Cleve Clin J Med.* 2005;72:1105-1112.
- Kono A. Characteristics of "Tojikomori" and "Tojikomerare" among home disabled elderly: daily life of housebound elderly. *Nihon Koshu Eisei Zasshi.* 2000;47:216-229.
- Kono A, Kanagawa K. Characteristics of housebound elderly by mobility level in Japan. *Nurs Health Sci.* 2001;3:105-111.
- Struck BD, Ross KM. Health promotion in older adults. Prescribing exercise for the frail and home bound. *Geriatrics.* 2006;61:22-27.
- Avlund K, Vass M, Hendriksen C. Onset of mobility disability among community-dwelling old men and women. The role of tiredness in daily activities. *Age Aging.* 2003;32:579-584.
- Buchner DM, Beresford SA, Larson EB, LaCroix AZ, Wagner EH. Effects of physical activity on health status in older adults. II. Intervention studies. *Annu Rev Public Health.* 1992;13:469-488.
- Depp CA, Jeste DV. Definitions and predictors of successful aging: a comprehensive review of larger quantitative studies. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2006;14:6-20.
- Hirvensalo M, Rantanen T, Heikkinen E. Mobility difficulties and physical activity as predictors of mortality and loss of independence in the community-living older population. *J Am Geriatr Soc.* 2000;48:493-498.
- Wannamethee SG, Ebrahim S, Papacosta O, Shaper AG. From a postal questionnaire of older men, healthy lifestyle factors reduced the onset of and may have increased recovery from mobility limitation. *J Clin Epidemiol.* 2005;58:831-840.
- Steen G, Sonn U, Hanson AB, Steen B. Cognitive function and functional ability: a cross-sectional and longitudinal study at ages 85 and 95 in a non-demented population. *Aging (Milano).* 2001;13:68-77.
- Patrick L, Leber M, Johnston S. Aspects of cognitive status as predictors of mobility following geriatric rehabilitation. *Aging Clin Exp Res.* 1996;8:328-333.
- Shumway-Cook A, Patla A, Stewart A, Ferrucci L, Ciol MA, Guralnik JM. Environmental components of mobility disability in community-living older persons. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51:393-398.
- May D, Nayak US, Isaacs B. The life-space diary: a measure of mobility in old people at home. *Int Rehabil Med.* 1985;7:182-186.
- Baker PS, Bodner EV, Allman RM. Measuring life-space mobility in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51:1610-1614.
- Peel C, Sawyer Baker P, Roth DL, Brown CJ, Brodner EV, Allman RM. Assessing mobility in older adults: the UAB Study of Aging Life-Space Assessment. *Phys Ther.* 2005;85:1008-1119.
- Tinetti ME, Ginter SF. The nursing home life-space diameter: a measure of extent and frequency of mobility among nursing home residents. *J Am Geriatr Soc.* 1990;38:1311-1315.
- Katoh M, Isozaki K, Sakanoue N, Miyahara T. Reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer with a belt: a study of test-retest reliability in healthy elderly subjects. *J Phys Ther Sci.* 2010;22:359-363.
- Katoh M, Asuma H. Test-retest reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer and a belt: study of hemiplegic patients. *J Phys Ther Sci.* 2011;23:25-28.
- Podsiadlo D, Richardson S. The "Timed 'Up & Go'": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142-148.
- Pollak N, Rheault W, Stoecker JL. Reliability and validity of the FIM for persons aged 80 years and above from a multilevel continuing care retirement community. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:1056-1061.
- Koyano W, Shibata H, Nakazato K, Haga H, Suyama Y. Measurement of competence: reliability and validity of the TMIG Index of Competence. *Arch Gerontol Geriatr.* 1991;13:103-116.
- Harada K, Shimada H, Sawyer P, et al. Life-space of community-dwelling older adults using preventive health care services in Japan and the validity of composite scoring methods for assessment. *Nihon Koshu Eisei Zasshi.* 2010;57:526-537.
- Hamilton BB, Laughlin JA, Fiedler RC, Granger CV. Interrater reliability of the 7-level Functional Independence Measure (FIM). *Scand J Rehabil Med.* 1994;26:115-119.

26. Murata C, Kondo T, Tamakoshi K, Yatsuya H, Toyoshima H. Factors associated with life space among community-living rural elders in Japan. *Public Health Nurs*. 2006;23:324-331.
27. Shimada H, Ishizaki T, Kato M, et al. How often and how far do frail elderly people need to go outdoors to maintain functional capacity? *Arch Gerontol Geriatr*. 2010;50:140-146.
28. Sniih SA, Peek KM, Sawyer P, Markides KS, Allman RM, Ottenbacher KJ. Life-space mobility in Mexican-Americans aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc* 2012;60:532-537.
29. Barnes LL, Wilson RS, Bienias JL, et al. Correlates of life space in a volunteer cohort of older adults. *Exp Aging Res*. 2007;33:77-93.
30. Shimada H, Kim H, Yoshida H, et al. Relationship between age-associated changes of gait and falls and life-space in elderly people. *J Phys Ther Sci*. 2010;22:419-424.
31. Shimada H, Kim H, Yoshida H, et al. Factors associated with the Timed Up and Go Test score in elderly women. *J Phys Ther Sci*. 2010;22:273-278.
32. Barnes LL, Wilson RS, Bienias JL, et al. Correlates of life space in a volunteer cohort of older adults. *Exp Aging Res*. 2007;33:77-93.

AUTHOR QUERY

TITLE: *Measuring Indoor Life-Space Mobility at Home in Frail Older Adults With Difficulty to Perform Outdoor Activities*
AUTHORS: Hiroyuki Hashidate, Hiroyuki Shimada, Taizo Shiomi, Misato Shibata, Keisuke Sawada, Norio Sasamoto

[AQ1]: Please verify the conflict of interest statement.

地域在住高齢者に対する運動介入が1年後の運動行動に与える影響： ランダム化比較試験

稲葉 康子¹⁾ 大瀧 修一²⁾ 新井 武志³⁾ 柴 喜崇⁴⁾
岡 浩一朗⁵⁾ 渡辺修一郎⁶⁾ 木村 憲⁷⁾ 長澤 弘⁸⁾

要約 目的：本研究は、地域在住高齢者に対する運動介入が、1年後の運動行動に与える影響についてランダム化比較試験を用いて検証した。**方法：**対象は、65歳以上の地域在住高齢者117人（男性52人、女性65人）で、3カ月間の運動介入群と、講話による健康教室群とし、対象者を無作為に2群に割り付けた。評価は、トランスセオレティカル・モデルの運動行動の変容ステージ（以下、ステージ）、身体諸機能（筋力、柔軟性、歩行速度など）、身体活動セルフ・エフィカシー、老研式活動能力指標を介入前と介入終了から1年後の2時点で実施した。対象者は、運動トレーニング群60人、健康教室群57人であった。**結果：**介入前のステージ分布は、両群に有意差は認められなかった。2時点でのステージ変化で、「進行」は両群共に10人、「逆戻り」では運動介入群6人、健康教室群11人で運動介入群の「逆戻り」が有意に少なかった（ $P<.01$ ）。ロジスティック回帰分析の結果、ステージの「進行」には、介入前後のTimed up & go変化量（AOR=2.7, 95% CI 1.0~1.3）と長座位体前屈変化量（AOR2.7, 95% CI 1.3~5.8）が、「逆戻り」には、グループ（AOR=4.6, 95% CI=1.1~18.8）と介入前後の身体活動セルフ・エフィカシーの歩行項目の変化量（AOR 1.5; 95% CI 1.0~2.3）および重量物挙上項目の変化量（AOR 0.68; 95% CI 0.5~0.9）が抽出された。**結論：**本研究の結果、2時点のステージ変化で運動介入群は1年後のステージの逆戻りが有意に少ないことが示され、運動介入に参加することが運動習慣の維持に有効であることが示された。また、1年後の運動習慣を維持するためには、運動介入に参加し身体機能やセルフ・エフィカシーを向上させることが重要である。

Key words：地域在住高齢者、運動行動の変容ステージ、運動介入、ランダム化比較試験

（日老医誌 2013；50：788-796）

結 言

人口の急速な高齢化によって、介護に関する多くの問題が浮上していることから、現在多くの自治体で、介護予防として転倒予防¹⁾など、健康増進のための様々な事業が行われている。そして、それらの取り組みの結果として、身体機能²⁾や健康関連 Quality of Life (QOL)³⁾の向上が報告されている。我々は、ランダム化比較試験により、3カ月間の介入で運動介入群の身体機能向上項

目が対照群である健康教室群より多く認められたことを報告した⁴⁾。現在、健康増進事業や介護予防事業での様々な取り組みについての報告があるが、予防という概念を考えると、介入期間中に向上した諸機能をその後も維持することが重要である。

身体機能を維持するためには、身体活動や運動の習慣化が課題となる。しかし、身体活動や運動を行っていても6カ月後には約半数の人がその運動を中止してしまうという報告⁵⁾もあり、短期間の運動介入での結果だけでなく、長期間での身体活動や運動習慣の定着に関する研究が必要である。

近年、喫煙や身体活動などの習慣的行動について、行動科学の理論に基づき、それらの変容過程の説明として利用されてきた行動変容のトランスセオレティカル・モデル（Transtheoretical model：以下、TTM）⁶⁾が、運動や身体活動の促進とその変化を図る手段の一つとして注目されてきた⁷⁾。そして、このTTMの中心的構成要素である、行動変容のステージは、前熟考期、熟考期、準

1) Y. Inaba：昭和大学保健医療学部
2) S. Obuchi：東京都健康長寿医療センター東京都老人総合研究所
3) T. Arai：目白大学保健医療学部
4) Y. Shiba：北里大学医療衛生学部
5) K. Oka：早稲田大学スポーツ科学学術院
6) S. Watanabe：桜美林大学
7) K. Kimura：東京電機大学
8) H. Nagasawa：神奈川県立保健福祉大学
受付日：2013.4.25, 採用日：2013.7.29

表1 参加除外基準

-
- (1) 最近6カ月以内に心臓発作または脳卒中の発作を起こした
 - (2) 急性の肝臓機能障害または慢性的ウイルス性肝炎の活動期である
 - (3) 糖尿病があり、過去に低血糖発作を起こしたことがある
 - ・空腹時血糖が200 mg/dl 以上である
 - ・網膜症や腎症などを合併している
 - (4) 収縮期血圧180 mmHg 以上または拡張期血圧110 mmHg 以上である
 - (5) 脳血管疾患やアルツハイマー病などで認知症があり、事業参加が不可能であると思われる場合
 - (6) 何らかの心臓病がある
 - (7) 急性期の整形外科的疼痛および神経症状がある
 - (8) 骨粗鬆症で、かつ圧迫骨折の既往がある
 - (9) 参加が困難であると医師が認めた場合
-

※1～4は絶対除外基準、5は面接者の判断、6～9はかかりつけ医に相談した上で判断する

備期、実行期、維持期の5段階からなる⁹⁾。これらを運動行動にあてはめた場合は、前熟考期：予測できる将来には運動する意図がない段階、熟考期：予測可能な将来に運動する意図はあるが、実際に現在は運動をしていない段階、準備期：望ましい水準ではないが自分なりに運動している段階、実行期：健康への恩恵を得る望ましい水準で運動しているが、始めてからまだ間もない段階、維持期：望ましい水準での運動を長期にわたって継続している段階⁹⁾とされる。

先行研究でも、これらを身体活動や運動習慣の増進に応用した研究の有効性は指摘されている¹⁰⁾¹¹⁾。しかし、TTMに基づく介入研究の多くはカウンセリングや印刷媒体¹²⁾¹³⁾などを介入方法としており、地域在住高齢者を対象に、介護予防を主目的とした運動介入に対する運動習慣の変化を、ランダム化比較試験により長期間にわたり検証した研究は我々が渉猟した範囲ではみあたらず、介護予防を目的とした様々な運動介入に対して、高齢者の長期的な運動習慣の変化を検証することは、介護予防本来の目的を達成するためにも必要であると考えられる。

そこで、本研究では、1) 地域在住高齢者を対象に、運動介入が1年後の運動行動に与える影響について、ランダム化比較試験を用い対象者の運動行動の変容ステージ（以下、ステージ）変化を検証し、さらに2) 1年後のステージ変化に影響を与える要因を検証することを目的とした。

方 法

1. 対象

対象は、東京都I区、神奈川県S市およびY市の65歳以上の地域在住高齢者190人（平均年齢74.3±5.6歳 男性76人、女性114人）であった。対象者の募集は、地域の老人クラブにて説明会を行い、研究の目的および

概要を説明し、参加を募った。募集の対象は、最近歩くことに困難を感じるなど、生活機能低下に対して何らかの自覚がある者、運動介入や健康教室の会場に通うことができる者とした。参加希望者に対し、初回測定時に医師による既往歴や現病歴の問診、および理学療法士による痛みの評価を行い、参加の可否を判断した。対象者のエントリー除外基準を表1に示した。190人のうち、年齢対象外など参加基準に非該当であった3人、エントリー除外基準該当者12人および参加取り下げ4人を除く171人（平均年齢74.3±5.7歳、男性68人、女性103人）が本研究の参加者であった。

2. 割付

対象者は、地域ごとにブロックランダム割付法にて運動プログラムに参加する運動介入群（85人）と対照群として健康教室群（86人）の2群に割り付けられた。対象者の介入前の主な特性（表2）に群間の有意差は認められなかった。本研究では、倫理的な配慮から観察のみを行う対照群は設けなかった。なお、群の割付情報は測定検者に対して盲検化された。

3. 倫理的手続き

すべての対象者は、調査内容の説明を受け、書面による調査参加への意志を示した。尚、この調査計画は、当該機関の倫理委員会において審議され、承認された（16財研究1184号）。

4. 評価項目

対象者の運動習慣を評価するために、介入前と介入終了時から1年経過後（以下、1年後）の2時点で、運動行動の変容ステージ（以下、ステージ）¹⁷⁾¹⁸⁾を用いた。本研究では運動習慣が定着している段階へステージが移行することを「進行」、運動習慣が減少している段階へステージが移行することを「逆戻り」と定義した。3カ月のプログラム終了時には、運動介入群の運動プログラムの時間・頻度がステージに影響を与えるため測定を行わ

表2 介入前における対象者の特徴

	運動介入群 (60人)	健康教室群 (57人)
年齢 (歳)	73.5±4.8	74.6±6.3
身長 (cm)	155.1±10.0	157.3±8.1
体重 (kg)*	56.7±9.6	61.2±10.1
Body Mass Index	23.6±3.3	24.7±3.1
性別 (男/女)	25/35	27/30

平均±SD, *: $p < .05$

なかった。

また、二次的解析としてステージの変化に影響を与える因子を検討するために、介入前後で身体機能評価および身体活動セルフ・エフィカシー¹⁹⁾評価、老研式活動能力指標²⁰⁾の評価を行った。身体機能評価項目は、筋力として握力、等尺性膝伸展筋力、バランス機能として開眼・閉眼片足立ち時間、ファンクショナルリーチ、複合的な移動能力やバランス機能としてTimed up & Goテスト(以下、TUG)、歩行能力として通常・最大歩行速度、柔軟性として長座位体前屈であった。測定方法は我々の先行研究⁵⁾と同様である。身体活動セルフ・エフィカシー評価は、虚弱高齢者に対する身体活動セルフ・エフィカシー尺度¹⁸⁾を用いた。この尺度は、歩行、階段昇り、重量物挙上の3項目について自己効力感の程度を測るものである。老研式活動能力指標²⁰⁾は、高齢者が地域で自立した生活を営む活動能力を評価する尺度として広く用いられている。

5. 運動介入プログラム

無作為割付で運動介入群として割り付けられた対象者に実施した運動プログラムは、American College of Sports Medicine guideline²¹⁾や先行研究²²⁾²³⁾に基づいて構成された。トレーニングは、漸増的高負荷筋力トレーニングにバランストレーニングなどの機能的なトレーニングを含めた運動を週2回3カ月間実施し、1回は約90分間とした。運動にあたっては、1グループ8人のグループプログラムとした。

毎回、運動の開始前と終了後に血圧および脈拍の測定を行い、体調を確認した。運動開始時と終了時に約15分のウォーミングアップとクールダウンのストレッチや軽運動を行った。漸増的筋力トレーニングは、ウェイトトレーニングマシン(鍛練社製)を用い、大腿四頭筋や大殿筋、下腿三頭筋、中殿筋などの下肢筋群と、広背筋、菱形筋などの体幹背部の筋に対し実施した。ウェイトトレーニングマシンを用いたプログラムの進行は、運動に不慣れな高齢者のために最初の1カ月間は、低負荷高反

復で正しいフォームや呼吸、スピードコントロールなどの習得を目標とした。それらが習得できた者に対して2カ月目から漸増負荷とし、1回最大挙上重量の6割の高負荷で個人の運動習得度に合わせて負荷を調節しながらプログラムを実施した。各種目は、10回を1セットとし、2~3セットを実施した。

機能的トレーニングは、2カ月目から開始し、個人の身体能力に合わせて、肢位や運動負荷量を調節しながらバランストレーニングを実施した。3カ月目にはより生体動作に近い動作を課題として行うよう徐々に運動課題の難易度を上げるよう配慮した。

運動指導は、理学療法士および運動指導員が行い、運動に対する不安感を取り除き、必要に応じて動作の評価をし、肯定的な声かけを心がけた。また、グループで行う運動の際は雰囲気作りや仲間作りに配慮し、運動前後のストレッチや軽運動は家で自分でも行えるよう指導した。

6. 健康教室プログラム

健康教室群は、月2回3カ月間の健康講話のプログラムに参加した。内容は、主に介護予防に関するもので、「老化と認知機能」、「高齢者における筋力トレーニングの効果」、「転倒予防の基礎知識」、「高齢期の排尿機能を高めるために」などの内容であった。

7. 解析方法

介入前での2群の基本属性の平均値の比較には、対応のないt検定、男女比の比較には χ^2 乗検定を行った。ステージの解析は、両群の2時点でのステージの変化および進行と逆戻りの人数の分布についてそれぞれ χ^2 乗検定を行った。解析はintention-to-treatとし、両群の介入脱落者および介入終了時測定の欠席者も介入前と1年の測定に参加した場合は、解析対象とした。また、身体機能項目、身体活動セルフ・エフィカシー尺度、老研式活動能力指標は各群で介入前後の値を対応のあるt検定にて解析した(本研究の介入前後の身体機能項目および老研式活動能力指標の評価は、我々の先行研究⁹⁾で報告されたものであるが、本研究では介入前と1年後の2時点でステージが測定可能であった者を対象としているため、対象人数及び対象者が一部異なる)。

二次的解析として、ステージの「進行」と「逆戻り」のそれぞれに寄与する因子を抽出するため、i)従属変数を「進行」(1)と「それ以外(変化なし・逆戻り)」(0)、ii)「逆戻り」(0)と「それ以外」(1)とし、年齢、性別、Body Mass Index (BMI)、グループ(運動介入群・健康教室群)、介入前後の身体機能変化量、身体活動セルフ・エフィカシー変化量を独立変数とした変数減少法に

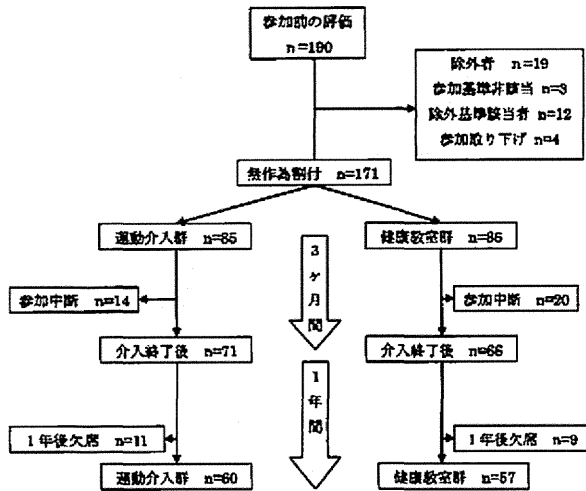


図1 本研究での対象者のフローチャート

よるロジスティック回帰分析を行った(この際、Timed up and goの値のみ介入前値-介入後値とし、改善すると正の値となるよう計算した)。

統計処理にはSPSS17.0Jを使用し、各検定において危険率5%未満を有意水準とした。

結果

1. 対象者の脱落率

3カ月間の各プログラム期間中に運動介入群のうち14人(16.5%)、健康教室群のうち20人(23.3%)が参加を中断した。この結果、運動介入群で71人、健康教室群は66人が3カ月間の各教室を修了した。参加を中断した理由は、風邪やプログラムに直接起因しない疾病での入院などの体調不良、家族の入院や多忙などであった。

1年後調査には、運動介入群60人、健康教室群57人の計117人が参加した。不参加の理由は、多忙や連絡がつかない等であった。研究のフローチャートを図1に示した。

2. ステージ分布と変化

2時点で評価可能であった117人の介入前のステージ分布は、両群に有意差を認めなかった(表3)。一方、1年後のステージは、運動介入群で前熟考期0人、熟考期12人、準備期6人、実行期2人、維持期40人、健康教室群で前熟考期0人、熟考期7人、準備期28人、実行期1人、維持期21人であり、両群の分布に有意差($p < .01$)が認められた。

対象者のステージの変化についての結果を表4a, bに示した。運動介入群と健康教室群で、ステージ進行した者が運動介入群では13人、健康教室群で11人であっ

表3 介入前の両群の運動行動の変容ステージ分布

ステージ	運動介入群 (60人)	健康教室群 (57人)
前熟考期	2 (3.3)	1 (1.8)
熟考期	11 (18.3)	9 (15.8)
準備期	12 (20.0)	19 (33.3)
実行期	3 (5.0)	1 (1.8)
維持期	32 (53.3)	27 (47.4)

()内は%, 両群のステージ分布に有意差無し

た。ステージ変化のない者がそれぞれ41人と34人、ステージが逆戻りした者はそれぞれ6人と12人で、特に健康教室群と比べ運動介入群においてステージが逆戻りした者が有意に少ない($p < .01$)ことが示された。

3. 介入前後の測定項目

両群の介入前後の身体機能項目、身体活動セルフ・エフィカシー尺度、および老研式活動能力指標の結果を表5に示した。運動介入群では、身体機能項目においてTUG ($p < .05$)と長座位体前屈 ($p < .01$)で有意な向上が認められた。また、身体活動セルフ・エフィカシーでは歩行及び階段昇り項目において有意な向上が認められた(共に $p < .01$)。健康教室群では、身体機能項目でTUGに有意な向上が認められた($p < .05$)が、最大歩行速度及び等尺性膝伸展筋力において有意な低下が認められた($p < .01$)。身体活動セルフ・エフィカシーでは階段昇り項目で有意な向上が認められた($p < .05$)。

4. ステージ変化に関連する因子

介入前から1年後のステージ変化に対し、介入種類および介入前後の評価項目の変化量が与える影響を検討した(表6)。その結果、ステージの進行には、介入前後のTimed Up and Go変化量 ($p < .01$)、長座位体前屈変化量 ($p < .05$)が有意な変数として抽出された。ステージの逆戻りには、グループ割付と身体活動セルフ・エフィカシー(歩行・重量物挙上)の変化量が有意な変数として抽出された(全て $p < .05$)。

考察

本研究では、運動介入の参加が地域在住高齢者の1年後の運動習慣にどのような影響を与えるかを検討する目的で、ランダム化比較試験を用いて検証を行った。

1. 脱落率

3カ月間のプログラムの脱落率は、運動介入群では15.3%、健康教室群では24.4%であった。対象や介入期間は異なるものの地域在住高齢者を対象として運動プログラムを提供した先行研究^{24)~26)}と比べ、運動介入群の脱落率は比較的低いものであった。このことから、本研究

表4 介入前から15ヵ月後の運動行動の変容ステージの変化

		15ヵ月後					
		(人)	前熟考期	熟考期	準備期	実行期	維持期
介入前	前熟考期	2	0	1 (+1)	1 (+2)	0	0
	熟考期	11	0	5	2 (+1)	1 (+2)	3 (+3)
	準備期	12	0	5 (-1)	3	0	4 (+2)
	実行期	3	0	1 (-2)	0	1	1 (+1)
	維持期	32	0	0	0	0	32
	計 (%)	60	0	12 (20)	6 (10)	2 (33.3)	40 (66.7)
b. 健康教室群		15ヵ月後					
		(人)	前熟考期	熟考期	準備期	実行期	維持期
介入前	前熟考期	1	0	0	1 (+2)	0	0
	熟考期	9	0	3	5 (+1)	0	1 (+3)
	準備期	19	0	2 (-1)	14	1 (+1)	2 (+2)
	実行期	1	0	0	0	0	1 (+1)
	維持期	27	0	2 (-3)	8 (-2)	0	17
	計 (%)	57	0	7 (12.3)	28 (49.1)	1 (1.8)	21 (36.8)

数字は人数、()内は、進行 (+) および逆戻り (-) したステージ数を表す。

※ステージ進行：両群の分布において有意差無し。ステージ逆戻り：両群の分布において有意差あり ($p < .01$)

表5 介入前後における評価項目の変化

	運動介入群 (60人)		健康教室群 (57人)	
	介入前	介入後	介入前	介入後
身体機能項目				
閉眼片足立ち (sec)	40.3±22.0	43.5±22.9	39.6±22.2	41.7±21.9
閉眼片足立ち (sec)	6.7±6.8	7.4±7.5	4.3±3.7	5.5±4.6
ファンクショナルリーチ (cm)	35.0±6.4	34.6±5.8	35.2±5.5	34.7±5.7
Timed up and go (sec)	5.3±1.2	5.1±1.0*	5.6±1.4	5.4±1.1*
普通歩行速度 (m/min)	79.2±13.5	80.0±11.5	74.7±12.8	75.5±11.6
最大歩行速度 (m/min)	116.7±21.0	112.9±19.9	115.0±21.9	109.0±18.5†
長座位体前屈 (cm)	31.9±9.9	34.2±8.9**	32.0±9.7	33.3±9.9
握力 (kg)	29.0±7.8	27.8±8.1	28.8±7.4	28.1±8.3
等尺性膝伸展筋力 (N)	323.6±125.4	323.7±107.3	340.9±107.0	309.7±80.4†
身体活動セルフ・エフィカシー				
歩行 (/25点)	22.9±2.9	23.8±1.9**	23.1±2.3	23.6±2.8
階段昇り (/25点)	18.9±4.5	20.8±4.0**	19.9±4.1	20.7±4.1*
重量物挙上 (/25点)	23.2±2.8	23.7±2.4	23.6±2.8	23.3±2.4
老研式活動能力指標 (/13点)	12.4±1.2	12.5±1.2	12.4±0.9	12.4±1.1

※介入前<介入後 * : $p < .05$, ** : $p < .01$, 介入前>介入後 † : $p < .01$

の運動プログラムは、対象者にとって受け入れやすいものであったと考えられる。一方、1年後評価の脱落率は介入前の対象者と比べ、運動介入群では29.4%、健康教室群では31.6%であった。対象者は、介入終了時に1

年後調査があることは告知されていたが、1年間は通常の生活を送っており、定期的な連絡や接触は行わなかった。このため、1年後調査の脱落率が増えた可能性がある。地域在住高齢者に対し、定期的な体力調査の脱落率

表6 ロジスティック回帰分析の結果

A. ステージ進行			
変数	β	AOR	95%CI
長座位体前屈変化量*	0.13	1.14	1.02 ~ 1.28
Timed up and go 変化量**	1.01	2.74	1.29 ~ 5.84
身体活動セルフ・エフィカシー 歩行項目変化量	0.26	1.29	0.99 ~ 1.69

*: $p < 0.05$, **: $p < .01$
 従属変数: 進行 1, その他 0
 AOR: Adjusted Odds Ratio, Timed up and go 変化量 = 介入前 - 介入後

B. ステージ逆戻り			
変数	β	AOR	95%CI
グループ* (運動介入群 1, 健康教室群 0) 身体活動セルフ・エフィカシー 歩行変化量*	1.53	4.63	1.14 ~ 18.79
重量物挙上変化量*	0.43	1.54	1.02 ~ 2.33
	-0.38	0.68	0.50 ~ 0.93

*: $p < 0.05$
 従属変数: 逆戻り 0, その他 1
 AOR: Adjusted Odds Ratio

を調査した先行研究²⁷⁾では、初回調査の5年後では参加者はおよそ半数になることを報告している。一定期間に定期的な頻度で行う介入と比べ、測定のみ調査では、脱落率が増える可能性がある。

2. ステージの変化

本研究では、群間において1年後のステージ分布および介入前から1年後での両群のステージの変化に有意差が認められた。また運動介入群では、維持期以外の全ステージで進行が認められた。また健康教室群においても同様に、維持期以外の各ステージで進行が認められた。このようなステージの進行に関して、先行研究^{19), 28)}は、ステージが初期段階の者ほど、より大きくステージが進行することを報告している。本研究でも、前熟考期から準備期を中心にステージの2段階や3段階のステージ進行が認められ、同様の結果となった。

さらに、健康教室群と比べて運動介入群は、介入前から1年後でのステージの逆戻りが有意に少なかったことが示された。地域在住高齢者に対してTMMを応用した介入プログラムを実施した先行研究²⁹⁾においても、運動介入群は逆戻りが少なかったことを報告しており、本研究でも同様の結果が得られた。一方、健康教室群では維持期であった対象者の約4割が後戻りしていた。

本研究の運動介入群の脱落率は低く、またウォーミングアップやクールダウン、バランストレーニングなどが家でも実施可能であったことや、ウェイトトレーニングマシンでの筋力トレーニングは自分の負荷量の増加が運

動の効果としてわかりやすく、運動習慣を獲得および維持することに役立ったと推察される。以上の結果から、地域在住高齢者に対する介護予防を目的とした運動介入は、1年後に対象者の運動行動のステージを進行させ、運動習慣の獲得を促進させることが示された。特に、運動介入への参加が運動習慣の逆戻り予防に作用することが明らかになった。

3. 介入前後の評価項目の変化

身体機能項目では、運動介入群のTUGと長座位体前屈に有意な向上が認められた。健康教室群は、TUGに有意な向上が認められたものの、最大歩行速度および等尺性膝伸筋筋力では有意な低下が認められた。また、身体活動セルフ・エフィカシーでは、運動介入群で歩行および階段昇り項目に有意な向上が認められ、健康教室群では、階段昇り項目で有意な向上が認められた。これらのことから、3カ月間の運動介入が、身体機能を有意に向上させ、身体活動セルフ・エフィカシーの向上も図られることが明らかになった。健康教室群では、身体機能や身体活動セルフ・エフィカシーで向上した項目があるものの、身体機能では有意な低下をした項目もあり、効果が一定ではないことが示された。また、両群の身体活動セルフ・エフィカシーで有意差が認められなかった項目は、介入前から高い値となっており、天井効果がみられた可能性がある。

4. ステージ変化に関連する因子

解析の結果から、ステージの進行にはTUGおよび長

座位体前屈の改善量が有意な変数として抽出された。この結果は、介入後の運動習慣の獲得には、運動介入期間中の身体機能の改善が影響を与えることを意味し、改めて身体機能を改善させることの重要性が示された。一方、ステージの逆戻りには、健康教室群への割付や身体活動セルフ・エフィカシーの変化が影響することが示された。これは、講話のみの健康教室では、長期的な運動習慣の獲得に繋がりにくいことを示し、プログラム中の身体活動に対するセルフ・エフィカシーの変化が、長期的なステージの逆戻りに関与することを意味する。セルフ・エフィカシーは、行動変容や身体活動に影響を与える媒介変数として考えられており²⁸⁾、身体活動を最も正確に予測する変数である²⁹⁾ことや、セルフ・エフィカシーが高まるとその後、身体活動量が増加する³⁰⁾ことが報告されている。本研究においても、介入前後の身体活動セルフ・エフィカシーの変化量が、ステージの逆戻りに影響することが示された。さらに、行動変容に影響を与える因子として、家族や友人、運動指導者やプログラム参加者からのソーシャルサポートの存在が報告されている³⁰⁾。これらは、一緒に運動することや、運動のやり方についてのアドバイス、励まし、評価、賞賛などが含まれており、本研究で運動介入群が同じプログラム参加者やスタッフから得られた情報や経験が含まれていると考えられる。変容ステージの逆戻りには、運動介入への参加が予防的に作用する結果が得られたが、これらの要素が影響している可能性がある。

以上の結果より、地域在住高齢者に対する運動介入により運動行動の変容ステージを進行させること、および逆戻りを予防するには、運動介入への参加を促すこと、身体機能の改善を図ること、身体活動セルフ・エフィカシーを高めるアプローチを行うことの重要性が示された。

5. 研究の限界

本研究の限界として、対象者の割付が無作為ではあるものの、応募が機縁法であるために、運動介入に関心のある、すなわち介入前から運動習慣がある元気な高齢者が比較的多く参加していることがあげられる。また、本研究のデザインが悉皆調査ではなく介入研究であるという性質上、代表性を保ちにくい。このため、ステージが介入前から維持期である者が多く、介入によるステージの進行や虚弱高齢者を想定して用いた身体活動セルフ・エフィカシー尺度、老研式活動能力指標において、天井効果が存在した可能性がある。

また、2回のステージ変化を調査できなかった対象者が、全体の31.6%存在している。経年調査における脱

落者の特徴として、身体能力が低いことや運動習慣がないこと²⁷⁾が指摘されている。本研究の対象者においても、維持期に分類される対象者が多く、運動習慣が定着している者が多く含まれる調査であると考えられる。このため、本研究で得られた結果の一般化は限定的となる可能性がある。今後、虚弱高齢者を対象とし、他の運動介入プログラムでの結果を検討する必要がある。

結 語

本研究の結果、地域在住高齢者に対する運動介入が、長期的な運動習慣の後退を予防することが明らかになった。また、運動習慣の定着および獲得や後退予防には、身体機能の改善、運動プログラムへの参加および身体活動セルフ・エフィカシーの変化が関係していることが示された。現在わが国の多くの地域活動で行われている介護予防事業の運動プログラムでの、運動行動のステージの変化を明確にした本研究の結果は、今後の介護予防事業に対し大きな意味をもつと考えられる。今後の介護予防事業における運動習慣獲得への方略として、運動プログラムへの参加を促し、身体機能や身体活動セルフ・エフィカシーを高めるアプローチが重要である。

付記：本研究の一部は、厚生労働科学研究費補助金長寿科学総合研究事業 H16-長寿-015 により行われた。

なお、本論文に関して、開示すべき利益相反はない。本研究の実施に当たり、多大なご協力をいただきました参加者の方々、関係者各位に深謝いたします。

文 献

- 1) Suzuki T, Kim H, Ishizaki T: Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. *J Bone Miner Metab* 2004; 22: 602-611.
- 2) 新井武志, 大淵修一, 小島基永, 松本梢子, 稲葉康子: 地域在住高齢者の身体機能と高齢者筋力トレーニングによる身体機能改善効果との関係. *日老医誌* 2006; 43: 781-788.
- 3) Inaba Y, Obuchi S, Arai T, Satake K, Takahira N: The long-term effects of progressive resistance training on health-related Quality of Life in older adults. *J Physiol Anthropol* 2008; 27: 57-61.
- 4) 千葉敦子, 三浦雅史, 大山博史, 竹森幸一, 山本春江: 虚弱高齢者における包括的筋力トレーニングがQOLに及ぼす影響. *日公衛誌* 2006; 53: 851-858.
- 5) Arai T, Obuchi S, Inaba Y, Nagasawa H, Shiba Y, Watanabe S, et al: The effects of short-term exercise intervention on falls self-efficacy and the relationship between changes in physical function and falls self-efficacy in Japanese older people. A randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2007; 86: 133-141.
- 6) Dishman RK, Sallis JF, Orenstein DR: The determinants

- of physical activity and exercise. *Public Health rep* 1985; 100: 158-171.
- 7) Prochaska JO, Diclemente CC: Stage and processes of self-change in smoking: Towards an integrative model of change. *J Consult Clin Psychol* 1983; 51: 390-395.
 - 8) 岡浩一朗: 中年者における運動行動の変容段階と運動セルフ・エフィカシーの関係. *日公衛誌* 2003; 50: 208-215.
 - 9) Marcus BH, Selby VC, Niaura RS, Rossi JS: Self-efficacy and the stages of exercise behavior change. *Res Q Exerc Sport* 1992; 63: 60-66.
 - 10) 井上 茂, 下光輝一: 身体活動推進のための行動医学的アプローチ—トランスセオレティカルモデルの応用—. *日本臨床* 2000; 58: 538-544.
 - 11) 岡浩一朗: 行動変容のトランスセオレティカル・モデルに基づく運動アドヒレンス研究の動向. *体育学研究* 2000; 45: 543-561.
 - 12) Marcus BH, Banspach SW, Lefebvre RC, Rossi JS, Carleton RA, Abrams DB: Using the stage of change model to increase the adoption of physical activity among community participants. *Am J Health Promot* 1992; 6: 424-429.
 - 13) Marcus BH, Emmons KM, Simkin LR, Linnan LA, Taylor ER, Bock BC, et al: Evaluation of motivationally tailored vs. standard self-help physical activity interventions at the work place. *Am J Health Promot* 1998; 12: 246-253.
 - 14) Cardinal BJ, Sach ML: Prospective analysis of stage of exercise movement following mail-delivered, self-instructional exercise packets. *Am J Health Promot* 1995; 9: 430-432.
 - 15) Calfas KJ, Long BJ, Sallis JF, Wooten WJ, Pratt M, Patrick K: A controlled trial of physician counseling to promote the adoption of physical activity. *Prev Med* 1996; 25: 225-233.
 - 16) Jarvis KL, Friedman RH, Heeren T, Cullinane PM: Older women and physical activity: using the telephone to walk. *Womens Health Issues* 1997; 7: 24-29.
 - 17) Marcus BH, Simkin LR: The stages of exercise behavior. *J Sports Med Phys Fitness* 1993; 33: 83-88.
 - 18) Oka K, Takenaka K, Miyazaki Y: Assessing the stage of change for exercise behavior among young adults: The relationship with self-reported physical activity and exercise behavior. *Japanese Health Psychology* 2000; 8: 17-23.
 - 19) 稲葉康子, 大淵修一, 岡浩一朗, 新井武志, 長澤 弘, 柴 喜崇ほか: 虚弱高齢者の身体活動セルフ・エフィカシー尺度の開発. *日老医誌* 2006; 43: 761-768.
 - 20) 古谷野直, 柴田 博, 中里克治, 芳賀 博, 須山康夫: 地域老人における活動能力の測定—老研式活動能力指標の開発—. *日公衛誌* 1987; 34: 109-114.
 - 21) Mazzeo RS, Cavanagh P, Evans WJ, Fiatarone M, Hagberg J, McAuley E, et al: ACSM position stand: Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 992-1008.
 - 22) Evans WJ: Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 12-17.
 - 23) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SD, Cumming RG, Rowe BH: Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane database Syst Rev* 2001; 3: CD000340.
 - 24) 種田行男, 階角一記, 中村信義, 北島義典, 塩澤伸一郎, 佐藤慎一郎ほか: 変形性膝関節症を有する高齢者を対象とした運動介入による地域保健プログラムの効果 無作為比較試験による検討. *日公衛誌* 2008; 55: 228-236.
 - 25) 神野宏司, 江川賢一, 種田行男, 永松俊哉, 北島義典, 真家英俊ほか: トランスセオレティカル・モデルを用いた生活体力維持増進プログラムの地域在宅高齢者への介入効果. *体力研究* 2002; 100: 11-20.
 - 26) King AC, Haskell WL, Taylor CB, Kraemer HC, DeBusk RF: Group- vs home-based exercise training in healthy older men and women. *JAMA* 1991; 266: 1535-1542.
 - 27) 田中喜代次, 藪下典子, 金 美芝, 中村容一, 藤村透子, 中垣内真樹: 経年的体力調査に対する脱落高齢者および継続高齢者の特徴. *体育学研究* 2010; 55: 513-524.
 - 28) ベス H・マーカス, リーアン H・フォーサイス: 行動科学を活かした身体活動運動支援 (下光輝一, 中村好男, 岡浩一朗監訳). 大修館書店, 東京, 2006, p40-54.
 - 29) Sallis JF, Hovell MF, Hofstetter CR, Barrington E: Explanation of vigorous physical activity during two years using social learning variables. *Soc Sci Med* 1992; 34: 25-32.
 - 30) U.S. Department of Health and Human Services: Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General, U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Atlanta, 1996, p211-259.

Effects of exercise intervention on exercise behavior in community-dwelling elderly subjects: A randomized controlled trial

Yasuko Inaba¹⁾, Shuichi Obuchi²⁾, Takeshi Arai³⁾, Yoshitaka Shiba⁴⁾, Koichiro Oka⁵⁾, Shuichiro Watanabe⁶⁾,
Ken Kimura⁷⁾ and Hiroshi Nagasawa⁸⁾

Abstract

Aim: The objective of the present study was to evaluate the long-term effectiveness of an exercise program in modifying the exercise behavior of the community-dwelling elderly subjects.

Methods: This study was a single-blinded randomized controlled trial. The subjects included 52 males and 65 females 65 years of age or over who were randomly assigned to an exercise-intervention group or a health-education group. The stages of change in exercise behavior were evaluated before and one-year after the intervention period. The subjects' physical function (muscle strength, balance, walking speed) and self-efficacy in each domain of the physical function were measured during the intervention period.

Results: There were no significant differences in the stages of change before the intervention between the two groups. Significant differences in the stages of change were observed in "relapse" of stages at two points in time between the two groups ($p < .01$). A logistic regression analysis showed that "progression" of stages was associated with improvements in the timed up and go test (AOR 2.7; 95% CI 1.3-5.8) and sit and reach (AOR 1.14; 95% CI 1.0-1.3), while "relapse" of stages was associated with the group allocation (AOR 4.6; 95% CI 1.1-18.8), self-efficacy in "Walking" (AOR 1.54; 95% CI 1.0-2.3) and "Stair climbing" (AOR 0.68; 95% CI 0.5-0.9) with respect to physical activity during the intervention period.

Conclusions: The results suggest that exercise intervention in community-dwelling elderly subjects is effective in preventing "relapse" of exercise behavior over long periods.

Key words: *Community-dwelling elderly, Stages of change, Exercise intervention, Randomized controlled trial*
(Nippon Ronen Igakkai Zasshi 2013; 50: 788-796)

- 1) School of Nursing and Rehabilitation Sciences, Showa University
- 2) Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital and Institute of Gerontology
- 3) Faculty of Health Sciences, Mejiro University
- 4) School of Allied Health Sciences, Kitasato University
- 5) Faculty of Sport Sciences, Waseda University
- 6) J.F. Oberlin University
- 7) Tokyo Denki University
- 8) Kanagawa University of Human Services

都市部在住高齢女性の膝痛, 尿失禁, 転倒に関連する歩行要因

金 憲経¹⁾ 鈴木 隆雄²⁾ 吉田 英世¹⁾ 島田 裕之²⁾
 山城由華吏³⁾ 須藤 元喜³⁾ 仁木 佳文³⁾

要約 目的: 都市部在住の高齢女性の膝痛, 尿失禁, 転倒の徴候と歩容との関連を検討し, 歩容から老年症候群の予測が可能であるかを検討する。 **方法:** 2009年度に70歳以上の高齢女性を対象に実施した包括的健診に参加した971名のうち聞き取り調査, 歩行測定, 認知機能低下の疑いがなかった870名を対象とした。聞き取りでは, 膝痛有無, 尿失禁有無, 転倒有無などを調査した。歩容は, ウォーク Way より, 歩行速度, ケイデンス, ストライド, 歩幅, 歩隔, 歩行角度, つま先角度, 左右差 (ストライド, 歩幅, 歩隔, 歩行角度, つま先角度) を求めた。また膝痛, 尿失禁, 転倒の徴候の有無, 徴候の程度を従属変数と歩容変数を独立変数とした多重ロジスティック回帰分析を施した。 **結果:** 膝痛, 尿失禁, 転倒の徴候を有する群では, 歩行速度が遅く, ケイデンス, ストライド, 歩幅が減少し, 歩隔, 歩行角度が増大した。多重ロジスティック回帰分析の結果, 軽度のいずれの徴候には, 歩行速度が有意に関連した。一方, 中程度以上の徴候の場合, 膝痛では歩隔 (OR=0.58, 95%CI 0.40~0.84), 歩行角度 (OR=1.62, 95%CI 1.30~2.01) が, 尿失禁では歩行速度 (OR=0.97, 95%CI 0.96~0.99), 歩行角度 (OR=1.14, 95%CI 1.02~1.26), 歩行角度左右差 (OR=1.43, 95%CI 1.09~1.86) が, 転倒では歩幅 (OR=0.85, 95%CI 0.79~0.93), 歩行角度左右差 (OR=1.36, 95%CI 1.01~1.85) が有意に関連した。 **結論:** 歩行速度と歩容要因を組み合わせることで徴候の早期発見に活用できる可能性が強く示唆された。

Key words: 歩行要因, 膝痛, 尿失禁, 転倒

(日老医誌 2013; 50: 528-535)

はじめに

高齢者が自立し生活の質の高い日常生活を送るには, 疾病の予防だけでなく日常生活動作 (activities of daily living: ADL) を低下させないことが重要である。近年の高齢者研究から ADL の低下には運動機能, なかでも歩行機能の影響が大きいことから, 歩行機能を維持することの重要性が明らかとなっている¹⁾²⁾。

一方で高齢者の ADL を低下させる要因として, 老年症候群が挙げられる。老年症候群とは, 加齢による身体機能や精神機能の低下に伴い表出する転倒, 骨折, 尿失禁, 認知症, うつ状態, 低栄養, せん妄などの総称とされている³⁾。これらは高齢者の運動器障害に大きく関与し, 健康度を低下させ, 自立を阻害し, 生活の質を損な

うと指摘されている³⁾⁴⁾。老年症候群の徴候のなかでも関節痛, 腰痛, 体重減少などは前期高齢者からみられるが, 骨粗鬆症, 尿失禁, 椎体骨折などは後期高齢者から増加することから⁵⁾, 身体機能が衰える時期や老年症候群の出現時期は, 徴候により異なることが推察される。さらにこれらの運動器機能障害に関連する徴候のなかでも膝痛, 尿失禁, 転倒などは男性よりも女性に多い徴候とされている⁶⁾⁷⁾。このことは男性に比べて女性は本来の筋肉量が少ないうえに, 加齢により筋肉量の減少や筋力の低下が背景にあることが考えられる。このことから, 出現徴候が異なれば, 歩行機能への影響も異なり, 歩き方 (歩容) の変化も徴候特異的となって現れることが予想される。しかし, 歩容に着目し老年症候群との関連性について検討した研究は極めて少ないのが現状である。

そこで, 本研究では都市部在住の高齢女性を対象に実施した横断データを用いて, 膝痛, 尿失禁, 転倒の徴候と歩容との関連を検討し, 歩容から老年症候群の予測が可能であるかを検討することを目的とした。

1) H. Kim, H. Yoshida: 東京都健康長寿医療センター研究所

2) T. Suzuki, H. Shimada: 国立長寿医療研究センター

3) Y. Yamashiro, M. Sudo, Y. Niki: 花王株式会社ヒューマンヘルステア研究センター

受付日: 2013.2.19, 採用日: 2013.4.24

方 法

1. 対象者

本研究の対象者は2002年コホート追跡調査参加者666名と2006年コホート追跡調査参加者569名の合計1,235名(男性264名,女性971名)うち,2009年度の間診,歩行測定,認知機能低下の疑いのなかった女性870名(平均年齢79.6±4.1歳)を解析対象とした。対象者募集の詳細過程は次の通りである。

1) 2002年度コホート:東京都I区(同区総人口506,478名,65歳人口割合16.9%)に在住している高齢者を対象に2002年11月に実施された介護予防健診「お達者健診¹⁰⁾」に70歳以上の男女1,784名が参加した。このコホートについて,2004年(1,145名),2005年(1,017名),2007年(832名),2009年(666名)に追跡調査を行った。

2) 2006年度コホート:初回調査は2006年度11月に行った。東京都I区内在住の70歳以上の女性5,935名を住民基本台帳より無作為で抽出し,研究の趣旨,目的,調査方法,参加への自由,資料の活用方法などについて詳細に記述した案内文を郵送し,老年症候群有症状況を調べる包括的健診調査協力者を募集したところ,957名(16.1%)が参加した¹¹⁾。このコホートの2007年度追跡調査に640名,2009年度追跡調査に569名が参加した。

膝痛,転倒,尿失禁などの老年症候群の有症率は男性より女性で高く,介護が必要になった原因は男女で異なり¹²⁾,男性は脳卒中41.3%と最も多く,女性は虚弱18.5%,転倒・骨折13.4%と女性の方が老年症候群の影響を受けやすいことが,本研究で高齢女性に焦点を当てた背景である。本研究は東京都老人総合研究所の倫理委員会の承諾を得て,参加者には個別的に研究の趣旨,目的,参加への自由,個人データの活用方法などについて詳細に説明したうえ,自筆の同意を得た後に,聞き取り調査,体力測定を行った。参加者から調査拒否やデータ使用に同意しなかった者はいなかった。

2. 調査方法

今回分析対象である膝痛,尿失禁,転倒有無についての調査は,個別面接法より実施し,それぞれの徴候は次のように定義した。

膝痛については,「膝に痛みがありますか」の問に対し「ある」,「ない」のいずれか一つを選択させ,「ある」と回答した場合には痛みの程度を「軽い痛み」,「中くらいの痛み」,「強い痛み」の中から選択させた。解析では「軽い痛み」を「軽症膝痛」,「中くらいの痛み」から「強い痛み」を「中程度以上膝痛」と操作的に分類した。

尿失禁については「日常生活の中で尿が漏れることがありますか」という問に対し,「ある」,「ない」のいずれか一つを選択させ,「ある」と回答した場合には,尿失禁の頻度について,「1年に数回」,「月に1~3回」,「週に1回」,「週に2~3回」,「日に1回以上」,「常に」の中から一つを選択させた。尿失禁の程度を分類するために,「月に1~3回」から「週に1回」を「軽症尿失禁」,「週に2~3回」から「常に」を「中程度以上尿失禁」と分類した¹³⁾。

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を転倒と定義し¹³⁾,転倒については「この1年間に転んだことがありますか」という問に対し「ある」,「ない」のいずれか一つを選択させ,「ある」と回答した場合には,この1年間に転んだ回数を回答させた。転倒回数を分類するために「1回転倒」,2回以上の「複数回転倒」と群分けした¹⁴⁾。転倒有無と回数調査は記憶障害の影響を受けることから,Mental Status Questionnaire (MSQ) 3問以上誤り¹⁵⁾があった50人(3.6%)は除外した。

一方,膝痛,尿失禁,転倒のいずれの徴候に該当しないものを健常群と操作的に定義した。

3. 歩容

歩容の計測にはシート式下肢加重計ウォーク Way (MW-1000, アニマ社製, 日本)を使用し,通常歩行で記録した。対象者は幅800mm,長さ2,400mm,薄さ5mmのウォーク Wayの1.5m手前をスタート地点とし,ウォーク Way上を歩きぬけたあと1.5mの地点をゴールとする歩行を6回試行し,6試行の平均から算出された歩行速度(cm/sec),ケイデンス(1分間の歩数, step/min),ストライド(cm),歩幅(cm),歩隔(cm),歩行角度(°),つま先角度(°)を基本的な歩容要因とした。ストライド,歩幅,歩隔,歩行角度,つま先角度は左右両方計測されたが,今回は左を軸として求めた。なお,ストライド,歩幅,歩隔は身長による影響を取り除くためにそれぞれ身長で除した値を用いた¹⁶⁾。さらにこれらの歩容変数を用いて,ストライド,歩幅,歩隔,歩行角度,つま先角度の左右差についても絶対値として算出し,歩容変数に加え解析した。歩行角度は歩行時の進行方向に対する体幹の向きを表し,下肢の歩幅と歩隔の距離から算出した¹⁷⁾。解析に用いた12歩容変数は,歩行速度,ケイデンス,ストライド(身長%),歩幅(身長%),歩隔(身長%),歩行角度,つま先角度,左右差(ストライド,歩幅,歩隔,歩行角度,つま先角度)である。

4. 解析

各項目別の平均値と標準偏差を求め,膝痛群,尿失禁群,転倒群,正常群の差を比較するために一元配置の分

散分析を実施し、有意差が見られた項目についての多重比較は Scheffe 法を用いた。一方、膝痛・転倒・尿失禁の有症は年齢の影響を受けるので、歩容は年齢を調整した上で検討した。各徴候の程度による歩容変数の差を検定するために、それぞれの徴候を有しない健常群、軽症群、中程度以上群に分けて一元配置分散分析を行い、有意差を認めた項目については多重比較を施した。それぞれの徴候に関連する要因を抽出するために、軽度徴候と中程度以上の徴候を従属変数とし、歩容変数を独立変数とした多重ロジスティック回帰分析を実施した。解析は、統計パッケージ SPSS 18.0 for Windows で行い、統計学的有意水準は $P < 0.05$ に設定した。

表1 各徴候の有症率

症状	n	(%)
徴候無	231	(26.6)
膝痛	326	(37.5)
尿失禁	333	(38.3)
転倒	166	(19.1)
膝痛+尿失禁	152	(17.5)
尿失禁+転倒	68	(7.8)
転倒+膝痛	85	(9.8)
膝痛+尿失禁+転倒	41	(4.7)

結 果

各徴候の有症率は、膝痛 37.5%、尿失禁 38.3%、転倒 19.1% であった (表1)。一方、複数徴候保持者は、膝痛+尿失禁 17.5%、尿失禁+転倒 7.8%、転倒+膝痛 9.8%、膝痛+尿失禁+転倒 4.7% であった。

各群間で測定項目を比較した (表2)。年齢は群間に有意差を認め、尿失禁 80.1 ± 4.2 歳、転倒 79.9 ± 7.1 歳、膝痛 79.6 ± 4.2 歳と徴候を有しない健常群より高かった。歩行速度、ケイデンス、ストライド、歩幅、歩行角度で群間の有意差を認め、膝痛、尿失禁、転倒者は健常者より低い値を示した。一方、膝痛、尿失禁者の歩隔は健常者より増大を、転倒群で歩行角度の左右差は健常群より増大した。

それぞれの徴候において「健常群」、「軽症群」、「中程度以上群」の歩容を比較した (表3)。膝痛の軽症、中程度以上群では健常群より歩行速度の低下、ストライド、歩幅の減少、歩行角度の増大を認めた。歩隔は中程度以上群で、健常群より増大していた。次に、尿失禁の軽症群、中程度以上群は健常群に比べて歩行速度の低下、ケイデンス、ストライド、歩幅の減少、歩行角度の増大を認めた。歩行角度左右差は、中程度以上群で増大を認めた。転倒経験者は歩行速度、ケイデンス、ストライド、歩幅の減少、歩行角度の増大を認めた。複数回転倒者は健常群に比べて、歩隔、歩行角度の左右差の増大を認め

表2 体格及び歩容変数の群間比較

変数	膝痛群 (n=326)		尿失禁群 (n=333)		転倒群 (n=166)		健常群 (n=231)		P 値*	多重比較**
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
年齢 (歳)	79.6±4.2		80.1±4.2		79.9±7.1		78.2±3.7		< .001	健<膝, 尿, 転
身長 (cm)	147.9±5.7		147.6±5.5		147.5±5.4		149.1±5.1		0.106	
体重 (kg)	50.2±8.1		49.8±8.0		48.6±7.9		50.5±5.9		0.277	
歩行速度 (cm/sec)	111.2±23.8		110.9±22.4		107.5±24.7		124.2±19.4		< .001	健>膝, 尿, 転
ケイデンス (step/min)	128.5±14.5		128.1±14.7		126.2±15.0		133.8±19.7		< .001	健>膝, 尿, 転
ストライド (身長%)	69.9±12.2		69.9±12.1		68.8±12.5		75.0±10.6		< .001	健>膝, 尿, 転
歩幅 (身長%)	36.8±6.3		36.8±6.0		35.8±6.7		39.8±4.3		< .001	健>膝, 尿, 転
歩隔 (身長%)	5.9±2.0		5.9±2.0		5.7±2.2		5.3±1.9		0.020	健<膝, 尿
歩行角度 (°)	9.9±5.7		9.7±4.8		10.0±6.9		7.7±3.0		< .001	健<膝, 尿, 転
つま先角度 (°)	0.1±5.3		-0.3±5.9		0.1±5.9		0.2±5.5		0.764	
ストライド左右差 (身長%)	4.1±4.4		4.0±4.9		3.5±4.4		4.7±5.1		0.180	
歩幅左右差 (身長%)	1.6±1.6		1.6±1.8		1.8±2.6		1.6±1.7		0.714	
歩隔左右差 (身長%)	0.9±0.7		0.9±0.7		1.0±0.8		0.9±0.7		0.699	
歩行角度左右差 (°)	1.6±1.6		1.6±1.5		2.0±3.8		1.2±1.0		0.028	健<転
つま先角度左右差 (°)	5.2±4.1		5.9±6.0		5.7±4.6		4.9±4.0		0.127	

M=平均値, SD=標準偏差

*一元配置分散分析

**膝=膝痛, 尿=尿失禁, 転=転倒, 健=健常群

ストライド, 歩幅, 歩隔, 歩行角度, つま先角度は左右のうち支持足の左を代表値とした

表3 各徴候の程度と歩容変数の比較

徴候	程度	n	歩行速度 (cm/sec)		ケイデンス (step/min)		ストライド (身長%)		歩幅 (身長%)		歩隔 (身長%)		歩行角度 (°)		つま先角度 (°)	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
膝痛	なし(健常群)	214	124.2 ± 19.4	133.8 ± 19.7	75.0 ± 10.6	39.8 ± 4.3	5.3 ± 1.9	7.7 ± 3.0	0.2 ± 5.5							
	軽度	179	113.1 ± 24.1	128.5 ± 14.3	71.0 ± 12.5	37.3 ± 6.5	5.8 ± 1.9	9.7 ± 6.8	0.4 ± 5.3							
	中程度以上	147	110.1 ± 24.3	129.7 ± 14.4	69.1 ± 11.9	36.4 ± 6.2	6.1 ± 2.0	10.0 ± 4.2	-0.2 ± 5.7							
尿失禁	なし(健常群)	214	124.2 ± 19.4	133.8 ± 19.7	75.0 ± 10.6	39.8 ± 4.3	5.3 ± 1.9	7.7 ± 3.0	0.2 ± 5.5							
	軽度	175	113.0 ± 21.1	129.3 ± 14.3	70.5 ± 10.0	37.3 ± 5.0	5.5 ± 2.0	8.8 ± 3.7	-0.1 ± 6.0							
	中程度以上	158	108.2 ± 23.0	126.9 ± 14.6	69.1 ± 14.1	36.2 ± 6.9	6.3 ± 2.0	10.6 ± 5.6	-0.5 ± 5.8							
転倒	なし(健常群)	214	124.2 ± 19.4	133.8 ± 19.7	75.0 ± 10.6	39.8 ± 4.3	5.3 ± 1.9	7.7 ± 3.0	0.2 ± 5.5							
	1回転倒	124	108.4 ± 24.6	126.2 ± 14.3	69.5 ± 12.9	36.0 ± 6.9	5.6 ± 2.3	9.7 ± 7.0	0.0 ± 6.0							
	複数回転倒	42	103.8 ± 24.6	125.8 ± 17.0	66.3 ± 11.7	34.9 ± 6.3	6.3 ± 2.1	11.3 ± 6.6	0.6 ± 5.8							

徴候	程度	n	ストライド 左右差 (身長%)		歩幅 左右差 (身長%)		歩隔 左右差 (身長%)		歩行角度 左右差 (°)		つま先角度 左右差 (°)	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
膝痛	なし(健常群)	214	4.7 ± 5.1	1.6 ± 1.7	0.9 ± 0.7	1.2 ± 1.0	4.9 ± 4.0					
	軽度	179	3.9 ± 4.0	1.6 ± 1.7	0.9 ± 0.7	1.7 ± 1.8	5.0 ± 4.1					
	中程度以上	147	4.5 ± 5.0	1.6 ± 1.3	1.0 ± 0.8	1.6 ± 1.2	5.4 ± 4.0					
尿失禁	なし(健常群)	214	4.7 ± 5.1	1.6 ± 1.7	0.9 ± 0.7	1.2 ± 1.0	4.9 ± 4.0					
	軽度	175	4.0 ± 4.4	1.5 ± 1.3	0.9 ± 0.7	1.3 ± 1.0	5.6 ± 4.3					
	中程度以上	158	3.9 ± 5.2	1.7 ± 2.2	1.0 ± 0.8	1.9 ± 1.9	6.3 ± 7.1					
転倒	なし(健常群)	214	4.7 ± 5.1	1.6 ± 1.7	0.9 ± 0.7	1.2 ± 1.0	4.9 ± 4.0					
	1回転倒	124	3.3 ± 4.6	1.9 ± 2.9	1.0 ± 0.7	2.0 ± 4.3	5.5 ± 4.5					
	複数回転倒	42	4.0 ± 3.7	1.3 ± 1.1	1.0 ± 0.9	2.1 ± 2.1	6.1 ± 4.8					

M=平均値, SD=標準偏差

*多重比較: Scheffe 法

ストライド, 歩幅, 歩隔, 歩行角度, つま先角度は左右のうち支持足の左を代表値とした

た。

次に, それぞれの徴候を従属変数, 歩容変数を独立変数としたロジスティック回帰分析を施した(表4)。歩

行速度は, 軽症膝痛 (Odds Ratio (以下: OR) = 0.97, 95% Confidence Intervals (以下: CI) 0.96~0.99), 軽症尿失禁 (OR = 0.97, 95% CI 0.96~0.98), 1回転倒 (OR =