

Table 5 Hazard ratios and 95% confidence intervals of mortality by all causes for age, BMI and nutrient intake in males and females

Nutrient intake	Male		Female	
	Relative hazard	95% CI	Relative hazard	95% CI
Age (years)	1.03	0.92–1.15	1.12	0.94–1.32
BMI (kg/m ²)	1.00	0.98–1.02	0.98	0.96–1.01
Energy (kcal)	1.00	1.00–1.00	0.99	0.95–1.04
Protein (Vegetable) (g)	0.86*	0.74–1.00	1.10	0.82–1.46
Protein (Animal) (g)	1.03	0.97–1.09	0.99	0.79–1.24
Fats (Vegetable) (g)	1.04	0.97–1.11	1.07	0.69–1.64
Fats (Animal) (g)	0.95	0.88–1.03	1.22	0.77–1.93
Carbohydrate (g)	1.01	0.99–1.03	1.03	0.85–1.24

Analyzed by Cox proportional hazards model; * $P < 0.05$.

mize the risk of depending on memory, we used a dietary record based on the recollection method coupled with direct interview.⁶ Furthermore, previous study has indicated that to obtain representative data of the routine dietary habit, long-term dietary survey for one week, one month, or even one year is necessary.⁹ In our Institute, we had chosen to use a 3-day survey considering the feasibility of implementation in field survey. The results of nutrition survey are sent back to the subjects by mail. Therefore, we cannot exclude the possibility that intervention might have been introduced in response to the result.

Although many cross-sectional studies on the changes of dietary intake with aging have been reported, there are few reports of longitudinal studies that follow the changes with advancing age. Consequently, these changes have not been clearly elucidated. The other longitudinal study conducted in Japan, National Institute for Longevity Sciences-Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA)¹⁰ started its baseline survey in 1997–1999 and the research results are not yet available. Regarding studies overseas, the longitudinal study conducted in Gotheburg, Sweden¹¹ (1971/71–1981/82; 98 subjects, aged 70s) reported reduced energy intake and energy intake adequacy rate. The Baltimore longitudinal study¹² also observed lowered energy intake and fat energy ratio in the elderly. The 6-year follow-up study (1988/89–1995/96, 248 subjects aged over 70) conducted in New Zealand by Fernyhough *et al.*¹³ and the 4-year follow-up study (1993–1997, 82 subjects) conducted in France by Nicolas *et al.*¹⁴ both reported little changes in intake of macronutrients and micronutrients with aging. The variable results in these reports suggest that the effects of aging on nutrient intake observed in longitudinal studies are not only caused by the aging phenomenon but may also include elements of changes in socioeconomic factors with time in that particular region.¹² Therefore, these results have to be interpreted with caution.

In our 8-year longitudinal study, the elderly subjects in Koganei City took large quantities of green and yellow vegetables, fruits, fish and shellfish, fats and oils, and milk or milk products. Especially, the intake of milk or milk products by males (138 g) and females (207 g) living in Konami was considerably higher than the national average. Females consumed more milk or milk products than the daily national average for the elderly, which is approximately 200 g. Among these food groups, fruit consumption is the only item that decreased significantly with aging in both males and females. This decrease in consumption is suspected to relate the fact that shopping is harder as age advances, especially for fruits that are heavy and bulky; the trouble of peeling; and also the high price.

Regarding the aging-related changes in nutrient intake, significantly decreased intake was observed for carbohydrate and sodium in both males and females, and for energy, protein and fats in females. However, the PFC energy ratio remained unchanged. In addition, the nutrient intake was higher than the recommended dietary allowances in both males and females, showing that despite aging, these subjects had maintained an appropriate level of nutrient intake. In other words, aging-related changes were not observed in nutrient intake adjusted for body weight and physical activities. These findings imply the following: in the natural course of aging, physical activities decrease and food intake also decreases, resulting in weight loss and reduced obesity; however, by taking an adequate quality and quantity of foods during the early aging period and then maintaining this dietary habit, this practice will enrich the diet in the later aging period and is related to achievement of healthy longevity. Even viewing from the manner of food intake, the PFC energy ratio indicated that these subjects consumed a balanced diet.

When examining the relationship between mortality and dietary habit or nutrition, obviously this relation changes according to individual diseases, which pre-

sents difficulties in identifying the appropriate dietary habit or nutritional factors. Furthermore, the cause of death in the elderly usually involves a mixture of multiple diseases or lesions. Analysis based on cause of death by specific disease does not seem to be relevant. We therefore used mortality by all causes as an indicator in our analysis.

Regarding the relationship between nutrition and vital prognosis, although the contribution of nutrition to individual diseases and death has been investigated in middle- and old-age groups, it is important to examine which food or nutrient affects the total mortality in the elderly. However, there are few studies on nutrient and vital prognosis in the elderly living in the community during the process of normal aging.^{15,16} We found no report that examines life expectancy using nutrient intake as an independent variable. Kumagai *et al.*¹⁷ analyzed from the viewpoint of food pattern. They reported that vegetable protein has a negative effect on all-cause mortality, and suggested that antioxidants such as vitamin C and beta-carotene may have beneficial effects.¹⁸

In the present study, we examined the relationship between mortality by all causes and nutrient intake, and added in the analysis another independent variable, BMI, that has been shown from our past results of TMIG-LISA to be strongly related to total mortality.¹⁹ The present results showed that even after controlling intake of other nutrients, vegetable protein alone showed a significant correlation with mortality. Vegetable protein is a food item that has attracted much attention recently accompanying the growing knowledge concerning their physiological activities in the human body. According to the study of Ashton *et al.*²⁰ soy protein contains digestive peptides that lower fat metabolism mediated by hormones, contributing to lowering of serum cholesterol and increase of HDL-cholesterol, leading to reduction of the risk of coronary heart disease. The series of studies conducted by Nagata *et al.*^{21,22} suggested that the estrogen-like substance in soy products may affect the mental and psychological status of women, and consumption of soy products and isoflavones may have a protective effect against hot flush during menopause. The functional characteristics of these vegetable foods may contribute to prolong life.

The present cohort took vegetable protein mostly from tofu, natto, and beans. We observed a high frequency of finding natto or tofu as the main dish both in the 1991 and 1999 surveys, and these foods were eaten at meal once a day. Incidentally, the main dish is defined as the dish occupying the central place among the dishes other than staple food, which is made from soybean, egg, fish, or meat, and typically contains 30 g of the main ingredient equivalent to over 6 g of protein in the traditional Japanese dietary habit. From the old days in Japan, food processing and cooking using soybean

have been developed actively, and soybean and soybean products are utilized as a valuable protein source to supplement rice. Apart from the functional properties, beans and bean products are cheap and do not require elaborate cooking. They are easy to use food items that can be served directly after being purchased. These are convenient foods for the elderly and are a food item that can be promoted in nutrition guidance.

This longitudinal study shows that 'dietary habit for a long and healthy life' is characterized by continuing to maintain the recommended dietary intake even as age advances, and eating favourite and familiar foods without complicated preparations. The later aging period is vulnerable to various undesirable situations such as disease, impaired chewing ability, lowered functional capacity, poverty, and stress. These situations have adverse effects on the quality and quantity of food intake and the general dietary habit, leading easily into a poor nutritional state.²³⁻²⁶ Whatever happens, it is desirable to continue maintaining the recommended intake, and take early measures to 'prevent loss of appetite' and 'prevent reduced food intake'.

Although this study only examined a relatively small sample limited to elderly ambulatory subjects living in the urban community, the aging-related changes in food intake obtained in this study helps to define the desirable dietary habit for the old-age phase.

Summary

- 1 The weight and BMI in females decreased significantly with aging.
- 2 With respect to quantity of intake by food group, consumption of fruits was significantly lowered both in males and females.
- 3 For nutrient intake, significant decreases in protein, fats, carbohydrate, iron, and sodium were observed in females.
- 4 No change in PFC energy ratio was observed.
- 5 The nutrient intake was above the recommended dietary allowances at baseline and also eight years later.
- 6 A significant relationship was observed between vegetable protein intake and vital prognosis in males.

Conclusion

In the present 8-year longitudinal study, although aging-related changes in nutrient and food intake were observed, nutrient intake was higher than the recommended dietary allowances. This field survey shows clearly that 'dietary habit for a long and healthy life' is achieved by continuing to maintain the recommended dietary intake even as age advances. These results are useful for promoting policies of health maintenance in the elderly.

References

- 1 The Ministry of Health and Welfare. *Recommended Dietary Allowance*, 6th edn. Tokyo: Daiichi Public, 1999. (In Japanese.)
- 2 Shibata H, Suzuki T, Shimonaka Y. Overview of a new longitudinal interdisciplinary study on aging (TMIG-LISA, 1991–2001). *Facts, Research and Intervention in Geriatrics: Longitudinal Interdisciplinary Study on Aging*. Paris: Sendri Publishers, 1997, 7–20.
- 3 The Science and Technology Agency. *Standard Tables of Foods Composition in Japan*, 4th Revised Ed. Tokyo: Printing Office, Ministry of Finance, 1990. (In Japanese.)
- 4 The Ministry of Health and Welfare. *Recommended Dietary Allowance*, 4th edn. Tokyo: Daiichi Public, 1989. (In Japanese.)
- 5 Yukawa H, Suzuki T, Yoshida H, Kumagai S, Iwama N, Shibata H. Effect of psychosocial and health conditions on the energy intake adequacy of healthy elderly individuals. *The Jap J Nutrition* 2000; **59**: 117–125. (In Japanese.)
- 6 Nakaji S, Sugawara K, Endoh T, Hasegawa H. Comparison of measured nutrients with the values calculated by the weighing method and duplicate method. *Tohoku J Exp Med* 1996; **179**: 253–257. (In Japanese.)
- 7 Briefel RR. Assessment of the US in national surveys. national collaborative efforts and NHANES. *Am J Clin Nutr* 1994; **59**: 164s–167s.
- 8 van Staveren WA, de Groot LC, van der Wielen RP. Assessing diets of elderly people: Problems and approaches. *Am J Clin Nutr* 1994; **59**: 221s–223s.
- 9 Willet W. *Nutritional Epidemiology*. New York: Oxford University Press, 1990.
- 10 Imai T, Sakai S, Mori K, Ando F, Niino N, Shimokata H. Nutritional assessments of 3-day dietary records in National Institute for Longevity Sciences-Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* 2000; **10**: S70–S76.
- 11 Sjogren A, Osterberg T, Steen B. Intake of energy, nutrients and food items in a ten-year cohort comparison and in a six-year longitudinal perspective: A population study of 70- and 76-year-old Swedish people. *Age and Ageing* 1994; **23**: 108–112.
- 12 Hallfrisch J, Muller D, Drinkwater D, Tobin J, Andres R. Continuing diet trends in men. The Baltimore Longitudinal Study Aging (1961–87). *J Gerontol* 1990; **45**: M186–M191.
- 13 Fernyhough LK, Horwath CC, Campbell AJ, Robertson MC, Busby WJ. Changes in dietary intake during a 6-year follow-up of an older population. *Eur J Clin Nutr* 1999; **53**: 216–225.
- 14 Nicolas AS, Faisant C, Nourhashemi F, Lanzmann-Petithory D, Tome D, Vellas B. The nutritional intake of a free-living healthy French population: a four-year follow-up. *J Nutr Health Aging* 2000; **4**: 77–80.
- 15 Fortes C, Forastiere F, Farchi S, Rapiti E, Pastori G, Perucci CA. Diet and overall survival in a cohort of very old people. *Epidemiology* 2000; **11**: 440–450.
- 16 Magni E, Bianchetti A, Rozzini R, Trabucchi M. Influence of nutritional intake on 6-year mortality in an Italian elderly population. *J Nutr Elder* 1994; **13**: 25–34.
- 17 Kumagai S, Shibata H, Watanabe S, Suzuki T, Haga H. Effect of food intake pattern on all-cause mortality in the community elderly: A 7-year longitudinal study. *J Nutr Health Aging* 1999; **3**: 29–33.
- 18 Block G. Vitamin C and cancer prevention: The epidemiologic evidence. *Am J Clin Nutr* 1991; **53**: 279s–282s.
- 19 Suzuki T. Predictors for mortality of the community elderly-longitudinal study by TMIG-LISA. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi* 2001; **38**: 338–340. (In Japanese.)
- 20 Ashton EL, Dalais FS, Ball MJ. Effect of meat replacement by tofu on CHD risk factors including copper induced LDL oxidation. *J Am Coll Nutr* 2000; **19**: 761–767.
- 21 Nagata C, Takatsuka N, Kawakami N, Shimizu H. Soy product intake and hot flashes in Japanese women: Results from a community-based prospective study. *Am J Epidemiol* 2001; **153**: 790–793.
- 22 Nagata C, Shimizu H, Takami R, Hayashi M, Takeda N, Yasuda K. Serum concentration of estradiol and dehydroepiandrosterone sulfate and soy product intake in relation to psychological well-being in peri- and postmenopausal Japanese women. *Metabolism* 2000; **49**: 1561–1564.
- 23 Nagai H, Shibata H, Haga H *et al*. Chewing ability in relation to physical health status. *Jpn J Geriatr* 1990; **27**: 63–68. (In Japanese.)
- 24 Nagai H, Shibata H, Haga H *et al*. The relationship of chewing ability to nutrient and food intakes in the community elderly. *JJPH* 1991; **38**: 853–858. (In Japanese.)
- 25 White JV. Risk factors for poor nutritional status in older Americans. *Am Fam Physician* 1991; **44**: 2087–2097.
- 26 Walker D, Beauchene RE. The relationship of loneliness, social isolation, and physical health to dietary adequacy of independently living elderly. *J Am Diet Assoc* 1991; **91**: 300–304.

ORIGINAL ARTICLE

A prospective study of the effects of regular sports practice on mortality among the elderly in a rural community in Japan: An 8-year follow-up study

Hunkyung Kim, Takaō Suzuki, Hajime Iwasa and Hideyo Yoshida

Department of Epidemiology, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, Tokyo, Japan

Background: Regular exercise and sports practice are considered effective to maintain the health and quality of life of the elderly, and even to decrease mortality. The present study aimed to clarify the relation between regular sports practice and relatively long-term mortality among the community-dwelling elderly and to determine whether regular sports practice is an independent risk factor for all-cause mortality.

Methods: In a population-based prospective study, the Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Longitudinal Interdisciplinary Study on Aging (TMIG-LISA), 748 community-dwelling persons aged 65 and older who participated in the baseline survey in August 1992 were followed annually for 8 years with respect to mortality.

Results: Excluding 22 early deaths that occurred during the first two years of follow-up, a total of 158 deaths (83 males and 75 females) were confirmed during the 8-year follow-up period. Univariate analysis showed that subjects practicing sports regularly had significantly higher score for instrumental activities of daily living (I-ADL), higher alcohol drinking rate, and faster usual walking speed ($P < 0.001$). To determine the independent risk factors for mortality, Cox proportional hazards regression analysis was conducted using sex, age, regular sports practicing habit, current smoking habit, current alcohol drinking habit, I-ADL (from the subscale of TMIG-Index of Competence), and usual walking speed. Regular sports practice did not reduce the risk of death, while sex ($P < 0.001$), age ($P < 0.001$), I-ADL ($P < 0.05$), and usual walking speed ($P < 0.001$) were identified as significant independent predictors for all-cause mortality among the elderly people living in the rural community.

Conclusion: Regular sports practice has no significant effect on mortality; however, keeping a higher walking speed in daily life is a strongly relevant capability for regular sports practice and a significant predictor of prolonged active life expectancy.

Keywords: community-dwelling elderly, mortality, prospective study, regular sports practice.

Introduction

Many studies of exercises and sports in the elderly have been conducted from the viewpoint of mortality,^{1–3} and prevention of coronary heart diseases,^{4–9} arteriosclerosis,^{10,11} diabetes,^{12,13} cancers,^{14–16} and osteoporosis.^{17–19} Recently, research has further extended to the maintenance of quality of life (QOL) in the elderly, and many

Accepted for publication 8 September 2003.

Correspondence: Hunkyung Kim, Department of Epidemiology, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, 35-2 Sakae-cho, Itabashiku, Tokyo 173-0015, Japan. Email: kimhk@tmig.or.jp

issues have been discussed, such as the impact of exercises and sports on prophylaxis against degenerative changes of the musculoskeletal system, maintenance of activities of daily living (ADL), improvement of depression, prevention of seclusion, and enhancement of social participation.²⁰⁻²⁵

For the elderly, 'exercises' generally include physical activities in daily life, walking and light calisthenics at home, and competitive sports using tools or facilities such as tennis and swimming. These activities may overlap partially, and there are no strict distinctions among them. However, the exercise contents for the categories of 'daily living physical activities' and 'competitive sports' certainly differ to a large extent in terms of exercise intensity, subject's motivation, and physical capability necessary for implementation. They may also have different effects on the prognosis of long-term survival for the elderly.

We examined the long-term effect of regular sports practice on mortality by a population-base prospective study. In this study, we defined regular sports practice as the engagement in sports usually utilizing specialized facility or instrument, and analyzed the effect of regular sports practice on mortality of the elderly living in a rural community during a relatively long follow-up period.

Subjects and methods

Subjects

The Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology (TMIG) has initiated a refined longitudinal interdisciplinary study on aging (TMIG-LISA) since 1991, which is a long-term project, with the objective to analyze the process of aging and to identify factors that affect aging in the elderly living in various areas with different living environments.

The cohort of the present study consisted of elderly subjects aged 65 years or above living in one of the TMIG-LISA study sites; a mountain village in Akita Prefecture. The baseline survey was conducted between June and August 1992. Among 852 eligible subjects who were confirmed to be ambulatory and living at home, 748 subjects (87.8%; 289 males and 448 females) received medical examination. Since the objective was to study the prognosis of long-term survival of the elderly who regularly practice competitive sports, 22 early deaths that occurred during the first two years (August 1992-1994) because of suffering from either chronic disease or physical frailty were excluded and 726 subjects (289 males and 437 females) were included in the final analysis.

Data collection

The survey methods included inviting the subjects to the municipal community center and conducting face-

to-face interviews and comprehensive medical examinations including measurements of physical performance. Follow-up surveys were conducted during the same month (August) using the same methods as in the baseline survey. Interview was conducted every year and comprehensive medical examination every two years. The subjects were followed for 8 years from 1992 to 2000.

Data on 'regular sports practice' were collected by interview. The subject was asked, 'Do you practice any of the following sports regularly?' The subject was instructed to choose one or more answers from 9 items consisting of 'gate-ball', 'jogging', 'tennis', 'golf', 'hiking', 'dancing', 'swimming', 'martial art', and 'others'. To the question on the frequency of sports 'How many days in a week do you practice the sports?', the subject was requested to choose one answer from 'every day', '5-6 days/week', '2-4 days/week' and 'one day or less/week'.

In the analysis of the association between regular sports practice and prognosis of survival, the following confounding factors were considered: sex, age, smoking habit at baseline ('current smoking' was defined as smoking at the time of survey), drinking habit at baseline ('current alcohol drinking' was defined as drinking at the time of survey), instrumental-ADL (I-ADL) assessed by the subscale of TMIG Index of competence (5 items: 'shopping for daily living', 'preparing meals', 'paying bills', 'managing bank deposit and saving', and 'utilizing public transportation'), and walking capacity (usual walking speed).

Statistical analysis

Descriptive statistics were calculated for the data of regular sports practice (yes or no) and frequency of practice. Values are expressed as mean \pm standard deviation. Statistical analysis was performed with student's *t*-test and χ^2 test. A *P*-value less than 0.05 was considered to indicate statistical significance. Cox proportional hazards regression model was used to analyze the association between regular sports practice and mortality during the follow-up period controlled for sex, age, smoking habit, drinking habit, I-ADL, and usual walking speed. Statistical analyses were performed using SPSS for Windows 7.5.1j.

Results

Status of 8-year follow-up

The cohort at the baseline survey in 1992 consisted of 748 subjects. As mentioned above, after excluding 22 early deaths (11 males and 11 females) during the first two years (1992-1994), 726 subjects were included in the final analysis. Table 1 shows the data of sex, age,

Table 1 Characteristics of the study population ($N = 726$) at the baseline survey in 1992

Variables	Male	Female	sex diff.	
Age: years (mean \pm SD)	71.40 \pm 5.44	72.08 \pm 5.59	ns	
Sex: male/female (%)	289 (39.8)	437 (60.2)	-	
Practicing sports regularly: yes (%)	62 (21.5)	60 (13.8)	**	
Frequency per week (%)	62 (21.5)	60 (13.8)	}	
every day	8 (12.8)	13 (21.7)		ns
5-6 day	1 (1.6)	2 (3.3)		
2-4 day	29 (46.8)	27 (45.0)		
\leq 1 day	24 (38.7)	15 (25.0)		
I-ADL: full marks = 5 (mean \pm SD)	4.75 \pm 0.88	4.48 \pm 1.13	***	
Current smoking: yes (%)	104 (36.1)	13 (3.0)	***	
Current alcohol drinking: yes (%)	181 (62.6)	94 (21.5)	***	
Usual walking speed: m/s (mean \pm SD)	1.16 \pm 0.27	1.01 \pm 0.26	***	

ns, not significant; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.001$.

Table 2 Comparison between the elderly who practiced sports regularly and those who did not at the baseline survey in 1992 (each sex)

Sex (N)	Category (practicing sports regularly)	Average Age (years)	I-ADL	Cur. smoking (%)	Cur. drinking (%)	walking speed (m/s)
Male (N = 289)	Yes (N = 62)	72.8 \pm 4.3	4.9 \pm 0.42	22 (35.5)	50 (80.7)	1.20 \pm 0.23
	No (N = 227)	71.0 \pm 5.7	4.7 \pm 0.92	82 (36.2)	131 (57.7)	1.15 \pm 0.27
Female (N = 463)	Yes (N = 60)	71.9 \pm 4.6	4.8 \pm 0.68	2 (3.4)	12 (20.0)	1.14 \pm 0.22
	No (N = 376)	72.1 \pm 5.7	4.4 \pm 1.18	11 (2.9)	82 (21.8)	0.99 \pm 0.26

ns, not significant; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Table 3 Comparison between the elderly who practiced sports regularly and those who did not at the baseline survey in 1992 (sex combined)

Category	Proportion (%)	Average Age (years)	I-ADL	Cur. smoking (%)	Cur. drinking (%)	Walking speed (m/s)
Practicing sports regularly (N = 122)	16.8	72.35 \pm 4.48	4.86 \pm 0.57	19.8	50.8	1.17 \pm 0.23
Not practicing sports regularly (N = 603)	83.2	71.69 \pm 5.72	4.53 \pm 1.11	15.5	35.3	1.05 \pm 0.28

ns, not significant; *** $p < 0.001$.

regular sports practice (yes/no), frequency of practice, and other parameters used for adjustment in the present study. For the type of sports practiced, the response for 'gate-ball' was overwhelmingly high (male: 85.9%, female: 89.1%) while the other sports were hardly practiced, reflecting the rural nature of the community surveyed.

Sixty-two males (21.5%) and 60 females (13.8%) practiced sports regularly, and the proportion was significantly higher in males ($\chi^2 = 7.35$, $P = 0.007$). The

proportion of subjects who practiced sports two or more days a week was 13.2% in males and 9.8% in females, and was also higher in males although the difference was not significant ($\chi^2 = 2.00$, $P = 0.18$). Among the variables used for adjustment, significant sex differences were observed in the mean score of I-ADL, percentage of smokers, percentage of drinkers, and usual walking speed.

Compare the characteristics of subjects practicing and not practicing sports regularly in by sex and sex

combined. In male, the subjects doing regular sports practice had higher average age, higher score of I-ADL, higher rate of alcohol drinking, and higher usual walking speed than the subjects who did not. In female, the subject doing regular sports practice had higher score of I-ADL, and higher usual walking speed (Table 2). In sex combined, the two groups did not differ significantly in age and smoking rate, but subjects who practiced sports regularly scored significantly higher in I-ADL and had a significantly higher alcohol drinking rate. In addition, they had a significantly higher usual walking speed (1.17 vs 1.05 m/s; $t = 4.85$, $P = 0.0001$), presumably strongly related to sports practice (Table 3). In addition, a significant positive correlation between regular sports practice and usual walking speed was confirmed even after controlling for sex and age.

Association between mortality and regular sports practice

Excluding 22 early deaths recorded from 1992 to 1994, a total of 158 deaths (83 males, 28.7% and 75 females, 17.2%) occurred during the 8-year follow-up period. A significant sex difference in mortality was observed ($\chi = 13.65$, $P = 0.001$). The major cause of death was malignant tumors such as gastric cancer and lung cancer, followed by pneumonia. In the present study, the effects of regular sports practice on all-cause mortality only were examined.

Multivariate analysis on the association between mortality and regular sports practice after controlling for sex, age, I-ADL score, smoking rate, alcohol drinking rate, and usual walking speed showed that regular sports practice did not reduce the risk of death. In this analysis, while smoking, alcohol drinking, and regular sports practice were not significant variables for mortality, sex and age were identified as significant variables independently associated with death, and high I-ADL score ($P < 0.05$) and high usual walking speed ($P < 0.001$) significantly reduced the risk of mortality (Table 4).

When subjects who practiced sports at high frequencies of two or more days a week were analyzed by the same methods as above, almost identical results were obtained. Thus, no significant reduction of mortality was obtained by practicing sports at a relatively high frequency of two or more days a week.

Discussion

From the previous longitudinal studies that examined the association between prognosis of survival and lifestyle focusing on exercises and physical activities, the findings obtained from follow-up studies of elderly cohorts aged over 60 years are not necessarily consistent.

Table 4 Multivariate relative risk (RR) for deaths from all causes during 8 years according to having regular sports among the elderly in rural community (Cox proportional hazard model)

Variables	Multivariate RR ^a	(95% IC) ^b
Sex ^c	0.351***	(0.239–0.516)
Age ^d	1.064***	(1.033–1.096)
SPT ^e	1.194	(0.741–1.924)
SMK ^f	0.720	(0.467–1.111)
ALC ^g	1.245	(0.871–1.780)
I-ADL ^h	0.859*	(0.754–0.980)
NWS ⁱ	0.212***	(0.106–0.424)

^aRelative risk; ^b95% Interval of confidence; ^cSex (male = 0, female = 1); ^dAge (years old); ^ePracticing sports regularly (yes = 0, no = 1); ^fCurrent smoking habits (yes = 0, no = 1); ^gcurrent alcohol consumption (yes = 0, no = 1); ^hInstrumental ADL (by subscale of TMIG-IC; 0–5); ⁱUsual walking speed (m/s).

*** $p < 0.001$; * $p < 0.05$.

In a cohort of 16 936 Harvard alumni (aged 35–74 years), study of the association between mortality and lifestyle centering on physical activity showed the highest mortality in the group with the lowest physical activity level (< 500 kcal/week) and a general tendency of decreased mortality with increase in physical activity.²⁶ A 5-year follow-up study analyzing the relationship between mortality and health practices such as physical activity, smoking, drinking, and sleeping hours identified smoking as the only health practice related to mortality in females, while no related factor was identified in males.²⁷ In the 10-year follow-up the first National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES I) study on a cohort of 6109 subjects²⁸ low physical activity and subnormal body weight were associated with reduced survival in both men and women. The Alameda County Study that followed 6928 elderly subjects for 17 years found that mortality was associated with smoking, lack of exercise, body weight deviated from normal range, and not taking breakfast regularly.²⁹ The 20-year follow-up study on middle-age and elderly Finnish men also reported reduction of premature mortality by high physical activity.³⁰

Recently, the association between physical activity or sports, especially jogging³¹ and mortality was studied in a Copenhagen population (17 265 men and 13 375 women aged 20–93 years) for a mean follow-up period of 14.5 years, and showed that (i) mortality was decreased in the leisure-time physical activity group compared with the sedentary group, and (ii) moderate to vigorous exercise was associated with 50% risk reduction in mortality.³² This study concluded that while light exercises have some health effect, moderate and vigorous exercises are more favorable for health.

Viewing from the above previous studies, although studies with follow-up periods less than 10 years showed an apparently weak association between mortality and health practices such as regular sports practice in the elderly, prolonged longitudinal studies for over 10 years may validate the favorable health effects of exercises and regular sport.

In the present population-base longitudinal study, we analyzed the impact of regular sports activities, presumably representing higher intensity of physical activity, on mortality in elderly subjects during a follow-up period of 8 years. However, no significant association was found between regular sports practice and mortality in multivariate analysis. One reason is that the subjects were rural elderly men and women, mostly engaging in agricultural work. Apart from sports, this cohort probably has high physical activities in their daily lives from farm work, family labor and other rural activities. In addition, gate-ball was the overwhelmingly common sport practiced for both men and women in this rural elderly population. Since gate-ball involves relatively mild activity intensity compared to other sports, this may also contribute to the lack of significant correlation.

Gate-ball is one of the most popular competitive sports among Japanese elderly. An analytical study of the health characteristics of elderly persons playing gate-ball showed that the players in general enjoyed physical and mental well-being.³³ This finding probably suggests another reason why regular sports practice (gate-ball) is not necessarily an independent determinant of mortality when other confounding factors are controlled.

The confounding factors used in the analysis of the association between sports activity and mortality have all been shown by previous studies to influence the prognosis of survival in the elderly. Among them, walking speed has been demonstrated to be a very strong predictor for maintaining daily living functions from the TMIG-LISA prospective studies^{34,35}. The importance of walking speed was again substantiated in the present study; that usual walking speed is an extremely strong and independent influential factor of mortality, similar to sex and age. Our analysis showed that an increase of walking speed by 1 m/s was associated with increase of a relative risk by 0.155 in the subsequent 8 years, that means a 1/7 reduction of the risk of death.

The elderly subjects who practiced sports regularly had a significantly faster walking speed compared with subjects not practicing sports. Even when controlled for sex and age, a significant positive association between regular sports practice and walking speed was observed. In other words, the elderly who can practice sports regularly walk faster in their daily life, and they may constitute a group of individuals who are healthier and more vigorous, suggesting the presence of a strong self-selection bias for practicing regular sports.

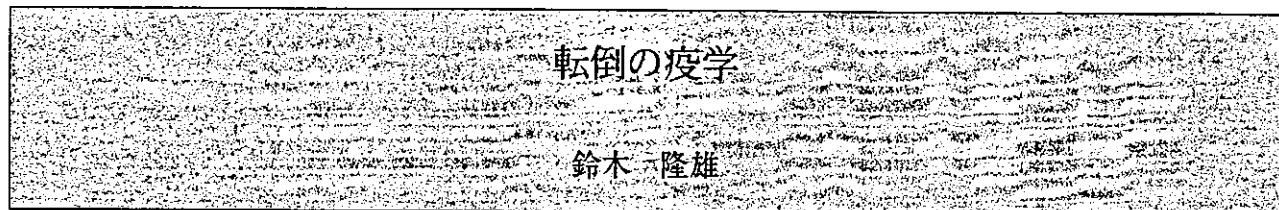
The present findings have important implications in planning future measures to maintain or improve health status and prolong active life expectancy in the community elderly. While there is an obvious need to recommend appropriate regular sports, it is equally important to help the elderly to build basal physical strength, especially to maintain and improve walking capacity, as a prerequisite to practice sports.

References

- 1 Blair SN, Kohl III, HW, Paffenbarger RS Jr. *et al.* Physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989; 262: 2395-2401.
- 2 Stessman J, Maaravi Y, Hammerman-Rozenberg R, Cohen A. The effects of physical activity on mortality in the Jerusalem 70-year-olds longitudinal study. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48: 499-504.
- 3 Blair SN, Kohl III HW, Barlow CE *et al.* Changes in physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995; 273: 1093-1098.
- 4 Ekelund LG, Haskell WL, Johnson JL *et al.* Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic north American men: The lipid research clinics mortality follow-up study. *N Engl J Med* 1988; 319: 1379-1384.
- 5 Leon AS, Connett J, Jacobs DR, Rauramaa R. Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death: The multiple risk factor intervention trial. *JAMA* 1987; 258: 2388-2395.
- 6 Paffenbarger RS Jr, Wing AL, Hyde RT. Physical activity as an index of heart attack risk in collage alumni. *Am J Epidemiol* 1978; 108: 161-175.
- 7 Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Steinmetz CH. A natural history of athleticism and cardiovascular health. *JAMA* 1984; 252: 491-495.
- 8 Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ *et al.* Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 2002; 347: 716-725.
- 9 Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. Changes in physical activity, mortality, and incidence of coronary heart disease in older men. *Lancet* 1998; 351: 1603-1608.
- 10 Haskell WL. The influence of exercise training on plasma lipids and lipoproteins in health and disease. *Acta Med Scand* 1986; 711: 25-37.
- 11 Stein RA, Michielli DW, Glantz MD *et al.* Effects of different exercise training intensities on lipoprotein cholesterol fractions in healthy middle-aged men. *Am Heart J* 1990; 119: 277-283.
- 12 Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW *et al.* Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1991; 325: 147-152.
- 13 DeFronzo RA, Sherwin RS, Kraemer N. Effect of physical training on insulin action in obesity. *Diabetes* 1987; 36: 1379-1385.
- 14 Ballard-Barbash R, Schatzkin A, Albanes D *et al.* Physical activity and risk of large bowel cancer in the Framingham study. *Cancer Res* 1990; 50: 3610-3613.
- 15 Thompson HJ, Ronan AM, Ritacco KA *et al.* Effect of exercise on the induction of mammary carcinogenesis. *Cancer Res* 1988; 48: 2720-2723.
- 16 Albanes D, Blair A, Taylor PR. Physical activity and risk of cancer in the NHANES I population. *Am J Public Health* 1989; 79: 744-750.

- 17 Krolner B, Toft B, Nielsen SP, Tondevold E. Physical exercise as prophylaxis against involuntal vertebral bone loss: A controlled trial. *Clin Sci* 1983; **64**: 541-546.
- 18 Turner CH. Homeostatic control of bone structure: An application of feedback theory. *Bone* 1991; **12**: 203-217.
- 19 Krall EA, Dawson-Hughes B. Walking is related to bone density and rate of bone loss. *Am J Med* 1994; **96**: 20-26.
- 20 Simonsick EM, Lafferty ME, Phillips CL et al. Risk due to inactivity in physically capable older adults. *Am J Public Health* 1993; **83**: 1443-1450.
- 21 Morgan K, Clarke D. Customary physical activity and survival in later life: A study in Nottingham, UK. *J Epidemiol Community Health* 1997; **51**: 490-493.
- 22 Frandin K, Mellstrom D, Sundh V, Grimby G. A life span perspective on patterns of physical activity and functional performance at the age of 76. *Gerontology* 1995; **41**: 109-120.
- 23 Osberg JS, McGinnis GE, DeJong G, Seward ML. Life satisfaction and quality of life among disabled elderly adults. *J Gerontol* 1987; **42**: 228-230.
- 24 Larson R. Thirty years of research on the subjective well-being of older Americans. *J Gerontol* 1978; **33**: 109-125.
- 25 Leveille SG, Guralnik JM, Ferrucci L, Langlois JA. Aging successfully until death in old age: Opportunities for increasing active life expectancy. *Am J Epidemiol* 1999; **149**: 654-664.
- 26 Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986; **314**: 605-613.
- 27 Branch LG, Jette AM. Personal health practices and mortality among the elderly. *Am J Public Health* 1984; **74**: 1126-1129.
- 28 Davis MA, Neuhaus JM, Moritz DJ et al. Health behaviors and survival among middle-aged and older men and women in the NHANES I epidemiologic follow-up study. *Prev Med* 1994; **23**: 369-376.
- 29 Kaplan GA, Seeman TE, Cohen RD et al. Mortality among the elderly in the Alameda County Study: Behavioral and demographic risk factors. *Am J Public Health* 1987; **77**: 307-312.
- 30 Pekkanen J, Marti B, Nissinen A et al. Reduction of premature mortality by high physical activity: A 20-year follow-up of middle-aged Finnish men. *Lancet* 1987; **June 27**: 1473-1477.
- 31 Schnohr P, Parner J, Lange P. Mortality in joggers: Population based study of 4658 men. *BMJ* 2000; **321**: 602-603.
- 32 Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med* 2000; **160**: 1621-1628.
- 33 Tada T, Miyoshi T, Nakamura H, Imaki M. Characteristics of the health condition and the daily life of the elderly persons playing gate-ball in a rural district. *Jpn J Health Human Ecology* 1993; **59**: 168-178. (In Japanese with English abstract.)
- 34 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.
- 35 Suzuki T, Yoshida H, Kim HK et al. Walking speed as a good predictor for maintenance of I-ADL among the rural community elderly in Japan: A five-year follow-up study from TMIG-LISA. *Geriatr Gerontol Int* 2003; in press.

総説



Key words : 転倒後症候群, 歩行速度, 運動介入, 転倒外来, ヒッププロテクター

(日老医誌 2003; 40:85-94)

緒言

高齢期における疾病の特徴は筋・骨格系の有訴率が著しく高いことであり, それはまた高齢者での健康と自立の阻害要因のひとつとなっている。平成10年度の国民生活基礎調査¹⁾によれば, 65歳以上の高齢者で最も高い有訴者率(在宅者で自覚症状のある者で人口千対で表す)は腰痛(201.0)であり, 次いで手足の関節痛(152.3), そして肩こり(133.8)といずれも筋骨格系の痛みが上位を独占しているのである。

このなかで, 筋・骨格系の有訴, すなわち痛みを生みだしてゆく原因として変形性関節症そして骨粗鬆症があげられる。特に人口の高齢化とともに, 骨粗鬆症は急増し, それにともなって高齢者の骨折もまたほかの高齢期慢性疾患を凌駕する勢いで増加している。骨粗鬆症により生ずる骨折としては, 脊椎骨折, 橈骨遠位端骨折, 上腕骨近位端骨折, そして大腿骨頸部骨折などがあげられる。

これらの骨折, 特に橈骨遠位端, 上腕骨近位端, そして大腿骨頸部での骨折の直接の発生機転は, いずれも転倒という現象である。さらに, 骨粗鬆症性骨折のなかで最も重い骨折である大腿骨頸部骨折は, その90%以上が転倒によって生ずるとされている。橈骨遠位端骨折においても前方への転倒がその発生機転であり, 上腕骨近位端もまた転倒が前提である。このようにしてみると, 加齢に伴う骨量の低下や骨梁の脆弱性などはもちろんその前提として存在するが, 骨折発生における最も重要かつ直接的必要条件として転倒があげられることに異論はないであろう。すなわち, 骨粗鬆症がいかに進行しようとも, 転倒が起きないかぎり(少なくとも前記3種類の)骨折は発生しない, という1点に集約される。

Epidemiology and implications of falling among the elderly

Takao Suzuki: 東京都老人総合研究所

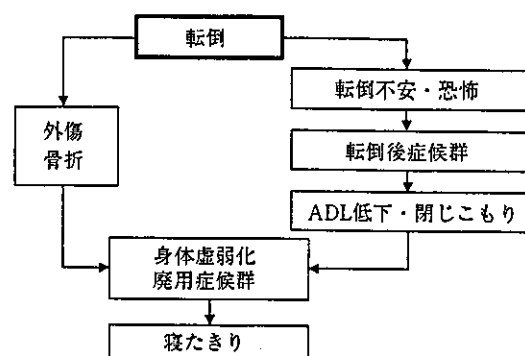


図1 転倒のもたらすさまざまな影響

さらに加えて, 最近, 高齢者の健康については生活機能の維持と自立が重視されるようになってきたが, この点においても転倒はまた重大な影響を及ぼす。すなわち, 高齢期における転倒は単に骨折のみならず, 一度(あるいは数度)の転倒を経験すると, その後の転倒に対する恐怖心から, 日常生活動作能力(ADL)を低下させ, 日々の生活空間と活動範囲を狭めてしまう危険性が大きく, いわば高齢期のQOLを著しく低下させ, 「寝たきり」とさせる可能性も少なくないのである(図1)。したがって転倒に対しては, 今後, 我が国の高齢者特有の病態の一つとして重大な関心を払い, 早急な予防対策を講じなければならない状況になっている。

転倒は, 何らかの原因により姿勢制御が不能になった場合, すなわち身体の正常位置が企図に反して大きくズレた場合に, 姿勢反射で対応しえない結果発生する現象である。

最近, 調査方法や項目を標準化し, 地域の在宅高齢者を対象とした全国規模での転倒の年間発生率に関する調査がなされている²⁾。それによると, 65歳以上の在宅高齢者における1年間での転倒発生率は, ほぼ20%程度となっている。

転倒の原因あるいは危険因子はさまざまに複雑であ

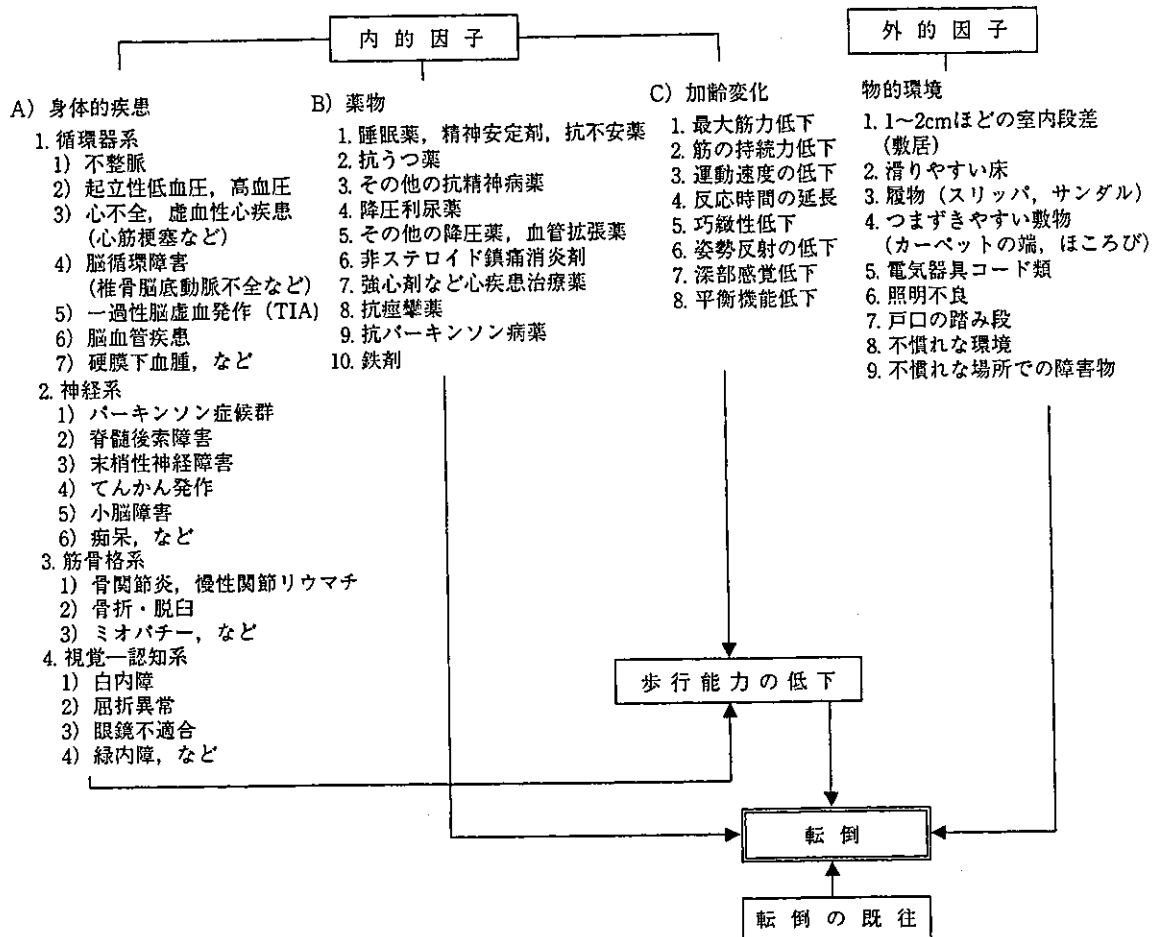


図2 転倒の主なリスクファクター

る。それは、高齢期の転倒が、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。図2は転倒の危険因子を、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とに大別して列記したものであるが、ここではそれぞれの主要因について述べておく。

転倒原因 (1) 内的要因

(1) 年齢

転倒は年齢が増すにつれ転倒の発生も増加し³⁾、それに伴って転倒による骨折の発生率もまた増加することが、我が国の都市部高齢者の縦断研究において確認されている⁴⁾。また、人口動態統計から我が国における転倒による死亡者数についても1989年、1997年のいわば定点調査でみると、この約10年間で約1.5倍と明らかに増加し、特に60~80歳代にかけての増加が著しい。

(2) 転倒の既往

転倒の既往、特に過去1年間での転倒経験はその後の転倒に対するきわめて強い予知因子であることが、国内

外のいくつかの研究から立証されている^{5)~7)}。

筆者らの行なっている地域在宅高齢者を対象とするコホート研究による転倒発生要因の研究の結果の中でも、特に「過去の転倒経験」は、その後の転倒に関するきわめて強い予知因子であることが明らかとなっている⁸⁾。この研究においては、「過去1年間の転倒経験」が、他のさまざまな要因の影響をコントロールしても、複数回転倒に対するオッズ比が3.8 (p<0.0001) と、すべての要因のなかで最も強い値を示しており、在宅高齢者での転倒発生(ひいては骨折の発生)の重要な予知因子であることが示された。転倒経験はきわめて簡単な問診によって得られる情報であり、容易に転倒・骨折ハイリスク者を把握できる可能性が本研究からうかがえよう。

いずれにせよ、一度転倒を経験した高齢者は必ず再転倒を起こすと考えてよいことを示している。転倒の原因は多種多様で複雑であるが、それらの要因の総和として発生する転倒は、それ自体が再度の転倒への最も強力な危険因子となっているのである。さらに、転倒を繰り返すということは、生理的な老化に加え、複数の疾患の累

表1 転倒予防の運動介入に関する FICSIT の結果

介入項目	統合された転倒発生率 ¹⁾ (p 値)	統合された転倒発生率 ²⁾ (p 値)
複合的な運動	0.90 (0.04)	0.87 (0.12)
筋力強化	0.96 (0.59)	0.99 (0.94)
バランス練習	0.83 (0.03)	0.75 (0.01)
持久的有酸素運動	0.98 (0.87)	1.14 (0.62)
柔軟運動	0.93 (0.29)	1.08 (0.63)

1) 運動以外のすべての介入効果, 2) 運動以外の介入効果を除外 (文献 16 より改変)

積した影響であるとも考えられるので, 最近6カ月以内に複数回の転倒がある人は, 治療すべき原因を精査すべきと考えらるべきである。

(3) 慢性疾患と服薬状況

高齢期では日常的動作中に特段の外力なしに起立姿勢保持の障害によって転倒が引き起されるが, その背景には往々にして, 循環器疾患, 神経系疾患, 歩行運動器疾患, 鎮静剤など薬物の服用の関与がある^{9)~12)}。

起立性低血圧や洞不全症候群などによる心拍出量の急性低下や, 脳循環血流の急性低下によって, 失神し転倒することがある。また, 咳や排尿・排便に伴う失神もある。視力は身体動揺の制御に重要な役割を演じている。白内障, 糖尿病性網膜症, 緑内障, 眼鏡不適合などにより, 視力が低下すれば転倒の危険が高まる。下肢の変形性関節症, 慢性関節リウマチなどの筋骨格系疾患により, 疼痛, 関節可動域制限があれば, 転倒しやすくなる。

さらに転倒原因として, 認知障害の側面もあり, 特に脳の障害による視空間認知障害は左片麻痺患者に伴うことの少なくないことが知られている。服薬に関しては, 特に鎮静剤睡眠薬, 抗うつ薬, 抗精神薬はバランス障害を起こし, 転倒の危険を高める。また, 降圧薬の効き過ぎは起立性低血圧を, 血糖降下薬の効き過ぎは低血糖発作をおこし, 転倒の危険を高める。一方, 強心薬, ステロイド薬, 非ステロイド性消炎鎮痛薬は薬剤そのものの作用よりも, その薬剤を使用しなければならない疾患自体が転倒の危険因子であると考えられている。したがって転倒と薬物服用の関連を論じるときには, 服薬を要する基礎疾患の病態もまた重視しなければならない。

(4) 身体機能に関連した要因

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加齢(老化)に伴う機能の減衰にもとづくものであり, 反応時間の遅延, 筋力低下, バランス機能低下, 起居動作能力の低下, 視聴覚機能低下や深部知覚低下などの感覚障害, そして歩行機能の低下などである^{13)~15)}。これらの加齢に伴う機能減衰は, 高齢者の転倒原因の大きな割合を占めていると考えられる。しかしこのような

加齢に伴う身体機能については, 筋力を中心とするトレーニングや普段からの身体の訓練によって低下を予防し, 時に機能の強化が可能である。すなわち, 身体機能は可変要因であることが重要な意味をもっている。

実際, 高齢者の転倒予防に対する有効な対策方法について大規模な多施設研究を行なったアメリカの FICSIT Study¹⁶⁾によれば, 転倒予防には筋力トレーニングを含む複合的運動およびバランス能力向上が最も有効とされており, 今後の取り組みの方向性を示唆しているといえよう(表1)。

身体機能の維持向上は転倒予防に不可欠であることは明白であるが, 個別の要素に分けた身体機能よりも, むしろその総和として機能, 特に歩行能力はきわめて重要である¹⁷⁾¹⁸⁾。

先に述べた, 我が国での地域在宅高齢者におけるコホート研究からもまた, 通常歩行速度は, その後の転倒発生の予知因子となることが示された⁹⁾。これまでのいくつかの先行研究からも歩行速度が転倒と有意な関連を示していることが示され, 筆者らの研究でもそれが支持されている。後で詳しく述べるように, 地域高齢者を対象とした転倒予防のための介入研究においても, 歩行をとり入れたプログラムが知られており, それらはいずれも有意に転倒を減少させたと報告されている。

歩行能力の実測による確認は, 転倒経験の確認と同じように, 特別な機器を必要とせず, 受診者に過度の負担を強いることもなく, また検査時間もかからず, 検査のための特別な場所も必要はない。歩行能力検査はその意味で簡便であり, 高い精度で将来の転倒・骨折ハイリスク者をスクリーニングできる。きわめて重要であり, 転倒予防に対する有効性は大きいと考えられる。

転倒原因 (2) 外的要因

転倒を予防するためには, 物的環境, 特に住宅環境整備は際立って重要である。我が国の家庭内での高齢者の不慮の事故で, 最も多い事故状況は転倒であり, 全体の60%以上を占めている¹⁹⁾。

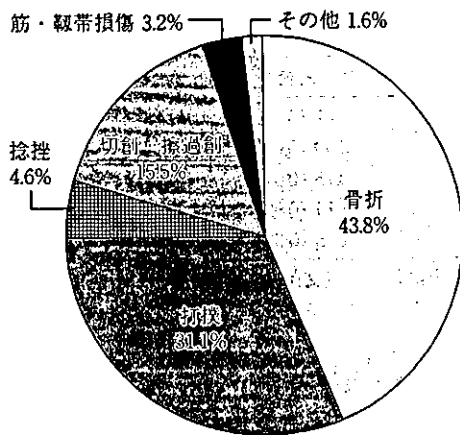


図3 傷害の種類 (文献19より引用)

さらに転倒事故の多くは小さな段差のある場所で起きている。敷居などの1~2cmの小さな段差こそ注意されなければならない。さらに、板間や廊下から畳への移行部、居間にある電気コード、カーベットの折れ端など数えあげればきりが無い。床面の材質(フローリングなどの滑りやすいもの)や履物(スリッパなど)なども注意が必要であるし、夜間などでの足下の照明などにも問題が存在する。

このような住宅内の物的環境に転倒をもたらす要因が多々潜んでいるのであるが、最大の問題点は、転倒のハイリスク者である高齢者自身が気づいていないという点にある²⁰⁾。転倒した高齢者では「不注意だった」、「体が動かなかった」など転倒を自分の身体責任に帰する傾向が一般的に強いといわれるが、第三者からみた場合、転倒の直接的原因のかなりの部分が住宅内の物的環境にあることは間違いないであろう。

転倒による障害

転倒によってもたらされる障害はさまざまである。地域在宅高齢者における全国的な調査から、転倒により何らかのケガをした者の割合は、およそ62~74%となっている。そのなかで、最も多いのは打撲であり、次いですり傷や切り傷となっている。骨折も決して少なくなく、8~17%を占めている²¹⁾。

東京都消防庁による家庭内救急事故の実態調査によれば、65歳以上の高齢者(11,935人)の事故のなかで転倒は63.4%と圧倒的に高い割合である(第2位は転落12.5%、次いで異物・誤飲4.7%等である)¹⁹⁾。これら転倒高齢者における受傷の重症度別では2人に1人は中等症以上の受傷程度となっており、さらに傷害の種類では図3に示すように骨折が約44%と圧倒的に多くなって

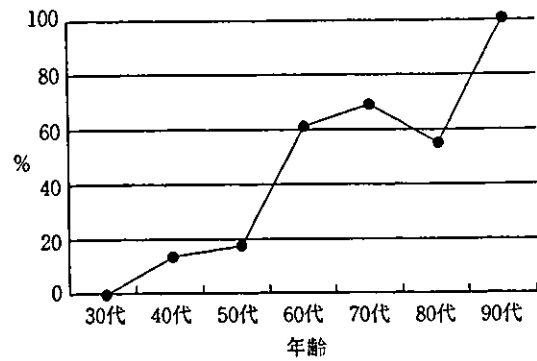


図4 加齢に伴う転倒による骨折の発生率の変化 (文献19より引用)

いる。転倒骨折の年齢別発生状況は図4に示したが、60代以上の者での転倒は骨折に至る事例が高くなっていることが明らかである。

転倒予防に対するストラテジー

転倒を予防するためには多くの危険因子、なかでも内的要因のうちの可変的因子および外的要因にあてはまる因子をひとつひとつ改善するしか方法はない。転倒予防に用いることができる改善可能な危険因子としては以下のようなものがあげられる。すなわち、①視力障害、②鎮静剤や降圧剤などの薬物服用による副作用、③筋力低下に伴う身体活動の低下、そして④家屋内外の物的環境の整備、などである。そのすべての要因を改善することはほとんど困難であるが、そのなかの一部でも改善できれば、転倒発生に大きな違いを生みうる。改善可能な転倒の危険因子を同定し、対応・指導していくことが重要である。例えば視力障害や薬物の副作用を積極的に改善することは、大腿骨頸部骨折の介入効果の点からみても、個人レベルおよび社会的レベルのいずれにあってもその効果は大きいと推定されている²¹⁾。

特に転倒防止にかかわる俊敏性やふらつきの復元力などは下肢筋力の維持が重要であり、日米の国際比較からもこのことが支持され²²⁾、歩行能力との関連も大きく、筋力、バランス能力そして歩行能力を改善することは転倒予防に大きな効果を有していることは後述するように多くの介入研究から支持されている。

高齢者の転倒予防の介入にあたっては、高齢者の身体機能や住環境によって大きく異なる。特に疾病により入院中の者や施設に入所している者の身体機能低下は著しい。地域に在住する健常高齢者と比較し、病院や施設を利用する虚弱高齢者は転倒率が高く、住環境、活動量、活動範囲が著しく異なっている。そのため、これらの対

表2 英国 King's College 転倒外来における1年間のRCTによる転倒・外傷予防介入研究の結果

	Control Group (n=213)	Intervention Group (n=184)
Study status		
In study	163 (77)	141 (77)
Moved to institutional	18 (8)	18 (10)
Care		
Dead (%)	27 (13)	19 (10)
Lost to follow up (%)	5 (2)	6 (3)
Falls		
Cumulative no of falls	510	183
Patients reporting falls (%)	111 (52)	59 (32)
Patients reporting 3 or more falls (%)	55 (26)	21 (11)
Patients reporting serious injury from fall (%)	16 (8)	8 (4)
Able to go out alone (%)	106 (65)	108 (77)
Mean Barthel ± SD	17.3 ± 3.7	18.6 ± 2.5
Resource utilisation		
GP visits	668	487
Hospital visits	524	438
Hospital admission	97	69

(文献29より引用)()内は%

象を混同して転倒予防の介入手段を考えると混乱を招く恐れがある。

(1) 地域在宅高齢者に対する介入効果

地域在宅高齢者を対象とした転倒予防のための介入研究は北米を中心になされ、その多くは運動プログラムの実施による介入効果を観察したものである。それらのなかで、特に、運動強度の点でみると、高強度の下肢筋力強化による予防効果では、6カ月間の介入期間で行った Buchner ら²⁹⁾では有意な効果を認め、また筋力のみならずバランス能力や歩行能力向上も併用した運動介入を行った。Hornbrook ら³⁰⁾もまた有意な転倒予防効果を認めている。一方、3カ月間の介入研究 (Hauer ら)²⁸⁾や筋力のみ介入 (Lord ら)²⁹⁾では有意な効果が得られておらず、これらのことから、転倒予防を目的として筋力増強練習を行う場合には期間は6カ月程度は必要であり、しかも筋力、バランス力、そして歩行筋力などの総合的運動能力の向上を目的とすることが望ましい。

一方、対象者の年齢でみた場合、Campbell ら²⁷⁾は80歳以上の(超)高齢女性に対する理学療法士の訪問運動指導(2カ月間4回、1回1時間)を中心とした在宅運動プログラムの介入(RCT)によって有意な転倒発生率の低下を報告しており、たとえ高齢であり、在宅型の運動介入であっても転倒予防効果は認められると考えられる。運動の種類の中からは、たとえば Wolf ら²⁸⁾は15週間の太極拳の練習により、患者教育のみを行った群と

比較して、有意に転倒予防効果が認められたとしている。さらに彼らは、コンピュータを用いた週1回のバランス訓練よりも太極拳を行った群の方が、転倒発生率は約半分(リスク比; 0.525, p=0.01)と報告し、太極拳のもつ転倒予防効果を強調している。

運動プログラムだけではなく、高齢者の転倒ハイリスク状況に応じた身体特性、環境、認知機能あるいは服薬状況などの危険因子の評価を行い多角的に介入した研究では行われた全ての研究で転倒予防効果が認められている。

Close ら²⁹⁾の行った転倒外来受診者を対象としたRCTでは、まず感覚、平衡、認知、情動、投薬状況などを含めた身体と精神状態に関する包括的な検査を約1時間半ほど行い、さらに、作業療法士らにより、家庭や地域内での危険性(環境危険リスト: Environmental hazard list; EHL)や自立に関する評価を行うため、約1時間の家庭訪問を行っている。

以上のような手順を経て、397例を無作為に介入群(184例)と対照群(213例)に割り付け、1年間介入群には転倒外来の受診勧奨や投薬内容の整理、休薬、あるいはまた家庭訪問による物的環境評価に基づく支援、医療・福祉サービス利用など包括的な介入を行った結果、1年間の追跡により、転倒発生件数は介入183件、対照510件であり、複数回転倒例は21対55、骨折などの重篤障害例は8対16、病院への来院回数438対524、入院数は

表3 転倒予防の介入に関する Cochrane Systematic Review の結果

介入項目	統合された相対危険(95%信頼区間)
対象に応じた運動介入(3研究:566名)	0.80(0.66~0.98)
グループ練習(9研究:2,177名)	0.91(0.78~1.07)
学際的・多角的介入 (転倒者と非転倒者を対象 3研究:1,973名)	0.73(0.63~0.86)
(転倒者または転倒の危険が高い者を対象 4研究:1,183名)	0.79(0.67~0.94)

(文献30より引用)

69対97と、いずれにも介入群において有意な減少が確認された(表2)。この研究においては、入院数と来院数の減少によってきわめて大きな費用の節減が達成されているが、このような高齢期の包括的な自立に向けての介入研究を行う際には、費用対効果分析が必須であることを示している。

さらに、Cochrane Library Systemic Review³⁰⁾では、運動、環境調整、服薬調整、栄養、認知・行動療法など様々な転倒予防介入効果についての検討がなされている。表3には、運動または運動を含んだ転倒予防に対する効果の一覧がなされている。

対象の状態に応じた運動介入では転倒予防効果が認められているが、グループでの画一的な練習では効果が認められていない。これらの研究に含まれる主な運動内容は筋力増強練習、バランス・歩行練習であった。

また、運動介入に加えて医学的評価、環境・服薬調整などを含んだ多角的介入によって高い転倒予防効果が認められている。

(2) 病院あるいは施設入所高齢者に対する介入効果

病院あるいは施設入所高齢者に対する運動介入プログラムあるいは環境や服薬調整などの非運動介入プログラムによる転倒予防効果を検証した研究も数多く知られている。しかし、それらの介入研究では明確な介入効果の確認されたものは少ない。これは恐らく対象者が地域在宅高齢者に比べて、より虚弱化が進行していることや、転倒の危険因子となる慢性疾患が背景にあるなど、より介入の効果が出現しづらい状況にあるものと考えられる。例えば Mulrow³¹⁾は施設入所者に対して、理学療法士による個人の状態に応じた運動療法を4カ月間行い、転倒予防の効果を分析した。その結果、移動能力に改善が認められものの、転倒予防に効果は認められなかったと報告している。

また、Nowalk³²⁾は筋力増強練習と歩行、自転車エルゴメーターを用いた有酸素運動の練習を2年間にわたり実行したが、転倒予防効果は得られなかったとし、同じように太極拳を用いたバランス練習を2年間実施した

結果、転倒予防効果は認められなかったとしている。また、バランス練習と低強度の筋力増強練習、リラクゼーションとの組み合わせにおいても転倒予防効果は認められていない。

(3) 我が国における転倒予防介入研究の実例

筆者らは東京都小金井市の地域在宅高齢者で暮らす在宅高齢者(73~90歳)の女性を対象に転倒予防に対する総合的身体機能改善のための介入プログラムを設計し、その有効性を確認するために無作為割付介入試験を行った³³⁾。本研究の最終のゴール設定は、①転倒予防に効果的な下肢筋力の改善や歩行能力の改善、および②これらの身体諸機能の改善が将来の転倒発生率の有意な低下となること—の2点である。

2000年5月、本研究の対象者となっていた95名に対し転倒予防体操教室に関する説明と参加意向を郵送で調査し、このうち52名が「転倒予防体操教室」への参加を希望した。これら転倒予防体操教室参加希望者を介入群と対照群に無作為に割り付け、介入群28名、対照群24名が選定され、介入群に対しては筋力、バランス能力および歩行能力の改善と強化を目的とした6カ月間の転倒予防プログラムを実施した。プログラム実施に際しては、体力水準や痛みなどの個人差を考慮して、3つの群に分けてトレーニングメニューの強度を調節した。

全10回の身体機能強化のための介入プログラムは、足・腰・腹部に多少の負荷がかかる運動、バランス・歩行能力の改善につながる運動、ダンベル体操の基本の習得を目的としている。

6カ月間の介入終了後に、聞き取り調査と身体機能の測定を行なった。さらに介入から14カ月目(2001年8月)に最終的アウトカムである転倒発生について聞き取り調査を行った。

その結果、介入群28名のプログラム(転倒予防体操教室)への参加率は、64.3%~85.7%であり、平均参加率は75.3%と高い参加率が維持されていた。体力の主観的变化について介入群では、歩行が安定したと思う者は66.7%、足の筋力がアップしたと思う者は55.6%で

表4 東京都老人総合研究所の転倒調査の測定項目

- 問診：(既往症, 転倒・骨折の既往, Fall efficacy, Fear of Fall, 健康度自己評価など)
- 視力 (スクリーノスコープ/遠距離用 5m): 眼鏡は普段家庭内の状態で行う
- 血圧: 視力検査後, 椅子に座ったまま2回測定. 次に椅子から起立し, ストップウォッチで1分後 (50秒で加圧), 3分後 (2分50秒で加圧) をそれぞれ1回測定する
- 握力: スメドレー握力計, 利き腕2回測定
- 身長, 体重, 体脂肪率
- 重心動揺 (開眼, 閉眼による)
- 下肢筋力 (アイソメトリック)
- タンデム歩行 (3m)
- 踏み台昇降運動
- 支持なし立ち上がり
- Up & Go テスト
- 開眼片足立時間
- 閉眼片足立時間
- 手伸ばし試験 (Functional Reach Test) 2回
- 骨量測定 (超音波法)
- 内科診察 (薬物服用のチェック, 麻痺の有無など)

あった。さらに、61.1%が自分自身で転倒を予防できるという自信があると答え、6カ月間の介入プログラムによって、主観的健康感の増加あるいは転倒恐怖心の軽減が得られている。6カ月間の介入の身体機能におよぼす影響についても介入群で有意な改善が得られている。すなわち、動的バランス能力を推定するタンデム歩行 (介入群: 10.7 ± 0.86 歩, 対照群: 7.3 ± 3.46 歩), 手伸ばし (介入群: 33.5 ± 4.70 cm, 対照群: 28.0 ± 4.62 cm), 下肢筋力を計測する膝関節伸力 (介入群: 211.3 ± 42.47 N, 対照群: 189.1 ± 28.01 N) 介入群が有意に高い値を示した。

追跡期間中の転倒出現頻度の比較については、介入前では対照群で11.1%, 介入群で19.1%であり有意差はなかった。介入後の転倒発生は14カ月間追跡し、その結果対照群では40.9% (9/22)と増加し、介入群では13.6% (3/22)と減少した。両群の間の転倒発生割合には有意な差 ($\chi^2 = 4.125, p < 0.05$) が認められた。

上記の研究により、我が国の地域高齢者に対する体力向上を中心とした転倒予防の介入は、明らかに転倒発生を抑制することが示された。

(4) 転倒外来の実施

東京都老人医療センターでは、平成11年(1999年)5月から、骨粗鬆症外来の一部に転倒外来を設け、高齢者の転倒・骨折予防に取り組んでいる³⁰⁾。転倒外来は、週一回(午後)に限られているが、主として骨粗鬆症外来を受診した転倒経験を有するいわば転倒ハイリスク高齢者を対象としている。受診者の現症や投薬状況、既往症

等の他、認知機能(MMSEによる)、そして転倒に関する詳細な聞き取りの後、表4に示すような約1時間におよぶ身体的検査を行なっている。

このような検査の後、再度の転倒の恐れの高い者については、希望者に対し前述のような筋力トレーニングを主体とした6カ月間の転倒予防教室への参加を勧めるが、体力の伴わない虚弱高齢者に対しては(十分な説明と同意を得たうえで)骨折予防効果の大きい大腿骨頸部骨折予防装具(ヒップ・プロテクター)を装着してもらい、フォローを行っている。

このような我々の転倒外来を受診したいわば転倒ハイリスクの高齢女性について、実際の転倒の実態や、転倒の恐怖感あるいは身体機能等についての特徴が明らかとなっている³⁰⁾。対象は転倒外来を受診した高齢女性(66~88歳)のなかで、基本的日常生活動作能力(B-ADL)が自立し、顕著な基礎疾患のない41名の方々である。分析の結果は以下のとおりであった。

1) 転倒の実態と意識

受診者の70.7% (29名)が過去1年間で転倒したことがあると答えている。転倒回数は、44.8%が1回の転倒であるが、55.2%が2回以上の複数回の転倒を経験している。転倒の原因は、つまずいた44.8%, 滑った17.2%であり、転倒によるケガは打撲34.5%に認められ、骨折が20.7%と高頻度にみられている。これは、転倒外来受診という対象者特性が影響していると思われる。

転倒恐怖感については、85.4%は転ぶことが「怖い」と感じ、さらに34.3%は転ぶことが恐くて外出を控えることがあるとの回答であった。特に恐怖心のために外出を控える割合は、転倒群44.0%, 非転倒群10.0%と転倒群で有意($P < 0.05$)に高かった。

表5には、受診者のなかで、転倒群と非転倒群間の身体機能の比較を示した。転倒群は非転倒群に比べて、すべての項目の成績が劣る傾向であったが特に開眼や閉眼の動揺軌跡長、開眼片足立ち、タンデム歩行、握力、下肢伸力力の6項目においては、有意差がみられ、転倒群の方が有意に劣ることが観察された。

さらに転倒恐怖感のために外出を控える者と控えない者の間の身体機能の比較においても開眼片足立ち、Up & Goテスト、握力、膝伸力力の成績が外出を控える者では有意に低いことが明らかとなった(表6)。

このように転倒外来を受診する転倒経験高齢者での身体機能の低下や転倒恐怖感の増大、あるいはADL制限などは明らかであり、このような転倒に関する専門的外来意義は大きい。

表5 転倒群と非転倒群の身体機能比較

項目	転倒群 (n=12)	非転倒群 (n=23)	t-値
年齢 (歳)	75.6 ± 4.98	72.5 ± 5.27	1.75
身長 (cm)	148.4 ± 5.56	146.9 ± 6.99	0.68
体重 (kg)	48.5 ± 8.59	46.8 ± 7.16	0.61
脂肪 (%)	25.0 ± 6.77	26.3 ± 5.35	0.57
開眼重心軌跡長 (cm)	47.0 ± 15.95	36.1 ± 17.34	1.97 *
閉眼重心軌跡長 (cm)	63.7 ± 14.85	49.7 ± 22.97	2.32 *
開眼片足立ち (sec)	17.8 ± 19.50	35.7 ± 19.54	2.65 *
閉眼片足立ち (sec)	4.1 ± 2.85	4.2 ± 2.19	0.13
手伸ばし試験 (cm)	30.3 ± 7.12	31.8 ± 7.70	0.56
Up & Go テスト (sec)	15.0 ± 6.67	12.6 ± 5.49	1.18
タンDEM歩行 (step)	7.3 ± 4.77	10.4 ± 3.06	2.42 *
握力 (kg)	17.8 ± 4.69	22.2 ± 4.69	2.71 *
下肢伸展力 (kg)	17.0 ± 6.07	22.6 ± 7.06	2.30 *
ステップテスト (num/15 sec)	4.2 ± 2.89	4.8 ± 2.73	0.68

(文献 35 より引用) *; P < 0.05

表6 転倒恐怖感により外出を控える群と控えない群の比較

項目	外出控群 (n=12)	非外出控群 (n=23)	t-値
年齢 (歳)	75.7 ± 5.18	73.7 ± 5.26	1.09
身長 (cm)	147.1 ± 7.31	149.1 ± 5.45	0.87
体重 (kg)	47.1 ± 7.40	48.9 ± 8.64	0.61
脂肪 (%)	24.9 ± 3.90	25.6 ± 6.95	0.34
開眼重心軌跡長 (cm)	42.6 ± 14.19	43.6 ± 17.98	0.18
閉眼重心軌跡長 (cm)	58.8 ± 20.72	60.1 ± 18.01	0.18
開眼片足立ち (sec)	10.7 ± 7.94	29.7 ± 23.31	3.52 *
閉眼片足立ち (sec)	3.7 ± 1.62	4.3 ± 2.80	0.80
手伸ばし試験 (cm)	27.9 ± 6.72	32.2 ± 7.05	1.74
Up & Go テスト (sec)	18.5 ± 5.25	11.9 ± 4.17	3.66 *
タンDEM歩行 (step)	7.6 ± 4.41	8.6 ± 4.67	0.58
握力 (kg)	17.1 ± 3.88	20.2 ± 4.94	2.02 *
下肢伸展力 (kg)	14.6 ± 6.71	20.4 ± 6.61	2.37 *
ステップテスト (num/15 sec)	4.3 ± 2.19	5.1 ± 2.64	0.88

(文献 35 より引用) *; P < 0.05

(5) ヒッププロテクター

高齢期の転倒により、重篤な疾病として大腿骨頸部骨折が発生する。その予防対策として、骨量を増加させることや転倒そのものを予防する方策については今まで述べてきたとおりである。

ここではもう1つの転倒による大腿骨頸部骨折を予防する方法が残されている。それは、装具を用いることにより転倒による衝撃力(骨にかかる外力)を軽減消滅させることである。具体的には、大腿骨頸部骨折の予防を目的として股関節周辺の骨格と筋肉を保護する装具が開発されている。これらは、シリコンや硬質プラスチックを用いる外力拡散型のものや、ゼリーやエアバック方式による柔らかい素材による外力吸収型のものなど、様々

なタイプがある。いずれの装具も、楕円形状で大腿骨頸部を被うため、下着に組み入れられているものである。これら的大腿骨頸部骨折を予防する装具(Hip Protector, Protective Garment, Safety Pantsなどと称されている)を用いた介入研究的取り組みは、欧米にあってはすでにいくつか知られている。1993年にこれを初めて実用化したLauritsenらのナーシングホームにおける装具を用いた介入研究³⁶⁾では、装具装着群での大腿骨頸部・転子間骨折の発症率が非装着群に比べ約1/2に減少したことが報告され、大きな関心を呼ぶに到った。

同様の方法によるヒッププロテクターを用いた大腿骨頸部骨折防止効果については、老人施設での試験が5つ報告されており、そのうち4つで本骨折の防止に有効で

表7 ヒッププロテクターを使用した大腿骨頸部骨折予防試験

報告者(報告年)	試験参加者	大腿骨頸部骨折	年間骨折率(%)	骨折危険度(95%信頼区間)
Lauritzen ³⁶⁾ (1993)	プロテクター着用者 247名	8名	3.5	0.44(0.01~0.94)
	コントロール 418名	31名	8.1	
Ekman ³⁷⁾ (1997)	プロテクター着用者 302名	4名	1.5	0.34(0.11~1.00)
	コントロール 442名	17名	4.2	
Kannus ³⁸⁾ (2000)	プロテクター着用者 653名	13名	2.1	0.40(0.1~0.8)
	コントロール 1,148名	67名	4.6	
Harada ³⁹⁾ (2001)	プロテクター着用者 88名	1名	1.1	0.18(0.03~0.97)
	コントロール 76名	8名	10.2	
Cameron ⁴⁰⁾ (2001)	プロテクター着用者 86名	8名	6.2	1.46(0.51~4.20)
	コントロール 88名	7名	5.3	

あった(表7)^{37)~40)}。それらの試験においては、ヒッププロテクター着用者では、コントロールに比較して大腿骨頸部骨折は半分から1/5まで減少しており、多くの研究でヒッププロテクターの骨折防止効果は明らかにされている。

現在、一般の病院あるいは治療所等の臨床の間では、転倒予防外来の設置やヒッププロテクターの使用などまだまだ充分とは言いがたい。しかし、医療費負担も大きく患者本人のQOLに大きく影響する大腿骨頸部骨折については、1例でも予防すべくあらゆる対策が必要ではないかと思われる。

文 献

- 厚生省統計協会：国民衛生の動向。2000, p445.
- 平成7年度—平成8年度科研費補助金研究成果報告書(研究代表者 柴田博：地域の高齢者における転倒・骨折に関する総合的研究, 1997, p163.
- Blake AJ, Morgan K, Bendall MJ: Falls by elderly people at home: prevalence and associated factors. *Age Ageing* 1988; 17: 365—372.
- Suzuki T, et al.: Osteoporotic fractures by falls among the elderly. In: Shibata H, Suzuki T, and Shimonaka Y (eds.) *Facts, Research and Intervention in Geriatrics*. Serdi, Paris, 1997, p29—42.
- Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D: Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. *JAMA* 1989; 261: 2663—2668.
- Ryynanen OP, Kivela SL, Honkanen R, Laippala: Recurrent elderly fallers. *Scand. J Prim Care* 1992; 10: 277—283.
- 安村誠司ほか：農村部の在宅高齢者における転倒の発生要因。日本公衆衛誌 1994; 41: 528—537.
- 鈴木隆雄, 杉浦美穂, 古名丈人ほか：地域高齢者の転倒発生に関連する身体的要因の分析的研究—5年間の追跡研究から—。日老医誌 1999; 36: 472—478.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Eng J Med* 1988; 319: 1701—1707.
- Graafimans WC, Ooms ME, Hofstee HMA, Bezemer PD, Bouter LM, Lips P: Falls in the elderly: a prospective study on risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol* 1996; 143: 1129—1136.
- Tromp AM, Pluijm SMF, Smit JH, Deeg DJH, 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.
- Graneck E, et al.: Medications and diagnosis in relation to falls in a long-term care facility. *J Am Geriatr Soc* 1987; 35: 503—511.
- Obuchi S, et al.: Relationship between walking ability and risk of falls in community dwelling elderly in Japan. *J Phys Ther Sci* 1994; 6: 39—44.
- Lord SR, McLean D, Stahers, G: Physiological factors associated with injurious falls in older people living in the community *Gerontol* 1992; 38: 338—346.
- Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF: Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Geronto* 1989; 44: M112—M117.
- Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, et al.: The effects of exercise on falls in elderly patients. A pre-planned meta-analysis of the FICSIT Trials. *JAMA* 1995; 273: 1341—1347.
- Housdorff JM, Edelberg HK, Micchell SL, Goldberger AL, Wei JY: Increased gait unsteadiness in community-elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 278—283.
- Maki BE: Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear? *J Am Geriatr Soc* 1997; 45: 313—320.
- 「家庭内における救急事故の予防について」調査研究委員会報告書。東京救急協会, 1999, p331.
- 鈴木隆雄：転倒防止対策。Osteoporosis Japan 1998; 6: 589—593.
- Cummings SR: Treatable and untreatable risk factors

- for hip fracture. *Bone* 1996; 18: S165—167.
- 22) Lipsitz LA, et al.: Muscle strength and fall rates among residents of Japanese and American nursing homes—an international cross-cultural study. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 953—959.
- 23) Buvhner DM, Cress ME, et al.: The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci* 1997; 52: M218—M224.
- 24) Hornbrook MC, Stevens VJ, et al.: Preventing falls among community-dwelling older persons: Results from a randomized trial. *Gerontologist* 1994; 34: 16—23.
- 25) Hauer K, Rost, et al.: Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 10—20.
- 26) Lord SR, Ward JA, et al.: The effect of a 12 month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 1995; 43: 1198—1206.
- 27) Campbell AJ, Robertson MC, et al.: Randomized controlled trial of a general program of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 1997; 315: 1065—1069.
- 28) Wolf SL, Barnhart HX, et al.: Reducing frailty and falls in older persons: An investigation of Tai Chi and computerized balance training. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44: 489—497.
- 29) Close J, Ellis M, et al.: Prevention of falls in the elderly trial (PRPFET): randomized controlled trial. *Lancet* 1999; 353: 93—97.
- 30) Gillespie LD, Gillespie WJ, et al.: Interventions for preventing falls in elderly people (Cochrane Review). *Cochrane Library* 4, 2001.
- 31) Mulrow CD, Gerety MB, et al.: A randomized trial of physical rehabilitation for very frail nursing home residents. *JAMA* 1994; 271: 519—524.
- 32) Nowalk MP, Premdergast JM, et al.: A randomized trial of exercise programs among older individuals living in two long-term care facilities: The falls free program. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 859—865.
- 33) Suzuki T, Kim H, Yoshida H, et al.: Randomized control intervention study for the prevention of falls in community-dwelling elderly females in Japan. (in submission)
- 34) 鈴木隆雄: 転倒外来の実際. *臨床医* 2002; 28: 1830—1833.
- 35) 金 憲経, 吉田英世, 鈴木隆雄ほか: 高齢者の転倒関連恐怖感と身体機能—転倒外来受診者について—. *日本老年医学会誌* 2001; 38: 805—811.
- 36) Lauritzen JB, Petersen MM, Lund B: Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet* 1993; 341: 11—13.
- 37) Ekman A, Mallmin H, Michaelsson K, et al.: External hip protectors to prevent osteoporotic hip fractures. *Lancet* 1997; 350: 563—564.
- 38) Kannus P, Parkkari J, Niemi S, et al.: Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *N Engl J Med* 2000; 343: 1506—1513.
- 39) Harada A, Mizuno M, Takemura M, et al.: Hip fracture prevention trial using hip protectors in Japanese nursing homes. *Osteoporos Int* 2001; 12: 215—221.
- 40) Cameron ID, Venman J, Kurrle SE, et al.: Hip protectors in aged-care facilities: a randomized trial of use by individual higher-risk residents. *Age and Ageing* 2001; 30: 477—81.

特集：骨粗鬆症治療の最近の話題

骨粗鬆症のリスクファクター

鈴木隆雄*

骨粗鬆症のリスクファクターについて概説した。本症のリスクファクターについては、未閉経期、閉経期後期および高齢期にわけて考察すべきであろう。本論では、欧米の大規模疫学研究や総括的メタアナリシスなどの最新データから導かれた各時期でのリスクファクターの意義についてレビューした。

Key words 大規模疫学研究、メタアナリシス、未閉経期のリスクファクター、閉経(後)期のリスクファクター、高齢期のリスクファクター

はじめに

骨粗鬆症は遺伝因子（家族的要因）、身体的因子、および長年にわたる生活習慣に関連する因子などが、いわば多因子的に関与し、しかも（とくに女性の場合）ライフステージごとに各因子が寄与する割合を変じながら、複雑に絡み合いながら病態をつくりあげている。

骨量の推移あるいは自然史を図1に示す。出世時には全体重の1/100の約30gであり、その後学童期から思春期にかけて形態学的成長とともに、量的増加を示していく。20歳前後に多くの骨格部位で骨端軟骨は化骨を終了し、骨量もほぼその最大値を示すようになる。その後骨量は比較的安定して推移するが、女性においては50歳前後で閉経に伴う女性ホルモン（エストロゲン）の急激な枯渇に伴い、閉経後10年ほどのあいだに骨量は著しく減少し、骨量減少あるいは骨粗鬆症と判定される領域へと

進行することになる。

わが国でのdual energy X-ray absorptiometry (DXA) 法による腰椎骨密度の(L_{2/4}BMD; g/cm²) 調査研究からは、男性で15~17歳、女性で12~14歳で急激に増加し、いずれも20歳以前に最大骨量（peak bone mass）に達することが報告されている¹⁾。

成人期における腰椎骨密度で比較すると女性は男性の97~98%であり、わずかながら男性の骨量が高く推移する。しかし、女性では50歳前後に閉経を迎えることでエストロゲンの枯渇により、急速に骨量は減少し、男女差も拡大する。女性の腰椎骨密度でみると40~44歳を100%とすると、45~49歳で約98%、50~54歳で90~92%、55~59歳で82~83%と減少してゆくことが報告されている²⁾。

骨量に強く影響を与えている個別の要因としては、性（女性）、加齢、閉経、体格（体重）の4つを基本として

* 東京都老人総合研究所副所長