

vious studies^{14,15}). Women may perceive more traditional, social and environmental barriers than men to engaging in exercise^{8,15}). For instance, exercise has been considered “not ladylike”¹⁶). These aspects may in part be responsible for the lower rate of participation in exercise throughout life among women. Furthermore, a large drop in participation in exercise was observed among women in their 20s and 30s. The transition from adolescence to adulthood is a period of general decline in physical activity¹⁷). Some life changes, such as getting married and having children, affect physical activity in young adulthood in women more than in men⁵). National data in Japan show that the age of first marriage for men was 26.9 years and for women 24.2 years in 1970¹⁸). The most common age range for giving birth is 20-39 years¹⁹). After the fourth decade of life, most people’s family and job situations seem to be established and stable. Retirement, in turn, tends to increase physical activity²⁰). These life events may be associated with regular exercise. Further research on the relationship between life events and exercise is needed to clarify this issue.

The most popular activities and sports changed between the earlier and later age categories; there was also a gender difference in popular types of activities throughout life. Previous studies have reported a high frequency of ball games among men across ages 14 to 31 years²¹). Dance and gymnastics were more popular with women^{15,22}). Our finding supports the previous gender difference in the traditional preferences for specific types of exercise. From the perspective of age, team sport activities were common in adolescence and young adulthood, and individual sports in middle age and older. A possible explanation of the shift is that social situations and lifestyle change according to age, for instance, it is more difficult for a large number of adults to get together, whereas individual sports can be performed in one’s own time²¹). Individual sports are sometimes labeled lifetime sports²³) and adult-like activities¹⁷). Previous studies have reported walking and gardening as the most common activities among older adults²⁴). To maintain their exercise levels, people may have to choose specific types of exercise as their lifestyles change with aging²⁵). We may consider that older people who engage in regular exercise in our study are those who are able to find suitable activities to match their life changes.

In this study, we tracked regular exercise from adolescence to age 60 and over, and described the individual variation in participation in exercise. A number of participants reported participating in regular exercise at some time in their life, although reports of consistent engagement in regular exercise across several decades were scarce. We have already shown cross-sectionally in Table 2 that the prevalence of regular exercise in the 20s and 30s was low. Figure 1 illustrates the findings as individual transitions of regular exercise throughout life. Although the percentage in each pattern was small, and the patterns of exercise frequency seemed to be similar in both men and women, we found that among men the most frequent

pattern was participation in regular exercise at all the life stages; whereas among women the most frequent pattern was no regular exercise at all. Results suggest that encouragement and support for older women should be provided by health professionals as well as the community, since participation in exercise may induce a major behavioral change among older women. There may be a need to tailor health promotion messages and interventions according to gender and personal exercise history.

After fully adjusting for confounding factors such as age, BMI, education, annual income, smoking, work-related physical activity, self-rated health, and chronic diseases, both men and women who had participated in regular exercise during 40-59 years of age had a 5 to 7-fold higher rate of participation in exercise at age 60 and over. This result suggests that participation in exercise during 40-59 years of age predicts exercise at age 60 and over. Our findings are in line with those of some previous studies^{7,8}). Frändin et al. , who studied age groups from the age of 10 years, found that physical activity during earlier life was not correlated with physical activity at the age of 76, except for the last age period 66-76 years⁷). Other studies also found the last age group to be better predictors than earlier ones^{8,26}). The short interval may be one of the causes for the strong relationship between regular exercise at 40-59 years of age and that at age 60 and over. A number of studies have suggested that childhood is usually considered the best time for socialization into physical activity⁸), for encouraging physical activity in adults through the developing of habits²⁵) and for promoting exercise-related feelings of pleasure and joy⁷). Furthermore, sports activities may have an effect on motor and coordination skills that may be of value later in life²¹). We believe that the positive effects of exercise in early life are associated with physical activity in older life. In fact, regular exercise during all the age categories studied affected exercise at age 60 and over among men. However, demographic, psychological, behavioral, social and environmental factors are associated with adulthood participation in physical activity²⁷). These multiple factors may decrease the positive effect of earlier exercise at older ages. Health problems were reported to be the most common barrier to increasing physical activity²⁸). We found that the effect of regular exercise at 40-59 years of age on participation in exercise at age 60 and over increased among women who had a history of hypertension in the sub-analyses (data not shown). Chronic health problems may also have influenced the motivation for physical activity as a part of clinical care. Our finding that regular exercise during 40-59 years of age was associated with that at age 60 and over was true for a lot of people who had not engaged in regular exercise earlier in their lives. The motivation to engage in regular exercise in the fourth and fifth decades of life may have important implications for promoting increased physical activity in older age.

This study has several limitations. The first limitation

is that our study was a retrospective study and the regular exercise data were based on self-reports. Possible memory failure and potential recall bias may have influenced the results. In addition, we were not able to take into account the short-term substitution of one exercise for another as regular exercise was defined as an activity lasting one year. Therefore our study may underestimate regular exercise as an indicator of physical activity. Secondly, social and environment factors, which have been indicated as predictors of physical activity, were not widely examined in our study. Environmental factors are among the important factors promoting participation in physical activity¹⁶. Recent studies suggested that environmental problems, such as poorly lit streets or noisy traffic, are correlated with inactivity²⁹. Further studies are needed to confirm the association between regular exercise and a comprehensive range of factors. Finally, the definition of regular exercise in this study was lower than the well-known recommendation of physical activity for adults by the American College of Sports Medicine³⁰. However, we previously found that continuation of regular exercise by the same definition as used in this study was associated with higher muscle strength and power in both elderly men and women³¹. A number of older people are physically inactive. "Tojiko-mori", being housebound, which has been defined in recent studies as going outdoors once or less than once a week, is a serious concern in relation to older people³². Pate et al. suggest that an active lifestyle does not require a regimented, vigorous exercise program³³. To avoid causing undue stress coming from misconceptions, it may be sufficient just emphasizing to older people the importance of being physically active as opposed to having to maintain a disciplined workout schedule.

The strengths of the present study include a large number of randomized community-dwelling people and regular exercise data tracked from age 12 to 60 years and over. These data provide important information for demonstrating the value of life-long physical activity. The participants had a face-to-face interview by trained staff, which increases the reliability of the answers and reduces missing data in the questions. We were able to take into account essential social and health condition data such as education, smoking and disease as confounders. Our study described individual variation in regular exercise throughout the various stages of a person's life and showed the positive impact of experiences of exercise in earlier life on regular exercise in later life; and thus lays a good foundation for persuading the general population of the importance of maintaining physical activity throughout life.

Conclusion

The present study found that men engaged in regular exercise more than women throughout their lifetime. Exercise preferences differed depending on age and gender. Among women, those reporting no regular exercise were

the largest group. Among men, regular exercise earlier in life positively affected regular exercise at age 60 years and over. Regular exercise in middle age markedly increased participation in exercise later in life regardless of social and health conditions among both men and women.

Acknowledgments

The authors would like to thank the participants and also colleagues in the NILS-LSA. This study was supported by a Grant-in-Aid for Young Scientists (A) from the Japan Society for the Promotion of Science (#20680034).

References

- 1) Singh MA. 2002. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *The Journals of Gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences* 57: M262-282.
- 2) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2010/10/12/1298223_6.pdf.
- 3) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2010/10/12/1298223_5.pdf.
- 4) Chogahara M. 2003. Research on physical activities in middle-aged and older adults: A literature review. *Japan J Phy Educ Hlth Sport Sci* 48: 245-268. (in Japanese)
- 5) Telama R, Yang X, Viikari J, Valimaki I, Wanne O, and Raitakari O. 2005. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med* 28: 267-273.
- 6) Gordon-Larsen P, Nelson MC, and Popkin BM. 2004. Longitudinal physical activity and sedentary behavior trends: adolescence to adulthood. *Am J Prev Med* 27: 277-283.
- 7) Frändin K, Mellstrom D, Sundh V, and Grimby G. 1995. A life span perspective on patterns of physical activity and functional performance at the age of 76. *Gerontology* 41: 109-120.
- 8) Hirvensalo M, Lintunen T, and Rantanen T. 2000. The continuity of physical activity--a retrospective and prospective study among older people. *Scand J Med Sci Sports* 10: 37-41.
- 9) Kozakai R, Doyo W, Tsuzuku S, Yabe K, Miyamura M, Ikegami Y, Niino N, Ando F, and Shimokata H. 2005. Relationships of muscle strength and power with leisure-time physical activity and adolescent exercise in middle-aged and elderly Japanese women. *Geriatr Gerontol Int* 5: 182-188.
- 10) Shimokata H, Ando F, and Niino N. 2000. A new comprehensive study on aging--the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* 10: S1-9.
- 11) Iwai N, Yoshiike N, Saitoh S, Nose T, Kushiro T, and Tanaka H. 2000. Leisure-time physical activity and related lifestyle characteristics among middle-aged Japanese. Japan Lifestyle Monitoring Study Group. *J Epidemiol* 10: 226-233.
- 12) Lee IM, Paffenbarger RS, Jr., and Hsieh CC. 1992. Time trends in physical activity among college alumni, 1962-1988. *Am J Epidemiol* 135: 915-925.

- 13) Kirjonen J, Telama R, Luukkonen R, Kaaria S, Kaila-Kangas L, and Leino-Arjas P. 2006. Stability and prediction of physical activity in 5-, 10-, and 28-year follow-up studies among industrial employees. *Scand J Med Sci Sports* 16: 201-208.
- 14) Dallosso HM, Morgan K, Bassey EJ, Ebrahim SB, Fentem PH, and Arie TH. 1988. Levels of customary physical activity among the old and the very old living at home. *J Epidemiol Community Health* 42: 121-127.
- 15) Sallis JF, Zakarian JM, Hovell MF, and Hofstetter CR. 1996. Ethnic, socioeconomic, and sex differences in physical activity among adolescents. *J Clin Epidemiol* 49: 125-134.
- 16) Schutzer KA, and Graves BS. 2004. Barriers and motivations to exercise in older adults. *Prev Med* 39: 1056-1061.
- 17) Kjonniksen L, Torsheim T, and Wold B. 2008. Tracking of leisure-time physical activity during adolescence and young adulthood: a 10-year longitudinal study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 5: 69.
- 18) Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii09/marr4.html>.
- 19) Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii09/brth1-1.html>.
- 20) Rhodes RE, Martin AD, Taunton JE, Rhodes EC, Donnelly M, and Elliot J. 1999. Factors associated with exercise adherence among older adults. An individual perspective. *Sports Med* 28: 397-411.
- 21) Tammelin T, Nayha S, Hills AP, and Jarvelin MR. 2003. Adolescent participation in sports and adult physical activity. *Am J Prev Med* 24: 22-28.
- 22) Azevedo MR, Araujo CL, Cozzensa da Silva M, and Hallal PC. 2007. Tracking of physical activity from adolescence to adulthood: a population-based study. *Rev Saude Publica* 41: 69-75.
- 23) Taylor WC, Blair SN, Cummings SS, Wun CC, and Malina RM. 1999. Childhood and adolescent physical activity patterns and adult physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 31: 118-123.
- 24) Swenson CJ, Marshall JA, Mikulich-Gilbertson SK, Baxter J, and Morgenstern N. 2005. Physical activity in older, rural, Hispanic, and non-Hispanic white adults. *Med Sci Sports Exerc* 37: 995-1002.
- 25) Kuh DJ, and Cooper C. 1992. Physical activity at 36 years: patterns and childhood predictors in a longitudinal study. *J Epidemiol Community Health* 46: 114-119.
- 26) Evenson KR, Wilcox S, Pettinger M, Brunner R, King AC, and McTiernan A. 2002. Vigorous leisure activity through women's adult life: the Women's Health Initiative Observational Cohort Study. *Am J Epidemiol* 156: 945-953.
- 27) Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, and Brown W. 2002. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1996-2001.
- 28) Lim K, and Taylor L. 2005. Factors associated with physical activity among older people--a population-based study. *Prev Med* 40: 33-40.
- 29) Rantakokko M, Iwarsson S, Hirvensalo M, Leinonen R, Heikkinen E, and Rantanen T. 2010. Unmet physical activity need in old age. *J Am Geriatr Soc* 58: 707-712.
- 30) Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, and Bauman A. 2007. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1423-1434.
- 31) Kozakai R, Doyo W, Kim H, Ando F, and Shimokata H. 2010. The association between the continuity of exercise habits through the life and physical fitness in the community-dwelling Japanese elderly. *Tairyoku Kagaku (Jpn J Phys Fitness Sports Med)* 59: 839. (in Japanese)
- 32) Yasumura S. 2003. Homebound elderly people in Japan--special reference to intervention study including life review method. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi* 40: 470-472. (in Japanese)
- 33) Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, and et al. 1995. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 273: 402-407.

Vitamin D Deficiency in Elderly Women in Nursing Homes: Investigation with Consideration of Decreased Activation Function from the Kidneys

Yasuhito Terabe, MD,* Atsushi Harada, MD, PhD,[†] Haruhiko Tokuda, MD, PhD,[‡] Hiroyasu Okuizumi, MD, PhD,[§] Masahiro Nagaya, MD, PhD,[#] and Hiroshi Shimokata, MD, PhD[§]

OBJECTIVES: To determine the approximate percentage of women in nursing homes who have vitamin D deficiency and to investigate whether, in assessing vitamin D status in elderly women, there are problems with measuring only 25 hydroxy-vitamin D₃ (25(OH)D₃) and whether decreased vitamin D activation as a result of poor renal function needs to be considered.

DESIGN: Cross-sectional study.

SETTING: Forty-eight nursing homes in Japan.

PARTICIPANTS: Four hundred three women with a mean age of 86.5 living in nursing homes who had participated in a clinical trial for hip protectors and were not bedridden.

MEASUREMENTS: At the start of the trial, in addition to general biochemical data, 25(OH)D₃, 1,25-dihydroxy-vitamin D₃ (1,25(OH)₂D₃), intact parathyroid hormone (intact PTH), calcium (Ca), phosphorus (P), bone alkaline phosphate (BAP), cross-linked N-telopeptide of type I collagen (NTx), and osteocalcin were measured in participants' blood, and statistical analysis was performed.

RESULTS: 25(OH)D₃, which is thought to reflect vitamin D status in the body, was surveyed and found to have a mean value of 16.7 ng/mL. 25(OH)D₃ was less than 16 ng/mL in 49.1% of all participants. Creatinine clearance (CCr) was less than 30 mL/min in 20.1% of participants. Participants with serum 25(OH)D₃ less than 16 ng/mL and CCr less than 30 mL/min had significantly higher levels of intact PTH and serum NTx. Participants with a CCr less than 30 mL/min had significantly lower levels of 1,25(OH)₂D₃.

CONCLUSION: Frail elderly adults living in nursing homes with poor renal function had lower 1,25(OH)₂D₃ and higher intact PTH levels and were thus thought to have poorer vitamin D activating capacity. Supplementation with cholecalciferol may be insufficient in people who have poor renal function. *J Am Geriatr Soc* 60:251–255, 2012.

Key words: 25-hydroxy-vitamin D₃; 1,25-dihydroxy-vitamin D₃; nursing homes

The importance of vitamin D for bones has been indicated in previous studies.^{1,2} Frail elderly adults with limited ability to perform activities of daily living (ADL) who enter a nursing home are at high risk for low vitamin D as a result of poor nutrition and lack of sunlight. Vitamin D deficiency is an important risk factor for osteoporosis and fractures from falls in elderly adults.^{3–5} When assessing serum 25 hydroxy-vitamin D₃ (25(OH)D₃) levels to define vitamin D deficiency, many reports have adopted a cutoff of 20 ng/mL.^{6–8} It has also been reported that individuals with hip fracture or those with a history of falls have low 25(OH)D₃ levels.^{9,10} Secondary hyperparathyroidism from poor renal function in elderly adults must also not be overlooked.¹¹ The group that is probably at the highest risk of falls and fractures is elderly women living in nursing homes who are not completely bedridden but have a mobility level of at least being able to move about in a wheelchair with assistance. The participants in this study were such a group of people, who had previously participated in a fracture prevention trial using hip protectors.¹² Vitamin D levels, renal function, and the relationship between the two were investigated in these women, and the approximate percentage of these nursing home residents who needed supplemental vitamin D was considered.

From the Departments of *Orthopedic Surgery, [†]Advanced Medicine, [‡]Clinical Laboratory, [§]Center for Development of Advanced Medicine for Dementia, National Center for Geriatrics and Gerontology, Obu City, Aichi, Japan; ^{||}Mimaki Onsen Clinic, Tomi City, Nagano, Japan; and [#]Geriatric Health Services Facility, Luminous Obu, Obu City, Aichi, Japan.

Address correspondence to Yasuhito Terabe, Department of Orthopaedic Surgery, National Center for Geriatrics and Gerontology, Gengo 35, Morioka-cho, Obu, Aichi, Japan. E-mail: yst-trb@ncgg.go.jp

DOI: 10.1111/j.1532-5415.2011.03826.x

METHODS

Participants were 403 women aged 70 and older (range: 70–103) who lived in 48 nursing homes from whom consent was obtained for participation in a fracture prevention trial using hip protectors.¹² They had a mobility level of at least being able to move about in a wheelchair with assistance. A history of bilateral hip fracture was a condition for exclusion. Written informed consent was obtained from all participants. The Ethics Committee of the National Center for Geriatrics and Gerontology approved the study. Blood was collected from participants as the 48 nursing homes in the southern part of central Japan were visited in turn between January 2005 and May 2008. At the start of the trial, in addition to general biochemical data, 25(OH)D₃, 1,25-dihydroxy-vitamin D₃ (1,25(OH)₂D₃), intact parathyroid hormone (PTH), calcium (Ca), phosphorus (P), bone alkaline phosphate (BAP), cross-linked N-telopeptide of type I collagen (NTx), and osteocalcin were measured using participants' blood, and statistical analysis was performed. 25(OH)D₃ was measured using the radioimmunoassay double antibody method. Frail elderly adults have little muscle, and even if creatinine (Cr) is in the normal range, it cannot be concluded that renal function is normal. For a simpler assessment of renal function, we estimated Cr clearance (CCr) with adjustments for age and body weight using the widely adopted Cockcroft-Gault formula.¹³

Statistical Analyses

SPSS (version 17.0, SPSS, Inc., Chicago, IL) was used in the statistical analysis. Adjustment was made for age as a control variable in partial correlation. Two-tailed significance probability <.05 was taken to be significant. The Student *t*-test was used to test for differences between the mean values of the two groups, with *P* < .05 taken to indicate significance. The Bonferroni test was used to compare the mean values in the groups, using a general linear model adjusted for age. *P* < .05 was taken to indicate a significant difference.

RESULTS

Participants were aged 70 were to 103 (mean 86.5). Mean 25(OH)D₃ level, which is an indicator of vitamin D level, was low (16.7 ng/mL). The mean values for the following tests were: 1,25(OH)₂D₃, 44.4 ± 17.5 pg/mL; intact PTH, 57.4 ± 38.7 pg/mL; BAP, 32.4 ± 13.2 U/L; osteocalcin, 7.8 ± 3.8 ng/mL; and NTx, 17.6 ± 9.7 nmol bone collagen equivalent/L. The percentile distribution in the 25(OH)D₃ distribution is shown in Figure 1. When 25(OH)D₃ concentration of less than 20 ng/mL was taken to indicate vitamin D deficiency, 78.1% of participants were found to be vitamin D deficient.

To further investigate 25(OH)D₃, the partial correlation was first examined adjusted for age. There were significant positive correlations between 25(OH)D₃ and 1,25(OH)₂D₃ (correlation coefficient (*r*) = 0.149, *P* = .003), albumin (*r* = 0.185, *P* < .001), total cholesterol (*r* = 0.165, *P* = .001), blood urea nitrogen (*r* = 0.116, *P* = .02), Ca (*r* = 0.153, *P* = .002), and P (*r* = 0.100,

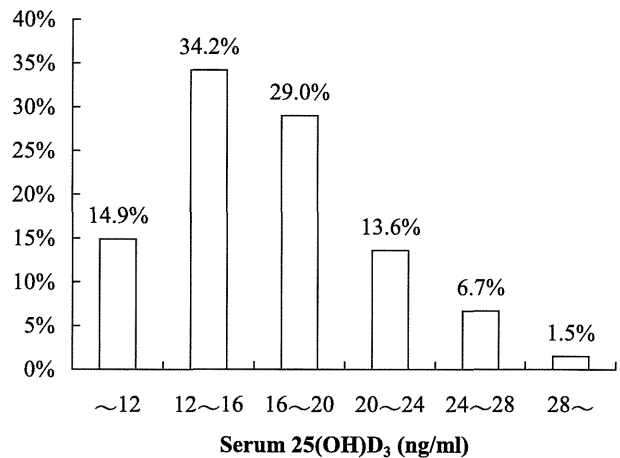


Figure 1. Percentile distribution of serum 25 hydroxy-vitamin D₃ (25(OH)D₃) concentrations. 25(OH)D₃ level was < 20 ng/mL in 78.1% and < 16 ng/mL in approximately half.

P = .04). Significant negative correlations were shown with serum NTx (*r* = -0.153, *P* = .002) and intact PTH (*r* = -0.178, *P* < .001). It was then decided to further investigate intact PTH, which had shown a high correlation. Mean intact PTH levels in the group with a serum 25(OH)D₃ concentration less than 12.0 ng/mL, 12.0 to 15.9 ng/mL, and 16.0 ng/mL or higher were 72.3 pg/mL, 60.4 pg/mL, and 51.1 pg/mL, respectively. Mean intact PTH level was significantly higher in participants with a serum 25(OH)D₃ concentration less than 12.0 ng/mL (*P* < .001) and 12.0 to 15.9 ng/mL (*P* = .02) than in those with a concentration of 16.0 ng/mL or higher. Participants younger than 85 were then compared with those aged 85 and older to determine whether the various data differed depending on age (Table 1). Significant differences were seen in 25(OH)D₃, 1,25(OH)₂D₃, and intact PTH. Because 1,25(OH)₂D₃, a form of activated vitamin D, also decreases with age, it was decided to investigate 1,25(OH)₂D₃. First, in the age-adjusted partial correlation, 1,25(OH)₂D₃ showed the strongest negative correlation with Cr (*r* = -0.323, *P* < .001). This finding suggests that renal function strongly affects 1,25(OH)₂D₃. The relationship between 1,25(OH)₂D₃ concentration and estimated CCr is shown in Table 2. 1,25(OH)₂D₃ concentration was significantly lower in participants with CCr less than 30 mL/min. Similarly, intact PTH concentration was significantly higher in participants with CCr less than 30 mL/min, in whom 1,25(OH)₂D₃ concentration was significantly lower (Table 2). A tendency was seen for 25(OH)D₃ levels to be higher with lower CCr, and a significant difference was seen between groups with CCr of less than 30 and 45 mL/min or greater (*P* < .05, general linear model Bonferroni test). To improve understanding of how participants were distributed according to 25(OH)D₃ concentration and CCr value, they were divided into four groups with 25(OH)D₃ concentrations of less than 16 and 16 ng/mL and greater and CCr of less than 30 and 30 mL/min and greater. Concentrations of 1,25(OH)₂D₃, intact PTH, and serum NTx of the groups were then compared (Table 3). Of 198 participants with 25(OH)D₃ concentrations of less than 16 ng/mL, 36 (18.4%) had poor renal function (CCr < 30 mL/min), and of 205 participants with

Table 1. Comparison of Mean Data Values According to Age

Characteristic	Normal Range	Mean ± Standard Deviation		P-Value
		<85 (n = 139)	≥ 85 (n = 264)	
Age	—	79.1 ± 3.8	90.4 ± 3.7	<.001
Height, cm	—	145.2 ± 7.5	142.8 ± 7.2	.003
Weight, kg	—	44.1 ± 8.3	41.6 ± 7.5	.003
Body mass index, kg/m ²	—	20.7 ± 4.4	20.0 ± 3.3	.28
25 hydroxy-vitamin D ₃ , ng/mL	—	17.5 ± 4.9	16.3 ± 4.7	.01
1,25-dihydroxy-vitamin D ₃ , pg/mL	20–60	47.5 ± 18.1	42.7 ± 16.9	.008
Intact parathyroid hormone, pg/mL	10–65	51.6 ± 27.4	60.4 ± 43.2	.03
Albumin, g/dL	3.9–4.9	3.9 ± 0.3	3.9 ± 0.4	.01
Total protein, g/dL	6.5–8.2	6.9 ± 0.5	6.9 ± 0.5	.26
Total cholesterol, mg/dL	120–220	207.6 ± 38.0	195.9 ± 36.3	.003
Blood urea nitrogen, mg/dL	8–20	17.8 ± 6.5	18.7 ± 7.7	.25
Creatinine, mg/dL	0.5–0.8	0.66 ± 0.3	0.72 ± 0.4	.13
Creatinine clearance (Cockcroft-Gault formula), mL/min	—	55.2 ± 18.6	38.9 ± 12.7	<.001
Glomerular filtration rate (modified diet in renal disease formula), mL/min	—	73.9 ± 25.0	65.4 ± 22.1	.001
Calcium, mg/dL	8.7–10.1	8.8 ± 0.4	8.8 ± 0.5	.25
Phosphorus, mg/dL	2.5–4.5	3.6 ± 0.4	3.6 ± 0.5	.21
Aspartate aminotransferase, U/L	10–40	19.2 ± 6.2	19.7 ± 6.2	.39
Alanine aminotransferase, U/L	5–45	13.2 ± 7.5	11.5 ± 6.0	.02

Table 2. Comparison of 1,25-Dihydroxy-Vitamin D₃ (1,25(OH)₂D₃), Intact Parathyroid Hormone (PTH), and 25 Hydroxy-Vitamin D₃ (25(OH)D₃) Concentrations According to Creatinine Clearance (CCr)

CCr, mL/min	Mean (Standard Error)		
	1,25(OH) ₂ D ₃ , pg/mL	Intact PTH, pg/mL	25 Hydroxy-Vitamin D ₃ , ng/mL
<30.0 (n = 82)	33.0 (1.9)*	80.1 (4.3)*	17.9 (5.2)
30.0–44.9 (n = 160)	45.8 (1.3)	52.7 (3.0)	17.0 (4.9)
≥ 45 (n = 161)	48.8 (1.4)	50.5 (3.2)	15.9 (4.4)

* P < .05, general linear model Bonferroni test.

25(OH)D₃ concentrations of 16 ng/mL and higher, 45 (22.0%) had poor renal function. These percentages were approximately the same, but concentrations of intact PTH and NTx were significantly higher in the group with 25(OH)D₃ of less than 16 ng/mL and CCr of less than 30 mL/min. In addition, in the group with CCr of less than 30 mL/min, 1,25(OH)₂D₃ concentration was significantly lower than in the group with CCr of 30 mL/min and higher, regardless of 25(OH)D₃ concentration.

DISCUSSION

Table 4 summarizes the reports on 25(OH)D₃ concentration in elderly cohorts.^{14–20} A comparison of reports in which participants were living in institutions and reports in which participants were living independently revealed lower levels of 25(OH)D₃ in residents of institutions, who are thought to have greater difficulty with activities of

Table 3. Comparison of 1,25-Dihydroxy-Vitamin D₃ (1,25(OH)₂D₃), Intact Parathyroid Hormone (PTH), and Cross-Linked N-Telopeptide of Type I Collagen (NTx) Concentrations According to Creatinine Clearance (CCr) and 25 Hydroxy-Vitamin D₃ (25(OH)D₃) Concentration

CCr, mL/min	Mean (Standard Error)	
	25(OH)D ₃ , ng/mL	
	<16	≥ 16
<30		
1,25(OH) ₂ D ₃ , pg/mL	29.0 (2.7)*	36.3 (2.5)*
Intact PTH, pg/mL	104.8 (6.1)*	60.7 (5.4)
NTx, nmolBCE/L	28.3 (1.6)*	18.9 (1.4)
≥ 30		
1,25(OH) ₂ D ₃ , pg/mL	45.2 (1.2)	49.3 (1.3)
Intact PTH, pg/mL	55.1 (2.8)	48.1 (2.9)
NTx, nmolBCE/L	17.1 (0.7)	15.3 (0.7)

1,25(OH)₂D₃ levels were significantly lower in participants with CCr lower than 30 mL/min than those with CCr of 30 mL/min and higher. Mean intact PTH and NTx concentrations in participants with CCr lower than 30 mL/min and 25(OH)D₃ of less than 16 ng/mL were significantly higher than in the other participants.

* P < .05, general linear Bonferroni test.

daily living. Experts have proposed that 25(OH)D₃ concentrations of 20 to 32 ng/mL, or roughly 30 ng/mL, are the minimum necessary concentration to prevent fractures.²¹ A recent meta-analysis also reported that concentrations of 75 to 100 nmol/L balanced the benefits and risks of the health of elderly people.²² Many studies take PTH to be an indicator of the cutoff value for 25(OH)D₃ concentration.^{6–8} When PTH is taken as an indicator, a 25(OH)D₃ concentration of 20 ng/mL is taken as the cutoff

Table 4. Past Reports of 25 Hydroxy-Vitamin D₃ (25(OH)D₃) Levels in Elderly Cohorts

Study Participants	n	Age, Mean	25(OH)D ₃ , ng/mL, Mean	References
Nursing home (Japan)	133	84.6	11.9	14
Nursing home or household (United States)	116	81	12.6	15
Nursing home (this study, Japan)	425	86.4	16.8	—
Nursing home (United States)	35	74	17.4	16
Independent women (Canada)	186	73	15.6	17
Independent women (France)	440	80	17.0	18
Community-dwelling elderly women (Japan)	2,007	75.4	24.2	19
Independent women (United States)	500	71	29.6	20

in many reports.^{6–8} In the participants in this study, 78.1% had 25(OH)D₃ levels less than 20 ng/mL. Another study reported that 25(OH)D₃ of 20 ng/mL and greater is needed when intact PTH is taken as the indicator and that 28 ng/mL and greater is needed when bone density in the femoral neck is taken as the indicator.⁶ From the present results, the cutoff value for 25(OH)D₃ as an indicator of intact PTH was thought to be 16 ng/mL; 49.1% of participants had 25(OH)D₃ of less than 16 ng/mL (Figure 1). In general, people with poor renal function have lower levels of 1,25(OH)₂D₃, an activated form of vitamin D, as a result of poor vitamin D activating capacity. Moreover, secondary hyperparathyroidism from poor renal function is not unusual in elderly people.¹¹ In the present results as well, there was a strong negative correlation between 1,25(OH)₂D₃ and CCr ($r = -0.323$, $P < .001$), which suggests that renal function strongly affects 1,25(OH)₂D₃. As shown in Table 2, intact PTH levels were significantly higher and 1,25(OH)₂D₃ significantly lower with a CCr of less than 30 mL/min. From this it can be conjectured that vitamin D activation in the kidneys may decrease in cases of secondary hyperparathyroidism from poor renal function. In addition, as shown in Table 3, the percentage of people with poor renal function (CCr < 30 mL/min) was nearly the same in participants with 25(OH)D₃ levels greater and less than 16 ng/mL. Women with such vitamin D activating capacity made up 20.1% of all participants, although according to guidelines published in the United States in 2003²³ for bone metabolism disorders in individuals with chronic kidney disease, if PTH is measured and found to be high in people undergoing dialysis and those with chronic renal failure with less than 60% renal function, it is recommended that serum 25(OH)D₃ be measured and vitamin D₂ be administered if it is less than 30 ng/mL. Considering these guidelines, a greater number of people would probably be judged to have poor renal function, although there are limitations to this investigation. All CCr values were derived through calculation, not from actual measurements of CCr or glomerular filtration

rate (GFR). Cystatin C was not measured either. The Cockcroft-Gault formula was first used to calculate CCr, but the Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) formula²⁴ was also used to investigate CCr. The correlation between CCr calculated using the Cockcroft-Gault formula and GFR calculated using the MDRD formula was high ($r = 0.769$, $P < .001$). Moreover, in the group with GFR of less than 50 mL/min ($n = 84$, 20.8%), a significant difference, similar to that in the results obtained with the Cockcroft-Gaults formula, was seen. Thus, although CCr obtained from calculations is not ideal, it seems to be reliable. In addition, intact PTH level may be a useful indicator in establishing a cutoff value for 25(OH)D₃ in frail elderly adults such as the present participants. Moreover, because plainly higher intact PTH levels were shown in participants with poor vitamin D activation in the kidneys, intact PTH may have an important role in considering vitamin D supplementation in frail elderly adults. Many experts recommend vitamin D supplementation with cholecalciferol when 25(OH)D₃ level drops below 30 to 32 ng/mL. A recent Institute of Medicine report²⁵ recommends supplementation when 25(OH)D₃ is less than 20 ng/mL, but it does not specifically address frail elderly adults. Vitamin D is not activated efficiently even with cholecalciferol supplementation in frail elderly adults, such as the present participants, who seem to have poor activation of vitamin D. Theoretically, therefore, it would seem that supplementation with a form of activated vitamin D such as paricalcitol or alfacalcidol may be beneficial in the case of frail elderly adults with poor renal function.

CONCLUSION

In this study, 25(OH)D₃ levels were found to be low in women living in nursing homes who were at least able to move about in a wheelchair with assistance. Approximately 50% to 80% of participants were thought to be vitamin D deficient, although this depends somewhat on the cutoff value used for 25(OH)D₃. In addition, approximately 20% of all participants were thought to have decreased vitamin D activating capacity in the kidneys. Such poor vitamin D activation capacity in the kidneys was present in a similar 20% of people whose 25(OH)D₃ level was above the cutoff level (16 ng/mL). An unexpectedly large number of women in nursing homes thus had poor vitamin D activation secondary to poor renal function. For vitamin D supplementation, therefore, it may be necessary to make a comprehensive judgment with measurements of intact PTH and CCr or GFR and 1,25(OH)₂D₃ rather than cholecalciferol supplementation based simply on 25(OH)₃ level.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to the 48 nursing homes that cooperated in this study and the many staff members who collected data for this study.

Conflict of Interest: The editor in chief has reviewed the conflict of interest checklist provided by the authors and has determined that the authors have no financial or any other kind of personal conflicts with this paper.

This study was supported by a Research Grant for Comprehensive Research on Aging and Health from the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan in 2006 to 2008.

Author Contributions: Yasuhito Terabe: Analysis and interpretation of data, preparation of manuscript. Atsushi Harada: Study concept and design, preparation of manuscript. Haruhiko Tokuda: Acquisition of data, preparation of manuscript. Hiroyasu Okuizumi: Acquisition of participants, preparation of manuscript. Masahiro Nagaya: Acquisition of participants and data, preparation of manuscript. Hirashi Shimokata: Analysis and interpretation of data.

Sponsor's Role: None.

REFERENCES

- Riggs BL. Role of the vitamin-D-endocrine system in the pathophysiology of postmenopausal osteoporosis. *J Cell Biochem* 2003;88:209–215.
- Lips P. Vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: Consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocr Rev* 2001;22:477–501.
- Chapuy MC, Arlot ME, Duboeuf F et al. Vitamin D₃ and calcium to prevent hip fractures in the elderly women. *N Engl J Med* 1992;327:1637–1642.
- Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA et al. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med* 1997;337:670–676.
- Lips P, Duong T, Oleksik A et al. A global study of vitamin D status and parathyroid function in postmenopausal women with osteoporosis: Baseline data from the multiple outcomes of raloxifene evaluation clinical trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:1212–1221.
- Nakamura K, Tsugawa N, Saito T et al. Vitamin D status, bone mass, and bone metabolism in home-dwelling postmenopausal Japanese women: Yokogoshi Study. *Bone* 2008;42:271–277.
- Malabanan A, Veronikis IE, Holick MF. Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet* 1998;351:805–806.
- Harris SS, Soteriades E, Coolidge JA et al. Vitamin D insufficiency and hyperparathyroidism in a low income, multiracial, elderly population. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85:4125–4130.
- Sakuma M, Endo N, Oinuma T et al. Vitamin D and intact PTH status in patients with hip fracture. *Osteoporos Int* 2006;17:1608–1614.
- Stein MS, Wark JD, Scherer SC et al. Falls relate to vitamin D and parathyroid hormone in an Australian nursing home and hostel. *J Am Geriatr Soc* 1999;47:1195–1201.
- Drinka PJ. The importance of parathyroid hormone and vitamin D status in the treatment of osteoporosis and renal insufficiency. *J Am Med Dir Assoc* 2004;5:382–386.
- Kato C, Ida K, Hoshiyama M et al. Does fall-related self-efficacy in hip-protector users affect quality of life and physical activity in nursing homes in Japan? *J Am Geriatr Soc* 2010;58:1810–1812.
- Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976;16:31–41.
- Nashimoto M, Nakamura K, Matsuyama S et al. Hypovitaminosis D and hyperparathyroidism in physically inactive elderly Japanese living in nursing homes: Relationship with age, sunlight exposure and activities of daily living. *Aging Clin Exp Res* 2002;14:5–12.
- Gloth FM, Gundberg CM, Hollis BW et al. Vitamin D deficiency in home-bound elderly persons. *JAMA* 1995;274:1683–1686.
- McMurtry CT, Young SE, Downs RW et al. Mild vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in nursing home patients receiving adequate dietary vitamin D. *J Am Geriatr Soc* 1992;40:343–347.
- Delvin EE, Imbach A, Copti M. Vitamin D nutritional status and related biochemical indices in an autonomous elderly population. *Am J Clin Nutr* 1988;48:373–378.
- Chapuy MC, Schott AM, Garnero P et al. Healthy elderly French women living at home have secondary hyperparathyroidism and high bone turnover in winter. *J Clin Endocrinol Metab* 1996;81:1129–1133.
- Suzuki T, Kwon J, Kim H et al. Low serum 25-hydroxyvitamin D levels associated with falls among Japanese community-dwelling elderly. *J Bone Miner Res* 2008;23:1309–1317.
- Gallagher JC, Kinyamu HK, Fowler SE et al. Calcitropic hormones and bone markers in the elderly. *J Bone Miner Res* 1998;13:475–482.
- Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF et al. Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporos Int* 2005;16:713–716.
- Bischoff-Ferrari HA, Shao A, Dawson-Hughes B et al. Benefit-risk assessment of supplementation. *Osteoporos Int* 2010;21:1121–1132.
- National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for bone metabolism and disease in chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis* 2003;42(4 Suppl 3):S1–S28.
- Matsuo S, Imai E, Horio M et al. Revised equations for estimated GFR from serum creatinine in Japan. *Am J Kidney Dis* 2009;53:982–992.
- Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: National Academies Press, 2011.

第53回日本老年医学会学術集会記録

〈若手企画シンポジウム2：サルコペニア—研究の現状と未来への展望—〉

1. 日常生活機能と骨格筋量，筋力との関連

下方 浩史 安藤富士子

日本老年医学会雑誌 第49巻 第2号 別刷

1. 日常生活機能と骨格筋量, 筋力との関連

下方 浩史¹⁾ 安藤富士子²⁾

要約 サルコペニアは高齢者の日常生活機能を低下させ、健康長寿の障害となる。われわれは無作為抽出された地域在住中高年者コホートのデータを使用して、日常生活機能と筋力、筋量との関連について検討した。男女ともに40歳以降、握力、下肢筋力は年間約1パーセントずつ低下していた。どの年代でも男性は女性よりも筋力が強く、80代の男性の筋力は40代の女性の筋力にほぼ等しかった。筋力の低下は女性の日常生活機能により大きな影響を与える可能性がある。一方、四肢の筋量は男性では加齢とともに低下するが、女性では加齢による低下はほとんどなかった。このことは女性では筋肉の量的な変化よりも、質的な変化が問題になっていることを示している。日常生活機能は筋肉のパフォーマンスの影響を受け、握力と歩行速度で推定することが可能であった。高齢者の脆弱を予防するためには、これらの評価によりハイリスクの集団を見つけることが重要であろう。

Key words: サルコペニア, 日常生活機能, 筋量, 筋力, 老化

(日老医誌 2012; 49: 195-198)

はじめに

老化に伴う筋量減少(サルコペニア)は、高齢者のADLを低下させ、健康長寿を実現の大きな障害となる^{1,2)}。しかし、老化に伴う筋量減少の実態は明らかでなく、またサルコペニア自体の簡便な基準がない。臨床の現場や住民調査などで使用できる簡便なサルコペニアの基準が必要である。これらの検討を一般住民のコホートのデータを使用して行った。

研究方法

対象は「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究(NILS-LSA)」第5次調査参加者で、40歳から88歳までの無作為抽出された地域在住中高年者2,419名(男性1,200名,女性1,219名)である³⁾。上腕屈、臍高腹屈、大腿屈、下腿屈を身体指標として計測し、また体力の指標として、普通歩速度、速歩速度、上体起こし、膝伸展筋力、脚伸展パワー、握力を計測した。日常生活機能として健康関連QOL尺度であるSF36の身体機能項目を用いた。サルコペニア指標として、Dual-

energy X-ray absorptiometry (DXA)(QDR 4500, Hologic)によって四肢除脂肪・除骨重量測定し、これを四肢筋量とした。Baumgartnerら⁴⁾の方法に準じ、四肢筋量(kg)を身長(m)の二乗で除した値をSkeletal Muscle Index(SMI)とし、サルコペニアの指標とした。その判定基準には同じQDR 4500で測定したSandaら⁴⁾によるYAM(Young Adult Mean:18~40歳)の-2SD(男性6.87 kg/m²,女性5.46 kg/m²)を用いた。

サルコペニアの性・年代別頻度

DXAによるSMIでの診断基準で求めたサルコペニアの有無を、性・年齢別の分布をみた(図1)。男性では25.0パーセントが、女性では24.2パーセントがサルコペニアであり、全体の割合には性差はなかった。年代別の検討では、男性では加齢とともにサルコペニアの頻度は高くなっていったが(p trend<0.0001)、女性では有意な加齢変化はなかった。男性のSMIの平均値±SDは7.42±0.83 kg/m²、女性は5.96±0.73 kg/m²であり、男性の方が有意に高い値であった(p<0.0001)。男性では加齢とともにSMIは低下していたが(p trend<0.0001)、女性では有意な加齢変化はなかった。男女ともに年齢が高いほど握力は低下していた(p trend<0.0001)。男性の方が低下率は大きかったが、80代でも女性の40代の握力よりも大きかった。膝伸展筋力についても握力と同様に、

1) H. Shimokata: 国立長寿医療研究センター予防開発部

2) F. Ando: 愛知淑徳大学健康医療科学部スポーツ・健康医科学科

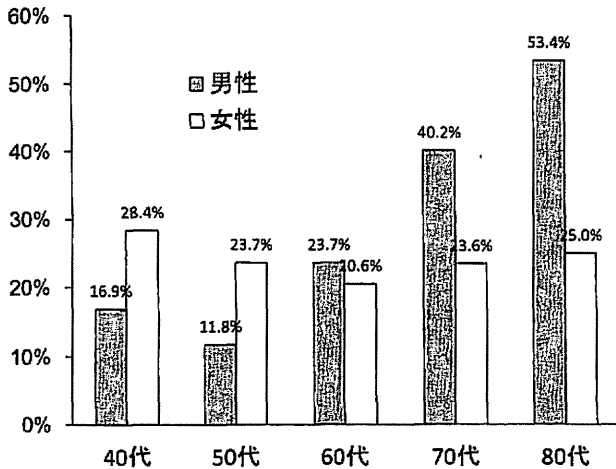


図1 サルコペニアの性・年代別頻度

DXAによるSMIでの診断基準(YAMの-2SD)での判定を行った。男性では加齢とともにサルコペニアの頻度は高くなっていったが(p trend<0.0001)。女性では有意な加齢変化はなかった。

男女ともに加齢とともに低下していた。男性の方が低下率は大きかったが、男性の80代でも女性の40代とほぼ同じ値であった。

SMIに影響を与える変数を求めるとともに、SMIを推定するための簡便な式の作成を行うために、SMIと身体測定値、アルブミンとの相関解析を行った。SMIは上腕囲、下腿囲、大腿囲、腹囲BMIと強い正の相関があったがアルブミンとは相関はなく、体脂肪率とは弱い正の相関が認められた。SMIと最も相関が強かったのはBMIであり、相関係数は男性で0.77、女性で0.73と高かった。周囲長では女性で下腿囲が最も相関が強く、男性では上腕囲、下腿囲、大腿囲で相関係数はほぼ同じ値となった。

65歳以上の男女について、年齢、BMI、下腿からSMIを推定する重回帰式の作成を試みた。その結果、以下の回帰式を得ることができた。

男性: $SMI = -0.1026 \times \text{年齢} + 0.1341 \times \text{BMI} + 0.6034 \times \text{下腿囲} + 2.5653$ ($r^2 = 0.651$)

女性: $SMI = -0.0413 \times \text{年齢} + 0.0513 \times \text{BMI} + 0.4438 \times \text{下腿囲} + 0.5509$ ($r^2 = 0.558$)

骨格筋量、筋力と日常生活機能

65歳以上の男女についてサルコペニアの有無とSF36での身体機能との関連を検討した。男性では一部の項目でサルコペニアがあると身体機能は低下していたが、その差は大きくなかった。女性ではサルコペニアによる身体機能の有意な低下はなかった。身体機能の障害の有無

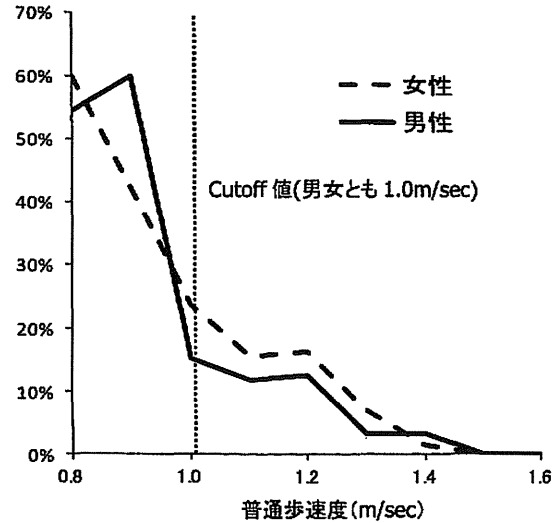


図2 普通歩速度と数百メートル以上歩くことに困難を感じる割合(65歳以上)

とSMIとの関連については、男性では身体機能の障害の有無によるSMIの差はいくつかの項目で認められたものの、その差はそれほど大きくはなかった。女性では身体機能の障害の有無によるSMIの差はほとんどなかった。

65歳以上の男女について、身体機能と歩行や筋力などの体力との正準相関係数を求めて、体力のどの項目が身体機能と関連しているのかを検討した。その結果、男女とも普通歩速度が身体機能にもっとも関連しており、筋力では脚伸展パワーの影響が男性でもっとも大きかったが、握力は男女ともに身体機能に大きな影響を与えていた。

一般住民で日常生活に影響が出るような障害は、SF36の中強度の身体活動項目に困難を感じる障害と考え、中強度の項目のうち「数百メートル以上歩くこと」を身体機能の指標とすることとした。「数百メートル以上歩くこと」が困難になれば、日用品の買い物にも支障が生じ、独立した生活を送ることが困難となる。体力、身体計測値がどの程度まで低下すると身体機能が低下するのか、身体機能との関連が認められた項目のうち、簡便に測定できるものについてカットオフ値を求めた。図2に示すように、普通歩速度は男女ともに1 m/secよりも遅くなると身体機能が低下する割合が大きく増加した。握力に関しては、普通歩ほどカットオフ値ははっきりしなかったが、男性で25 kg、女性で20 kgをカットオフ値とした。身体計測値については、女性ではSMIが低い部分でのカットオフ値は決められなかった。男性ではカットオフ値は5.5 kg/m²であった。BMIは女性では値

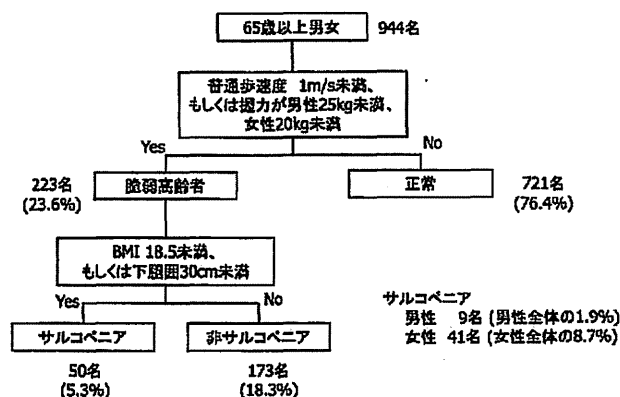


図3 サルコペニアの簡易基準案と、一般住民での分布

が小さいほど、つまりやせているほど身体機能は良くなっており、カットオフ値は決められなかったが、男性では 19 kg/m^2 がカットオフ値であった。下腿囲も同様に女性ではカットオフ値は決められなかったが男性では 30 cm であった。

サルコペニアの簡易基準の作成

サルコペニアの簡易基準の作成は、体力や身体計測値から中強度の身体機能に支障が生じる可能性のある集団を捉えることを目指した。判定に使用する項目は、簡便な器具で簡単に測定できるものとした。さらに、Muscle performance と muscle volume を分けて考えることとし、Muscle performance は普通歩速度と握力で評価し、Muscle volume は測定に高額で放射線被曝を伴う機器が必要な SMI の代わりに BMI と下腿囲で評価することとした。また、各指標のカットオフ値は中強度の身体機能との関連で決めることとし、女性で上記の基準で決められない場合には、従来のやせの基準値や男性の値を参考に決めることとした。

European consensus⁹⁾によるサルコペニアの簡易基準を参考に、日本人高齢者におけるサルコペニアの簡易基準の作成を試みた。図3に示すように、まず普通歩速度 1 m/sec 未満、もしくは握力が男性 25 kg 未満、女性 20 kg 未満である場合には脆弱高齢者と判断し、脆弱高齢者のうち、BMI 18.5 kg/m^2 未満もしくは下腿囲 30 cm 未満である場合をサルコペニアとした。

今回の検討での対象者についてこの基準を当てはめてみると、65歳以上の男女944名のうち23.6パーセント

(223名)が脆弱高齢者であり、さらに全体の5.3パーセント(50名)がサルコペニアと診断された。その内訳は男性9名(男性全体の1.9パーセント)、女性41名(女性全体の8.7パーセント)と女性で割合が高くなっていた。

ここに示したサルコペニアの簡易基準案は、身長、体重、握力計とメジャー、ストップウォッチがあれば実施することができる。スクリーニング検査として有用と思われるが、さらに縦断的なデータを用いて、妥当性の検討を行っていききたい。

まとめ

40歳以上の地域住民2,419名を対象としたDXAによる判定では男性の25.0パーセントが、女性の24.2パーセントがサルコペニアに分類された。男性では加齢とともにサルコペニアの割合は増加していたが、女性では加齢による変化はなかった。サルコペニアの簡易基準の作成は、体力や身体計測値から中強度の身体機能に支障が生じる可能性のある集団を捉えることを目指した。その結果、普通歩速度 1 m/sec 未満もしくは握力が男性 25 kg 未満、女性 20 kg 未満である場合には脆弱高齢者と判断し、脆弱高齢者のうち BMI 18.5 kg/m^2 未満もしくは下腿囲 30 cm 未満である場合をサルコペニアとした。65歳以上の男女の5.3パーセントがサルコペニアとされた。

文 献

- 1) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al: Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 755-763.
- 2) Doherty TJ: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1717-1727.
- 3) Shimokata H, Ando F, Niino N: A new comprehensive study on aging—the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* 2000; 10: S1-S9.
- 4) Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M, et al: A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors. *Eur J Appl Physiol* 2010; 110: 57-65.
- 5) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412-423.

Association of daily physical performance with muscle volume and strength

Hiroshi Shimokata¹⁾ and Fujiko Ando²⁾

Abstract

Sarcopenia disturbs the daily life of elderly people, and hinders healthy aging. We studied the association of daily physical performance with muscle volume and muscle strength in a randomly selected community-living population. Results: Grip power and leg muscle strength decreased about 1% per year after age 40 in both men and women. Muscle strength was greater in men than in women at every age by decade, and muscle strength in men in their 80s was similar to that in women in their 40s. Therefore, the effect of a decrease in muscle strength on daily physical performance was greater in women than men. On the other hand, the muscle volume of all limbs decreased with age in men, but there was almost no decrease in muscle volume in women. These results indicate that qualitative change in muscle was more significant than quantitative change in muscle in women. Daily physical performance was influenced by muscle performance and could be assessed based on grip power and walking speed. To prevent frailty, it may be important to determine the high-risk group for frailty using these assessments.

Key words: *Sarcopenia, Daily physical performance, Muscle volume, Muscle strength, Aging*
(Nippon Ronen Igakkai Zasshi 2012; 49: 195–198)

1) Department for the Development of Preventive Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology

2) Faculty of Health and Medical Sciences, Department of Sports and Health Sciences, Aichi Shukutoku University

3. 疫学研究からのサルコペニアとそのリスク—特に栄養との関連

下方 浩史¹⁾ 安藤富士子²⁾

要約 加齢に伴って筋肉量が減少し、筋力を維持できなくなってしまうサルコペニアは高齢者の日常生活機能を低下させる。われわれは栄養摂取等の生活習慣や既往歴など、サルコペニアのリスク要因について、無作為抽出された40歳以上の地域在住男性1,783名、女性1,825名での10年間、延べ14,010回の測定縦断的データを用いて網羅的に検討を行った。二重エネルギーX線吸収装置(DXA)での筋肉量から診断されたサルコペニアでは喫煙、運動不足、総エネルギー摂取量の不足、たんぱく質・分岐鎖アミノ酸不足、自覚的健康が良くないことなどがリスクになっていた。65歳以上のみを対象とした身体機能からの診断されたサルコペニアでもDXAでの診断の場合と同様に検討を行った。喫煙がリスクになっており、総エネルギー摂取量、ビタミンD、たんぱく質、分岐鎖アミノ酸摂取が意にリスクを下げていたが、身体活動との関連は有意ではなかった。

Key words : サルコペニア, 栄養, 分岐鎖アミノ酸, ビタミンD, 老化

(日老医誌 2012; 49: 721-725)

はじめに

加齢に伴い筋量、筋力が低下する現象はサルコペニアと呼ばれる。このような加齢に伴う変化が避けがたいものなのか、あるいは何らかの生活習慣の改善で予防できるものか、もし予防可能ならば、どのような方法が有効なのかを検討するため、サルコペニアの危険因子を明らかにしていく研究は、老化・老年病研究の中でも極めて重要であると思われる¹⁾²⁾。サルコペニアはBaumgartnerらが提唱した当時は主に筋肉量を指標として検討されていたが、近年では筋力や身体機能を指標とした研究が主流となってきている。本研究では、筋肉量を指標としたサルコペニアと身体機能・体格を指標としたサルコペニアの両者について、その危険因子を明らかにすることを目的に解析を行った。

研究方法

「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究(NILS-LSA)」の第1次調査から第6次調査までに参加した40歳以上の無作為抽出された地域在住中

高年者3,608名(男性1,783名、女性1,825名)を対象とした³⁾。平均年齢±標準偏差は、男性57.8±13.1歳、女性56.9±12.8歳で、2年ごとに延べ14,010回の調査を行っている。検討に用いた測定項目は、身体計測値としてBMI(kg/m²)及び下腿の最大囲(cm)、体力指標として普通歩速度(m/sec)、利き手握力(kg)、栄養素摂取量は写真撮影を併用した秤量法による3日間の食事調査によってエネルギー摂取量、たんぱく質、ビタミンD、筋肉合成関連アミノ酸(イソロイシン、ロイシン、バリン、アルギニン)摂取量を推定した。生活習慣調査として飲酒習慣、喫煙を調査した。身体活動量は歩数の7日間測定、面接調査によるタイムスタディ及び運動習慣調査による余暇身体活動量、総身体活動量を推定した。

サルコペニアの診断は筋肉量を指標にして行われてきたが、身体機能からも診断すべきであるとの立場もあり、本研究ではこの両者について危険因子の検討を行った。筋肉量については二重エネルギーX線吸収装置(DXA)(Hologic QDR 4500)によって四肢除脂肪・除骨重量測定し、これを四肢筋量とした。Baumgartnerらの方法に準じ、四肢筋量(kg)を身長(m)の二乗で除した値をSkeletal Muscle Index(SMI)とし、サルコペニアの指標とした⁴⁾。その判定基準には同じHologic QDR 4500で測定したSanadaらによるYAM(Young Adult Mean: 18~40歳)の-2SDに相当する男性6.87kg/

1) H. Shimokata: 国立長寿医療研究センター予防開発部

2) F. Ando: 愛知淑徳大学健康医療科学部スポーツ・健康医科学科

表1 DXAでの診断基準によるサルコペニアの危険因子

項目	*オッズ比	95% 信頼区間	p 値
飲酒	飲まない vs 少し飲む	0.823 (0.741~0.912)	0.0002
飲酒	飲まない vs 多く飲む	0.759 (0.664~0.869)	<0.0001
喫煙	吸わない vs 吸う	1.243 (1.095~1.410)	0.0007
高血圧症	なし vs あり	0.876 (0.793~0.969)	0.0097
収縮期血圧	10 mmHg 上昇ごと	0.900 (0.881~0.920)	<0.0001
拡張期血圧	10 mmHg 上昇ごと	0.832 (0.803~0.862)	<0.0001
心疾患	なし vs あり	1.021 (0.840~1.241)	NS
脂質異常症	なし vs あり	0.956 (0.857~1.067)	NS
糖尿病	なし vs あり	1.029 (0.882~1.200)	NS
脳卒中	なし vs あり	0.959 (0.761~1.209)	NS
自覚的健康	良い vs 普通・悪い	1.179 (1.099~1.264)	<0.0001
余暇身体活動量	100,000 METS*min/y ごと	0.909 (0.844~0.979)	0.0112
総身体活動量	100,000 METS*min/y ごと	0.912 (0.868~0.958)	0.0002
歩数	1,000 歩増加ごと	0.985 (0.973~0.997)	0.0174
エネルギー摂取量	100 kcal 増加ごと	0.961 (0.952~0.970)	<0.0001
たんぱく質	10 g/日増加ごと	0.932 (0.913~0.952)	<0.0001
ビタミンD	5 µg/日増加ごと	0.984 (0.962~1.005)	NS
イソロイシン	1 g/日増加ごと	0.869 (0.829~0.910)	<0.0001
ロイシン	1 g/日増加ごと	0.918 (0.894~0.943)	<0.0001
バリン	1 g/日増加ごと	0.882 (0.847~0.918)	<0.0001
アルギニン	1 g/日増加ごと	0.908 (0.877~0.940)	<0.0001

*10年間の縦断データから一般化推定方程式で年齢、性別を調整したリスク推定を行った。カテゴリ変数に関しては前者に対する後者のオッズ比を示す。

m²、女性 5.46 kg/m²をサルコペニアの有無の判定基準とした⁴⁾。また、身体機能・体格に基づくサルコペニアの指標として、65歳以上の男女で、普通歩速度 1 m/秒未満、もしくは握力が男性 25 kg 未満、女性 20 kg 未満の脆弱高齢者でありかつ BMI 18.5 kg/m²未満もしくは下腿囲 30 cm 未満をサルコペニアとした場合の検討も行った⁵⁾。この判定基準は、厚生労働科学研究費長寿科学総合研究事業「高齢者における加齢性筋肉減弱現象(サルコペニア)に関する予防対策確立のための包括的研究(H22-長寿-一般-002)」での研究成果として提唱されたものである。NILS-LSAの10年間の縦断的なデータから飲酒、喫煙、既往歴、身体活動量、血圧、栄養素摂取とサルコペニア発症リスクとの関係を性別及び年齢を調整した一般化推定方程式(GEE)で推定した。

筋肉量によるサルコペニアの危険因子

DXAでの筋肉量から診断されたサルコペニアについて、10年間の縦断的なデータを用いてその危険因子を検討した。既往歴や生活習慣など様々なサルコペニア発症リスクを推定しオッズ比を求めた(表1)。嗜好習慣では飲酒をしないことと喫煙がリスクとなっていた。既往歴では高血圧症のみが有意であり、収縮期血圧、拡張期血圧も高値であるほどサルコペニアとなるリスクは下

がっていたがこれらは高血圧症と肥満との関連を反映した結果と考えられる。自覚的健康度は「普通・悪い」では「良い」に対してオッズ比は1.2倍に高くなっており、健康感との関連が示唆された。身体活動量では総身体活動量、余暇身体活動量、歩数が多いほど、サルコペニアのリスクが下がっていた。栄養素との関連では総エネルギー摂取量が多いほどサルコペニアのリスクは低くなっていたが、ビタミンDとサルコペニアとの関連は認めなかった。たんぱく質摂取量、イソロイシン、ロイシン、バリン、アルギニンの筋肉合成関連アミノ酸摂取量が多いほど、サルコペニアのリスクは下がっていた。図1にロイシンの一日摂取量の約5パーセントに当たる4 g/dayと約95パーセントに当たる8 g/dayとでのサルコペニアとなる確率を示す。両者でのオッズ比は0.71(95%信頼区間:0.64~0.79, p<0.0001)であった。

身体機能・体格によるサルコペニアの危険因子

身体機能・体格によるサルコペニアの危険因子は、NILS-LSAの65歳以上の高齢者の10年間の縦断データを用いて検討した(表2)。嗜好については飲酒との関連は見られなかったが、喫煙との関連が認められ、非喫煙者に対する喫煙者のオッズ比は3.78(95%信頼区間1.77~8.09)であった。既往歴との関連は高血圧症、脂

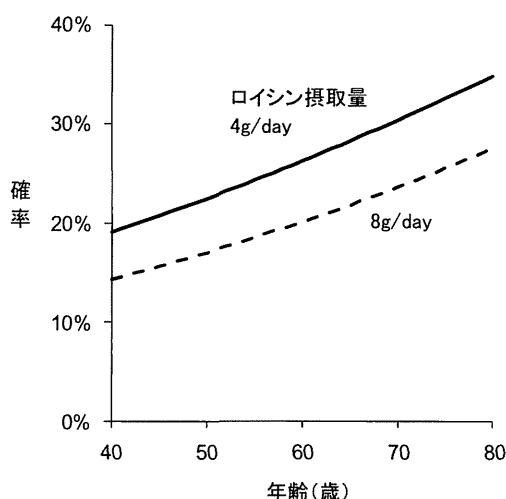


図1 ロイシン摂取量によるサルコペニアの有病確率。サルコペニアはDXAでの診断基準を用いた。10年間の縦断データから一般化推定方程式で年齢、性別及び個人内変動を調整し、一日摂取量の約5パーセントに当たる4 g/dayと約95パーセントに当たる8 g/dayとでの比較を行った。オッズ比は0.71 (95%信頼区間: 0.64 ~ 0.79, $p < 0.0001$)であった。

質異常症で有意であり、これらがあるとサルコペニアのリスクは下がっていた。また、収縮期血圧、拡張期血圧はともに高いほどサルコペニアのリスクは低下していた。自覚的健康度との関連は認められなかった。また身体活動量では、総身体活動量、余暇身体活動および歩数のいずれもサルコペニアの発症と有意な関連はなかった。栄養素摂取量との関連は強く、総エネルギー摂取量、たんぱく質摂取量、イソロイシン、ロイシン、バリン、アルギニン摂取量が多いほど、サルコペニアのリスクは下がっていた。またビタミンD摂取量もサルコペニア発症リスクを下げていた。

サルコペニアの予防研究

ヨーロッパにおける老年学、栄養学などの学会によるワーキンググループであるThe European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)は2010年にサルコペニアの定義と診断についてのヨーロッパ・コンセンサスとして報告している⁶⁾。EWGSOPではサルコペニアを、加齢以外に明らかな誘因がない原発性サルコペニア (primary sarcopenia) と、加齢以外の何らかの要因がサルコペニアを引き起こす二次性サルコペニア (secondary sarcopenia) に分類し、さらに二次性サルコペニアを、ベッド上安静、運動しない生活スタイル、廃用、無重力身体などが原因となる活動性サルコペニア (activity-related sarcopenia)、高度な臓器障害、炎症性

疾患、悪性腫瘍に伴う悪液質、内分泌疾患などによる疾患性サルコペニア (disease-related sarcopenia)、吸収不良、胃腸疾患、食思不振を引き起こす薬剤の使用に伴うエネルギーおよび蛋白質摂取不足などによる栄養性サルコペニア (nutrition-related sarcopenia) の3つに分けている。

これまでに報告されているサルコペニアの危険因子には遺伝的素因、性別、加齢、身長、体重、BMI、閉経、エストロゲン、テストステロン、総体脂肪量、身体活動、カロテノイド、ビタミンD、分岐鎖アミノ酸および蛋白質摂取量などがある。遺伝的な素因としては、myostatinのLys153Arg多型、alpha-actinin 3のR577X多型が筋量や筋力に関連しているとの報告がある⁷⁸⁾。しかし、スポーツ選手では、こうした遺伝子多型の影響があっても、一般の高齢者では、むしろ生活習慣などの影響の方が大きいと思われる。廃用性症候群による筋萎縮は、高齢者のサルコペニアの最大の要因であろう。運動不足による筋量や筋力の低下はどの年代にも起きうる。しかし高齢者では筋の再生・増殖機能が低下しており、いったん減少した筋量は回復が難しい。筋量が低下し筋力が低下すれば、運動が困難になり、さらに筋量が低下するという悪循環に陥りやすい。

血中の25-OHビタミンDレベルは経口摂取あるいは皮膚で産生されたビタミンDの量を反映する指標である。25-OHビタミンDは老化とともに低下することが知られている。ビタミンDはカルシウム代謝に関連するビタミンであり、摂取量の不足は骨粗鬆症などの骨疾患の要因となる。このビタミンDが、筋肉とも関連することが明らかになってきた。

ビタミンD受容体は筋肉中に存在し、ビタミンDが低下することが筋の同化作用が下がってしまう。またビタミンD受容体の遺伝子多型が高齢者のサルコペニアの要因のひとつであることも報告されている⁹⁾。ビタミンDの低下が高齢者の転倒や身体機能障害の要因であるとの報告がある¹⁰⁾¹¹⁾。

アムステルダム縦断加齢研究 (Longitudinal Aging Study Amsterdam)での3年間の追跡研究ではベースラインの25-OHビタミンDが低値の場合には、高値の場合に比べて3年後にサルコペニアとなるオッズ比は2.57 (95%信頼区間1.40~4.70)であった。このような結果からビタミンDの摂取の不足が、高齢者のサルコペニアを引き起こす可能性があると思われる¹²⁾。

筋肉はたんぱく質からなっており、たんぱく質摂取量、アミノ酸摂取量が低下すれば、筋量は当然低下する。1食あたりのたんぱく質量が20~25gである時が筋たん

表2 身体機能・体格での診断基準によるサルコペニアの危険因子

項目	*オッズ比	95% 信頼区間	p 値
飲酒 飲まない vs 少し飲む	0.652	(0.398 ~ 1.069)	NS
飲酒 飲まない vs 多く飲む	1.080	(0.457 ~ 2.554)	NS
喫煙 吸わない vs 吸う	2.595	(1.543 ~ 4.363)	0.0003
高血圧症 なし vs あり	0.505	(0.375 ~ 0.680)	<0.0001
収縮期血圧 10 mmHg ごと	0.896	(0.827 ~ 0.971)	0.0076
拡張期血圧 10 mmHg ごと	0.866	(0.755 ~ 0.993)	0.0396
心疾患 なし vs あり	1.278	(0.858 ~ 1.905)	NS
脂質異常症 なし vs あり	0.677	(0.467 ~ 0.983)	0.0402
糖尿病 なし vs あり	0.829	(0.448 ~ 1.535)	NS
脳卒中 なし vs あり	1.052	(0.472 ~ 2.346)	NS
自覚的健康 良い vs 普通・悪い	1.281	(0.898 ~ 1.828)	NS
余暇身体活動量 100,000 METS*min/y ごと	0.757	(0.552 ~ 1.037)	NS
総身体活動量 100,000 METS*min/y ごと	0.863	(0.655 ~ 1.138)	NS
歩数 1,000 歩ごと	0.993	(0.938 ~ 1.050)	NS
エネルギー摂取量 100 kcal ごと	0.862	(0.822 ~ 0.822)	<0.0001
たんぱく質 10 g/日ごと	0.728	(0.650 ~ 0.814)	<0.0001
ビタミンD 5 µg/日ごと	0.853	(0.766 ~ 0.950)	0.0037
イソロイシン 1 g/日ごと	0.537	(0.424 ~ 0.681)	<0.0001
ロイシン 1 g/日ごと	0.697	(0.607 ~ 0.800)	<0.0001
バリン 1 g/日ごと	0.584	(0.476 ~ 0.717)	<0.0001
アルギニン 1 g/日ごと	0.615	(0.512 ~ 0.739)	<0.0001

*10年間の縦断データから一般化推定方程式で年齢、性別を調整したリスク推定を行った。カテゴリ変数に関しては前者に対する後者のオッズ比を示す。

ばく質の合成が最も高いとされている¹³⁾¹⁴⁾。食事摂取基準では、健康な70歳以上者に必要なたんぱく質量は1.06 g/体重 kg であり、男性60 g、女性50 g以上が必要とされている。しかし一般的な高齢者の食事では、このたんぱく質摂取量を維持することが難しい場合が多い。

体内で合成できない必須アミノ酸のうちロイシン、イソロイシン、バリンは炭素骨格が分岐した構造をもつことから分岐鎖アミノ酸と呼ばれる。これらの分岐鎖アミノ酸は筋肉をつくる主なたんぱく質であるアクチンとミオシンの主成分である。十分な分岐鎖アミノ酸を摂取することで筋肉の消耗を防ぐことができる可能性がある¹⁵⁾¹⁶⁾。分岐鎖アミノ酸は肉類、乳製品、レバーなどに多く含まれるが、高齢者ではこうした食品は敬遠されることが多いことも、高齢者のサルコペニアの要因となっている可能性がある。NILS-LSAでの検討でもロイシン、イソロイシン、バリンの分岐鎖アミノ酸はサルコペニアのリスクを下げる作用が認められ、特に高齢者での摂取が勧められよう。

まとめ

DXAでの筋肉量から診断されたサルコペニアでは喫煙、運動不足、エネルギー摂取量の不足、たんぱく質・分岐鎖アミノ酸不足、自覚的健康が良くないことなどが

リスクになっていた。65歳以上のみを対象とした身体機能から診断されたサルコペニアでもDXAでの診断のサルコペニアとほぼ同様な結果が得られたが、栄養との関連が強く、身体活動との関連は有意ではなかった。

文 献

- 1) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al: Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1988; 147: 755-763.
- 2) Doherty TJ: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1717-1727.
- 3) Shimokata H, Ando F, Niino N: A new comprehensive study on aging—the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* 2000; 10: S1-S9.
- 4) Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M, Yamamoto K, Murakami H, Okumura S, et al: A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors. *Eur J Appl Physiol* 2010; 110: 57-65.
- 5) 下方浩史, 安藤富士子: 日常生活機能と骨格筋量, 筋力との関連。サルコペニア—研究の現状と未来への展望。 *日老医誌* 2012; 49 (2): 195-198.
- 6) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age*

- Ageing 2010; 39: 412–423.
- 7) Clarkson PM, Devaney JM, Gordish-Dressman H, Gordish-Dressman H, Kearns A, Hubal M, et al.: ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *J Appl Physiol* 2005; 99 (1): 154–163.
 - 8) Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al.: Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55: M641–648.
 - 9) Roth SM, Zmuda JM, Cauley JA, Shea PR, Ferrell RE: Vitamin D receptor genotype is associated with fat-free mass and sarcopenia in elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004; 59: 10–15.
 - 10) Suzuki T, Kwon J, Kim H, Shimada H, Yoshida Y, Iwasa H, et al.: Low serum 25-hydroxyvitamin D levels associated with falls among Japanese community-dwelling elderly. *J Bone Miner Res* 2008; 23: 1309–1317.
 - 11) Kwon J, Suzuki T, Yoshida H, Kim H, Yoshida Y, Iwasa H, et al.: Concomitant lower serum albumin and vitamin D levels are associated with decreased objective physical performance among Japanese community-dwelling elderly. *Gerontology* 2007; 53: 322–328.
 - 12) Visser M, Deeg DJ, Lips P: Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 5766–5772.
 - 13) Paddon-Jones D, Short KR, Campbell WW, Volpi E, Wolfe RR: Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J Clin Nutr* 2008; 87: 1562S–1566S.
 - 14) Paddon-Jones D, Rasmussen BB: Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009; 12: 86–90.
 - 15) Dreyer HC, Volpi E: Role of protein and amino acids in the pathophysiology and treatment of sarcopenia. *J Am Coll Nutr* 2005; 24: 140S–145S.
 - 16) Fujita S, Volpi E: Amino acids and muscle loss with aging. *J Nutr* 2006; 136 (Suppl): 277S–280S.

Sarcopenia and its risk factors in epidemiological study

Hiroshi Shimokata¹⁾ and Fujiko Ando²⁾

Abstract

In sarcopenia, muscle volume and strength decrease with ageing, disturbing activity of daily life in the elderly. We investigated risk factors of sarcopenia including life-style, nutrition intake and past history in randomly selected community living population aged 40 years and over. The subjects were 1,783 men and 1,825 women. They were followed up 10 years and repeatedly measured, we made a total of 14,010 measurements. Smoking, lack of exercise, shortage of energy, protein, branched-chain amino acid intake, and low self-rated health were risk factors of sarcopenia determined by muscle volume in dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). Risk factors of sarcopenia determined by physical performance were also investigated in subjects aged 65 years or over. Smoking increased risk of sarcopenia, and intakes of total energy, vitamin D, protein and branched-chain amino acid significantly decreased risk of sarcopenia. However, physical activity was not related to incidence of sarcopenia.

Key words: *Sarcopenia, Nutrition, Branched-chain amino acid, Vitamin D, Ageing*
(*Nippon Ronen Igakkai Zasshi* 2012; 49: 721–725)

1) Department for Development of Preventive Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology

2) Faculty of Health and Medical Sciences, Department of Sports and Health Sciences, Aichi Shukutoku University

〈原 著〉

手段的日常生活活動の自立した地域在住高齢者における 転倒恐怖感に関連する要因の検討

大矢 敏久¹⁾ 内山 靖¹⁾ 島田 裕之²⁾ 牧迫飛雄馬²⁾³⁾
土井 剛彦²⁾ 吉田 大輔²⁾⁴⁾ 上村 一貴¹⁾³⁾ 鈴木 隆雄⁵⁾

要約 目的：手段的日常生活活動（IADL）の自立した地域在住高齢者における転倒恐怖感の存在率及びその特徴を検討することを本研究の目的とした。**方法：**対象は、IADLの自立した地域在住高齢者119名（平均年齢75.7±7.2歳、女性60名）であった。問診により聴取した転倒恐怖感の有無により、転倒恐怖感を有している者をあり群、有していない者をなし群とした。過去1年間の転倒経験、過去1カ月における疼痛の有無、3種類以上の服薬の有無、そして慢性疾患の有無もあわせて聴取した。そして、身体活動量としてInternational Physical Activity Questionnaire；IPAQ、生活空間としてLife-Space Assessment；LSA、心理状態としてGeriatric Depression Scale；GDSを日本語版の質問紙を用いて調査した。さらに、身体機能としてTimed Up and Go test；TUG、開眼片足立ち保持時間を測定した。各指標に対する群間比較を連続変数には対応のないt検定、カテゴリー変数には χ^2 検定を用いて検討した。さらに転倒恐怖感の有無を従属変数とし、単変量解析で有意な差が認められた指標を独立変数とした多重ロジスティック回帰分析の強制投入法を用いて、転倒恐怖感に関連する要因を検討した。**結果：**転倒恐怖感を有する者は対象者全体の51.3%で、その全員が日常生活に支障はないと回答した。転倒恐怖感が、あり群ではなし群に比べ有意に女性、痛み、慢性疾患、転倒経験を有する者の割合が各々高かった。また、あり群の方が、LSAの得点が低く、TUGの所要時間が長く、開眼片足立ち保持時間が短く、各項目において有意な群間差がみられた（ $p<0.05$ ）。多重ロジスティック回帰分析においてLSA（総得点120点）のみが転倒恐怖感の有無と有意に関連した（OR：0.96、95%信頼区間=0.93~0.99）。**結論：**IADLが自立した地域在住高齢者の51.3%に転倒恐怖感が存在し、高い値を示した。転倒恐怖感は、多変量解析では、LSAとのみ関連があった。今後、縦断的な調査によりこの因果関係を明らかにし、効果的な介入方法を確立することが重要である。

Key words：地域在住高齢者、転倒恐怖感、生活空間

（日老医誌 2012；49：457-462）

緒 言

転倒恐怖感は、1980年代に、転倒後の心理的トラウマの結果起こるPost-fall syndromeの要素として定義された。高齢者は転倒を経験すると、再度転倒することに恐怖感を持ち、移動の際、過度に注意を払い歩くように

なる¹⁾。一方で、転倒経験のない高齢者にも転倒恐怖感が存在することが明らかとなり新たな定義が1990年にTinettiらによって提唱された²⁾。それは「ある活動を行う機能は保たれているにもかかわらず、それを避けるように働く転倒に対する不安」というものであり、日常生活活動に支障を来す恐怖感として定義された。その後転倒恐怖感の存在率やその発生に関係する因子を同定する研究が多くなされてきた。

2008年に報告されたSystematic reviewによると、転倒恐怖感 は地域在住高齢者の21~85%に存在すると報告されている³⁾。転倒恐怖感の発生に関係する因子は、最も多く報告されているものが過去の転倒経験⁴⁾⁵⁾であった。また、加齢や女性であることなどの基本属性⁶⁾⁷⁾、慢性疾患の既往歴、服薬、疼痛などの健康状態⁶⁾⁷⁾、歩行、バランス機能低下⁸⁾、抑うつや不安などの心理状態⁹⁾¹⁰⁾が

1) T. Oya, Y. Uchiyama, K. Uemura：名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法学専攻理学療法学分野

2) H. Shimada, H. Makizako, T. Doi, D. Yoshida：国立長寿医療研究センター認知症先進医療開発センター在宅医療・自立支援開発部自立支援システム開発室

3) H. Makizako, K. Uemura：日本学術振興会

4) D. Yoshida：長寿科学振興財団

5) T. Suzuki：国立長寿医療研究センター

受付日：2011.12.6、採用日：2012.3.15

転倒恐怖感と関連する因子として明らかとなっている。さらに、縦断的な研究では、転倒恐怖感を有する地域在住高齢者は、将来、日常生活活動(Activity of daily living, 以下 ADL と略す) 障害を引き起こしやすい¹¹⁾という報告もされておりその重要性は明確である。

これまでの研究では、転倒恐怖感により ADL に影響のある高齢者についての報告が多くなされているが、一方で、転倒恐怖感はあるが日常生活に支障はないと回答する対象者も多く存在すると報告されている¹²⁾。しかし、ADL の保たれた高齢者にどの程度、転倒恐怖感が存在し、それが、どのような因子と関連しているかは明らかではない。

本研究では、手段的日常生活活動(Instrumental activity of daily living, 以下 IADL と略す) が自立した地域在住高齢者の転倒恐怖感の存在率、及びその関連要因を検討することを目的とした。

方 法

対象者は、国立長寿医療研究センターが保有する 65 歳以上の地域在住高齢者を対象としたデータベース (n=1,543) から、重度の脳卒中、心疾患の既往のある者と明らかに調査が遂行できないと判断された者を除外した。さらに、調査協力が得られ全ての検査が実施できた者から、IADL が自立していない高齢者を除外し、119 名 (平均年齢 75.7±7.2 歳、男性 59 名、女性 60 名) を本研究の対象とした。なお IADL の評価は老研式活動能力指標を用い、手段的自立の項目である「バスや電車を使って 1 人で外出できますか」「日用品の買い物ができますか」「自分で食事の用意ができますか」「請求書の支払いができますか」「銀行貯金・郵便貯金の出し入れが自分でできますか」に全て「はい」と回答した者を IADL 自立とした。対象者には本研究の主旨および目的を口頭と書面にて説明し、書面にて同意を得た。なお、本研究は国立長寿医療研究センター倫理・利益相反審査委員会の承認を受けて実施した。

転倒恐怖感の聴取は、「現在、転ぶことに対してどのような怖さを持っていますか」と質問し、「全く怖くない」「怖くない」「やや怖い」「大変怖い」の 4 つの選択肢から回答を求め、「全く怖くない」「怖くない」と回答した者を転倒恐怖感なし群とし、「やや怖い」「大変怖い」と回答した者を転倒恐怖感あり群とした。さらに、転倒恐怖感が日常生活に影響を及ぼすかどうかを聴取した。

調査項目は、これまで転倒恐怖感に関連すると報告されている基本属性、健康状態、転倒歴、運動機能、心理状態に加えより高次の能力を評価するため身体活動量と

生活空間の指標も含めた。基本属性として年齢、性別を聴取し、身長と体重を測定し Body Mass Index (以下 BMI と略す) を算出した。健康状態については、慢性疾患の既往歴、服薬、痛みを聴取した。慢性疾患の既往歴において、高血圧、糖尿病、心疾患、脳血管疾患のいずれかの既往がある場合を「慢性疾患の既往歴あり」とした。先行研究で転倒の予測因子として報告されている服薬数に着目し¹³⁾、現在飲んでる薬を種類ごとに尋ね、合計 3 種類以上の服薬がある場合を「3 種類以上の服用あり」とした。痛みは、健康関連 QOL の一側面として捉えている先行研究に着目し¹⁴⁾、SF-8 の痛みに関する下位項目を用い、「過去 1 カ月間に身体の痛みはどのくらいありましたか」という質問に対し、「ぜんぜんなかった」「かすかな痛み」「軽い痛み」「中くらいの痛み」「強い痛み」「非常に強い痛み」の中から回答を求めた。「ぜんぜんなかった」を選択した者を「痛みなし」とし、その他 5 項目を選択した者を「痛みあり」とした。転倒歴は過去 1 年間の転倒回数を尋ね、1 回以上転倒している者を「転倒経験あり」とした。転倒は Gibson MJ の定義¹⁵⁾に基づき、「滑ったり、転んだり、つまずいたりなどしてバランスを崩し、足以外の体の一部が地面に触れたこと」とし、あらかじめ対象者に説明した。

身体機能検査として Timed Up and Go test (以下 TUG と略す)、開眼片足立ち保持時間を測定した。TUG は椅座位から起立し 3 m を往復歩行した後に椅子へ着座するまでの所要時間をストップウォッチにて計測した。「普段歩いている速度」で 2 回計測を行い、所要時間の短い結果を採用した¹⁶⁾。開眼片足立ち保持時間は、視線の高さに設定された視標点を注視しながら任意の脚を挙上し、片脚立位姿勢を保持するようにした。挙上脚が床面に接した時、あるいは立脚側が移動した時を終了とした。最大 60 秒までの時間を、ストップウォッチを用い 2 回測定し、保持時間の長い結果を採用した。心理状態は Geriatric Depression Scale (以下 GDS と略す) を用いて調査した。GDS は 15 項目の質問に、「はい」か「いいえ」で答えるもので、得点は 0~15 点で得点が高いほどうつ傾向が強いことを示す¹⁷⁾。

身体活動量は、International Physical Activity Questionnaire (以下 IPAQ と略す) を用いた。IPAQ は、1 週間における高強度および中等度の身体活動を行う日数および時間を質問するものである。全 9 問から構成され、活動強度別に活動量を質問する short version を使用した¹⁸⁾。生活空間の評価は Life-Space Assessment (以下 LSA と略す) を用いた¹⁹⁾²⁰⁾。LSA は、各生活空間レベルに移動した頻度、移動における補助具(杖や車椅子)の