

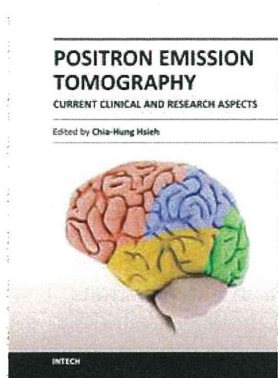
- Brown, M., & Holloszy, J.O. Effects of walking, jogging and cycling on strength, flexibility, speed and balance in 60- to 72-year olds. *Aging (Milano)*. 1993;5: 427-434.
- Bruce, M.L., & McNamara, R. Psychiatric status among the homebound elderly: an epidemiologic perspective. *J Am Geriatr Soc*. 1992;40: 561-566.
- Buchner, D.M., Cress, M.E., de Lateur, B.J., et al. A comparison of the effects of three types of endurance training on balance and other fall risk factors in older adults. *Aging (Milano)*. 1997a;9: 112-119.
- Buchner, D.M., Cress, M.E., de Lateur, B.J., 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 Biol Sci Med Sci*. 1997b;52: M218-224.
- Clarfield, A.M., & Bergman, H. Medical home care services for the housebound elderly. *CMAJ*. 1991;144: 40-45.
- Crowinshield, R.D., Brand, R.A., & Johnston, R.C. The effects of walking velocity and age on hip kinematics and kinetics. *Clin Orthop Relat Res*. 1978: 140-144.
- Cutler, D.M. Declining disability among the elderly. *Health Aff (Millwood)*. 2001;20: 11-27.
- Dean, J.C., Alexander, N.B., & Kuo, A.D. The effect of lateral stabilization on walking in young and old adults. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2007;54: 1919-1926.
- DeVita, P., & Hortobagyi, T. Age causes a redistribution of joint torques and powers during gait. *J Appl Physiol*. 2000;88: 1804-1811.
- Donelan, J.M., Kram, R., & Kuo, A.D. Mechanical and metabolic determinants of the preferred step width in human walking. *Proc R Soc Lond B*. 2001;268: 1985-1992.
- Drace, J.E., & Pelc, N.J. Measurement of skeletal muscle motion in vivo with phase-contrast MR imaging. *J Magn Reson Imaging*. 1994;4: 157-163.
- Ebrahim, S., Thompson, P.W., Baskaran, V., & Evans, K. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age Ageing*. 1997;26: 253-260.
- Elble, R.J., Thomas, S.S., Higgins, C., & Colliver, J. Stride-dependent changes in gait of older people. *J Neurol*. 1991;238: 1-5.
- Espinoza, S., & Walston, J.D. Frailty in older adults: insights and interventions. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*. 2005;72: 1105-1112.
- Ettinger, W.H., Jr., Burns, R., Messier, SP., et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA*. 1997;277: 25-31.
- Ferrucci, L., Guralnik, J.M., Studenski, S., Fried, L.P., Cutler, G.B., Jr., & Walston, J.D. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52: 625
- Finley, F.R., Cody, K.A., & Finizie, R.V. Locomotion patterns in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil*. 1969;50: 140-146.
- Fujimoto, T., Itoh, M., Tashiro, M., Yamaguchi, K., Kubota, K., & Ohmori, H. Glucose uptake by individual skeletal muscles during running using whole-body positron emission tomography. *Eur J Appl Physiol*. 2000;83: 297-302.
- Fujimoto, T., Kempainen, J., Kalliokoski, K.K., Nuutila, P., Ito, M., & Knuuti, J. Skeletal muscle glucose uptake response to exercise in trained and untrained men. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35: 777-783.

- Fujita, K., Fujiwara, Y., Chaves, P.H., Motohashi, Y., & Shinkai, S. Frequency of going outdoors as a good predictor for incident disability of physical function as well as disability recovery in community-dwelling older adults in rural Japan. *J Epidemiol.* 2006;16: 261-270.
- Gallagher, D., Visser, M., De Meersman, R.E., *et al.* Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl Physiol.* 1997;83: 229-239.
- Ganguli, M., Fox, A., Gilby, J., & Belle, S. Characteristics of rural homebound older adults: A community-based study. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44: 363-370.
- Gill, T.M., Allore, H., Holford, T.R., & Guo, Z. The development of insidious disability in activities of daily living among community-living older persons. *The American Journal of Medicine.* 2004;117: 484-491.
- Gillespie, L.D., Gillespie, W.J., Robertson, M.C., Lamb, S.E., Cumming, R.G., & Rowe, B.H. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003: CD000340.
- Gottschalk, F., Kourosh, S., & Leveau, B. The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat.* 1989;166: 179-189.
- Gribble, P.A., & Hertel, J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004a;85: 589-592.
- Gribble, P.A., & Hertel, J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004b;14: 641-646.
- Guralnik, J.M., Ferrucci, L., Pieper, C.F., *et al.* Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55: M221-231.
- Guralnik, J.M., & Simonsick, E.M. Physical disability in older Americans. *J Gerontol.* 1993;48 Spec No: 3-10.
- Hageman, P.A., & Blanke, D.J. Comparison of gait of young women and elderly women. *Phys Ther.* 1986;66: 1382-1387.
- Hardy, S.E., Dubin, J.A., Holford, T.R., & Gill, T.M. Transitions between states of disability and independence among older persons. *American Journal of Epidemiology.* 2005;161: 575-584.
- Hausdorff, J.M., Rios, D.A., & Edelberg, H.K. Gait variability and fall risk in community-living older adults: A 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82: 1050-1056.
- Helbostad, J.L., Leirfall, S., Moe-Nilssen, R., & Sletvold, O. Physical fatigue affects gait characteristics in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62: 1010-1015.
- Hortobagyi, T., & DeVita, P. Muscle pre- and coactivity during downward stepping are associated with leg stiffness in aging. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10: 117-126.
- Hortobagyi, T., Mizelle, C., Beam, S., & DeVita, P. Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58: M453-460.
- Joyce, B.M., & Kirby, R.L. Canes, crutches and walkers. *Am Fam Physician.* 1991;43: 535-542.
- Judge, J.O., Davis, R.B., 3rd, & Ounpuu, S. Step length reductions in advanced age: the role of ankle and hip kinetics. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996;51: M303-312.
- Judge, J.O., Underwood, M., & Gennosa, T. Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993;74: 400-406.

- Kavanagh, J.J., Morrison, S., & Barrett, R.S. Lumbar and cervical erector spinae fatigue elicit compensatory postural responses to assist in maintaining head stability during walking. *J Appl Physiol*. 2006;101: 1118-1126.
- Kemppainen, J., Fujimoto, T., Kalliokoski, K.K., Viljanen, T., Nuutila, P., & Knuuti, J. Myocardial and skeletal muscle glucose uptake during exercise in humans. *J Physiol*. 2002;542: 403-412.
- Kerrigan, D.C., Todd, M.K., Della Croce, U., Lipsitz, L.A., & Collins, J.J. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: Evidence for specific limiting impairments. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79: 317-322.
- Klitgaard, H., Mantoni, M., Schiaffino, S., et al. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: A cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand*. 1990;140: 41-54.
- Kono, A., Kai, I., Sakato, C., & Rubenstein, L.Z. Frequency of going outdoors: a predictor of functional and psychosocial change among ambulatory frail elders living at home. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59: 275-280.
- Kono, A., & Kanagawa, K. Characteristics of housebound elderly by mobility level in Japan. *Nurs Health Sci*. 2001;3: 105-111.
- Kuan, T.S., Tsou, J.Y., & Su, F.C. Hemiplegic gait of stroke patients: the effect of using a cane. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80: 777-784.
- Larsson, L., Grimby, G., & Karlsson, J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J Appl Physiol*. 1979;46: 451-456.
- Latham, N., Anderson, C., Bennett, D., & Stretton, C. Progressive resistance strength training for physical disability in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003: CD002759
- Lynch, N.A., Metter, E.J., Lindle, R.S., et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol*. 1999;86: 188-194.
- Malatesta, D., Simar, D., Dauvilliers, Y., et al. Energy cost of walking and gait instability in healthy 65- and 80-yr-olds. *J Appl Physiol*. 2003;95: 2248-2256.
- Maki, B.E. Gait changes in older adults: Predictors of falls or indicators of fear. *J Am Geriatr Soc*. 1997;45: 313-320.
- Martin, P.E., Rothstein, D.E., & Larish, D.D. Effects of age and physical activity status on the speed-aerobic demand relationship of walking. *J Appl Physiol*. 1992;73: 200-206.
- Mbourou, G.A., Lajoie, Y., & Teasdale, N. Step length variability at gait initiation in elderly fallers and non-fallers, and young adults. *Gerontology*. 2003;49: 21-26.
- McArdle, D.W., Katch, I.F., & Katch, L.V. (1997). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. 4th ed. Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland.
- McCann, D.J., & Adams, W.C. A dimensional paradigm for identifying the size-independent cost of walking. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34: 1009-1017.
- McGibbon, C.A. Toward a better understanding of gait changes with age and disablement: Neuromuscular adaptation. *Exerc Sport Sci Rev*. 2003;31: 102-108.
- McGibbon, C.A., & Krebs, D.E. Compensatory gait mechanics in patients with unilateral knee arthritis. *J Rheumatol*. 2002;29: 2410-2419.
- McGibbon, C.A., Krebs, D.E., & Puniello, M.S. Mechanical energy analysis identifies compensatory strategies in disabled elders' gait. *J Biomech*. 2001;34: 481-490.
- Metter, E.J., Conwit, R., Tobin, J., & Fozard, J.L. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1997;52: B267-276.

- Mian, O.S., Thom, J.M., Ardigo, L.P., Narici, M.V., & Minetti, A.E. Metabolic cost, mechanical work, and efficiency during walking in young and older men. *Acta Physiol (Oxf)*. 2006;186: 127-139.
- Morris, J.N., Fiatarone, M., Kiely, D.K., *et al.* Nursing rehabilitation and exercise strategies in the nursing home. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1999;54: M494-500.
- Morris, J.N., & Hardman, A.E. Walking to health. *Sports Med*. 1997;23: 306-332.
- Murray, M.P., Kory, R.C., & Clarkson, B.H. Walking patterns in healthy old men. *J Gerontol*. 1969;24: 169-178.
- Mutrie, N., & Hannah, M-K. Some work hard while others play hard. The achievement of current recommendations for physical activity levels at work, at home, and in leisure time in the west of Scotland. *Int J Health Promot Educ*. 2004;42: 109-107.
- Nagasaki, H., Itoh, H., Hashizume, K., Furuna, T., Maruyama, H., & Kinugasa, T. Walking patterns and finger rhythm of older adults. *Percept Mot Skills*. 1996;82: 435-447.
- Neumann, D.A. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*. St. Louis, Missouri, Mosby.
- Nigg, B.M., Fisher, V., & Ronskey, J.L. Gait characteristics as a function of age and gender. *Gait Post* 1994;2: 213-220.
- O'Dwyer, N.J., & Neilson, P.D. (2000). Metabolic energy expenditure and accuracy in movement: Relation to levels of muscle and cardiorespiratory activation and the sense of effort. In: *Energetics of human activity. Human Kinetics*. W.A. Sparrow, (Ed.), 1-42, Champaign, IL.
- Oi, N., Iwaya, T., Itoh, M., Yamaguchi, K., Tobimatsu, Y., & Fujimoto, T. FDG-PET imaging of lower extremity muscular activity during level walking. *J Orthop Sci*. 2003;8: 55-61.
- Ostrosky, K.M., VanSwearingen, J.M., Burdett, R.G., & Gee, Z. A comparison of gait characteristics in young and old subjects. *Phys Ther*. 1994;74: 637-644; discussion 644-636.
- Pappas, G.P., Olcott, E.W., & Drace, J.E. Imaging of skeletal muscle function using 18FDG PET: Force production, activation, and metabolism. *J Appl Physiol*. 2001;90: 329-337.
- Phelps, M.E., Huang, S.C., Hoffman, E.J., Selin, C., Sokoloff, L., & Kuhl, D.E. Tomographic measurement of local cerebral glucose metabolic rate in humans with (F-18)2-fluoro-2-deoxy-D-glucose: Validation of method. *Ann Neurol*. 1979;6: 371-388.
- Pipe, J.G., Boes, J.L., & Chenevert, T.L. Method for measuring three-dimensional motion with tagged MR imaging. *Radiology*. 1991;181: 591-595.
- Porter, M.M., Vandervoort, A.A., & Kramer, J.F. Eccentric peak torque of the plantar and dorsiflexors is maintained in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1997;52: B125-131.
- Poulin, M.J., Vandervoort, A.A., Paterson, D.H., Kramer, J.F., & Cunningham, D.A. Eccentric and concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. *Can J Sport Sci*. 1992;17: 3-7.
- Roomi, J., Yohannes, A.M., & Connolly, M.J. The effect of walking aids on exercise capacity and oxygenation in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Age Ageing*. 1998;27: 703-706.
- Sadato, N., Tsuchida, T., Nakaumra, S., *et al.* Non-invasive estimation of the net influx constant using the standardized uptake value for quantification of FDG uptake of tumours. *Eur J Nucl Med*. 1998;25: 559-564.

- Shimada, H., Uchiyama, Y., & Kakurai, S. Specific effects of balance and gait exercises on physical function among the frail elderly. *Clin Rehabil.* 2003;17: 472-479.
- Shimada, H., Kimura, Y., Suzuki, T., *et al.* The use of positron emission tomography and [18F]fluorodeoxyglucose for functional imaging of muscular activity during exercise with a stride assistance system. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2007;15: 442-448.
- Shimada, H., Suzuki, T., Kimura, Y., *et al.* Effects of an automated stride assistance system on walking parameters and muscular glucose metabolism in elderly adults. *Br J Sports Med.* 2008;42: 922-9.
- Shimada, H., Hirata, T., Kimura, Y., *et al.* Effects of a robotic walking exercise on walking performance in community-dwelling elderly adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2009a;9: 372-381.
- Shimada, H., Kimura, Y., Lord, S.R., *et al.* Comparison of regional lower limb glucose metabolism in older adults during walking. *Scand J Med Sci Sports.* 2009b, 19: 389-397.
- Shimada H, Sturnieks D, Endo Y, *et al.* Relationship between whole body oxygen consumption and skeletal muscle glucose metabolism during walking in older adults: FDG PET study. *Aging Clin Exp Res.* 2010.
- Simonsick, E.M., Guralnik, J.M., Volpato, S., Balfour, J., & Fried, L.P. Just get out the door! Importance of walking outside the home for maintaining mobility: findings from the women's health and aging study. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53: 198-203.
- Sokoloff, L., Reivich, M., Kennedy, C., *et al.* The [14C]deoxyglucose method for the measurement of local cerebral glucose utilization: theory, procedure, and normal values in the conscious and anesthetized albino rat. *J Neurochem.* 1977;28: 897-916.
- Stevens, J.E., Stackhouse, S.K., Binder-Macleod, S.A., & Snyder-Mackler, L. Are voluntary muscle activation deficits in older adults meaningful? *Muscle Nerve.* 2003;27: 99-101.
- Tashiro, M., Fujimoto, T., Itoh, M., *et al.* 18F-FDG PET imaging of muscle activity in runners. *J Nucl Med.* 1999;40: 70-76.
- Thelen, D.G., Schultz, A.B., Alexander, N.B., & Ashton-Miller, J.A. Effects of age on rapid ankle torque development. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996;51: M226-232.
- Van Hook, F.W., Demonbreun, D., & Weiss, B.D. Ambulatory devices for chronic gait disorders in the elderly. *Am Fam Physician.* 2003;67: 1717-1724.
- van Uffelen, J.G., Chinapaw, M.J., van Mechelen, W., & Hopman-Rock, M. Walking or vitamin B for cognition in older adults with mild cognitive impairment? A randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2008;42: 344-351.
- Waters, R.L., Lunsford, B.R., Perry, J., & Byrd, R. Energy-speed relationship of walking: Standard tables. *J Orthop Res.* 1988;6: 215-222.
- Winter, D.A. (1991). *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological.* University of Waterloo Press, Waterloo.
- Winter, D.A., Patla, A.E., Frank, J.S., & Walt, S.E. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Phys Ther.* 1990;70: 340-347.
- Young, D.R., Masaki, K.H., & Curb, J.D. Associations of physical activity with performance-based and self-reported physical functioning in older men: The Honolulu Heart Program. *J Am Geriatr Soc.* 1995;43: 845-854.



Positron Emission Tomography - Current Clinical and Research Aspects

Edited by Dr. Chia-Hung Hsieh

ISBN 978-953-307-824-3

Hard cover, 336 pages

Publisher InTech

Published online 08, February, 2012

Published in print edition February, 2012

This book's stated purpose is to provide a discussion of the technical basis and clinical applications of positron emission tomography (PET), as well as their recent progress in nuclear medicine. It also summarizes current literature about research and clinical science in PET. The book is divided into two broad sections: basic science and clinical science. The basic science section examines PET imaging processing, kinetic modeling, free software, and radiopharmaceuticals. The clinical science section demonstrates various clinical applications and diagnoses. The text is intended not only for scientists, but also for all clinicians seeking recent information regarding PET.

How to reference

In order to correctly reference this scholarly work, feel free to copy and paste the following:

Hiroyuki Shimada (2012). Glucose Uptake During Exercise in Skeletal Muscles Evaluated By Positron Emission Tomography, Positron Emission Tomography - Current Clinical and Research Aspects, Dr. Chia-Hung Hsieh (Ed.), ISBN: 978-953-307-824-3, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/positron-emission-tomography-current-clinical-and-research-aspects/glucose-uptake-during-exercise-in-skeletal-muscles-evaluated-by-positron-emission-tomography>

INTECH
open science | open minds

InTech Europe

University Campus STeP Ri
Slavka Krautzeka 83/A
51000 Rijeka, Croatia
Phone: +385 (51) 770 447
Fax: +385 (51) 686 166
www.intechopen.com

InTech China

Unit 405, Office Block, Hotel Equatorial Shanghai
No.65, Yan An Road (West), Shanghai, 200040, China
中国上海市延安西路65号上海国际贵都大饭店办公楼405单元
Phone: +86-21-62489820
Fax: +86-21-62489821

運動

島田裕之 *Shimada, Hiroyuki*

Sサルコペニアにおける運動の必要性

高齢期における虚弱の中核的な症状であるサルコペニアは、加齢とともにその有症率が上昇し、65歳以上の高齢者の約5～25%¹⁻³⁾、80歳以上の高齢者では30～50%以上がサルコペニアを有しているといわれ^{3,4)}、高齢期において誰もが起こしうる症状である。

高齢者は日常生活を送るうえで各種動作を行う場合、課題で必要とされる能力に対する自己の機能的な予備力が低下しているために、サルコペニアによる筋力低下が起こると容易に生活機能障害を引き起こすことになる。たとえば、階段昇降や立ち上がり動作を行うとき、下肢の最大筋力に対して動作に必要とされる筋力の比率は、高齢者は成人の約2倍であり、最大筋力の80%程度の努力が必要であると報告されている⁵⁾。このような状況下において筋量の減少が進めば、生活機能障害を惹起することは容易に想像できる。また、下肢筋力の低下は転倒の重要な危険因子であり、筋力低下が認められる高齢者はそうでない高齢者に比べ、転倒の危険が約5倍あるとされる⁶⁾。

サルコペニアにともなう機能低下や障害を予防、改善するためには、筋力トレーニングがもっとも有効であり^{7,8)}、高齢期においても安全を確保しつつ、効果的なトレーニングを行うことがサルコペニアの予防のために重要であるといえる。

S高齢者における筋力トレーニング

筋肉は不思議な器官で、使うほどに容量が増え、効率よく使用できるようになる。これは年齢に関係なく当てはまるが、高齢期には筋肉を使う人と使わない人の差が、若年層と比較して大きいために筋量や筋力の個人差が大きくなる。生涯で筋力が最高に達するのは20～30歳代であり、その後は徐々に低下し、健康な者であっても高齢期には急激に筋力低下が進行する⁹⁾。そのため高齢者は、より積極的な筋力トレーニングを行う必要があると考えられる。筋力の維持は、最大筋力の20～30%の強度で可能であり、筋によっては平地を歩くだけでも、この程度の活動をする。ただし、筋力を向上させるためには、最大筋力の60～80%程度の負荷をかける必要があり、この程度の筋活動となるとマシンを用いたレジスタンストレーニングや階段をのぼるなどの運動を行う必要がある。ただし、高齢者に高負荷レジスタンストレーニングを適用する場合には、一時的な血圧上昇や軟部組織損傷に対する危険性を考慮したうえで、段階的に運動を進める必要がある。

Sトレーニングと筋力向上

これまでの多くの研究によって、高齢期においても適切なトレーニングによって筋肥大や筋力向上が可能であることが明らかとなり、効果的なトレーニング方法が示されてきた。たとえば、重りや油圧などを利用して行うレジスタンストレーニングは、短期間のうちに高い効果を

得ることが可能であり、自身の体重を利用して行う運動でも、筋力を向上させることが可能である。筋力の向上は、筋肥大によってもたらされる場合と神経系メカニズムによる場合とがあるが、短期間(2カ月程度)における最大筋力の60%程度の中等度の負荷では、筋肥大ではなく主に神経系メカニズムによって筋力が向上するようである¹⁰⁾。ただし重要なのは、筋量の向上そのものではなく、生活するために必要とされる筋力が十分備わっているかという点である。Fiataroneらは、72歳から98歳のナーシングホームに入所する高齢者に対して最大筋力の80%のレジスタンストレーニングを10週間実施した結果、筋肥大は認められなかったが筋力の向上が認められ、歩行速度やバランス機能などの運動機能が向上することを証明した¹¹⁾。

一方、筋肉や筋の機能は、使わないことによって急激に低下することがよく知られており、トレーニングによって向上した筋肥大や筋力は、トレーニングの中断によってトレーニング前の状態へ戻る¹²⁾。また、寝たきり状態のように極端に筋肉を使わない状態では、廃用性筋萎縮が生じる。たとえば、寝たきり状態を1カ月間続けると大腿四頭筋の筋力は20%程度低下するため、短期間の入院により歩行困難となる高齢者の背景には、この廃用性筋萎縮が大きく影響している可能性が高い。

5 高齢者の筋力トレーニング効果に関するエビデンス

高齢者は加齢や疾病により筋萎縮や筋力低下を起こす。加えて、日常の活動状態の低下による筋機能の低下が認められ、とくに抗重力筋である伸筋において著しい低下を認める^{13, 14)}。なかでも下肢や体幹における伸筋の低下は著しく、これによって起居移動動作能力が低下して生活機能障害を惹起する。一方、高齢者の筋力低下は、筋力トレーニングによって向上が可能

であり、生活機能障害を予防するために筋力トレーニングが推奨される。わが国では、介護予防における運動器の機能向上によって、高齢者の生活機能向上を目指した運動プログラムが提供され、その中核的な内容の一つとして、筋力トレーニングが推奨されている。

筋力トレーニングの第一の目的は、筋力の向上であり、その効果を検討した研究は多数存在する。なかでも、2003～2004年に発表されたLathamらによる高齢者に対する筋力トレーニングの効果に関するシステムティックレビューがよくまとめられており、ここではそれらの結果を中心に紹介する^{15, 16)}。

高齢者に対する下肢筋力トレーニングを実施した群と実施しなかった群のランダム化比較試験のメタアナリシスの結果(41研究, 1,955名のまとめ)、下肢筋群の向上に対するstandardised mean difference (SMD)は0.68(95%信頼区間0.52～0.84)となり、筋力トレーニングによって中等度以上の筋力向上が期待できることが明らかとされた。ただし、この結果は検者や割り付けに対するブラインドやintention to treat analysis (ITT)がなされていない研究が含まれている。これらによって効果量は高く推定されるため、全体の効果量が過剰に評価されている可能性がある。

マシンを用いた高負荷レジスタンストレーニングと、エラスティックバンドなどを用いた軽度から中等度負荷のトレーニングを分けて分析すると、高負荷トレーニングの(32研究)SMDは0.81(95%信頼区間0.60～1.01)、低強度から中等度トレーニング(9研究)のSMDは0.34(95%信頼区間0.18～0.51)となり、両トレーニングともに筋力強化に有効であることが示された。ただし高負荷トレーニングは低負荷トレーニングと比較して有意に高い効果を認めている。

また、機能低下の有無により対象者を分類し

て筋力トレーニングの効果を検討すると、両群ともに有意な効果を認めたが、機能低下を有する群での効果は有さない群と比較して低い傾向にあった(機能低下なし:32研究, 1,084名, SMD 0.76, 95%信頼区間 0.59~0.94. 機能低下あり:9研究, 871名, SMD 0.36, 95%信頼区間 0.11~0.60). ただし、機能障害を有する群のトレーニング強度は、ほぼすべてが低強度から中等度負荷であったため、負荷量の違いが効果量に影響している可能性がある。

トレーニング期間に関しては、その期間を12週間で分類して筋力トレーニングの効果を検討すると、両期間ともに筋力の向上効果が認められ、12週を越えて継続した研究でより高い効果が認められた(<12週間:25研究, SMD 0.62, 95%信頼区間 0.42~0.82. >12週間:16研究, SMD 0.77, 95%信頼区間 0.50~1.05).

トレーニング種目による効果の差に関しては、筋力トレーニングの実施者と有酸素運動実施者との効果が比較された。その結果、両群間の筋力向上に有意差は認められなかった(SMD 0.11, 95%信頼区間 -0.08~0.30). 筋力の低下した高齢者にとっての有酸素運動の負荷強度は、成人や健康な高齢者より相対的に高くなり、これらの対象層においては有酸素運動でも筋力向上の効果が認められたのかもしれない。

筋力トレーニングが筋力以外の機能向上に対する効果の検討では、筋力トレーニング実施群と対照群との比較において、歩行速度と椅子からの立ち上がり時間はトレーニング効果が認められたが、有酸素能力、バランス、ADL、QOLについて有意な効果は確認されなかった。また、疼痛軽減に関しては、対象集団に特異的な痛み評価を実施した場合には有意なトレーニング効果が示されている。

以上の結果から、筋力トレーニングは高齢者の筋力増強に効果的であり、その効果は高負荷

レジスタンストレーニングや12週間以上のトレーニングによって得られやすい。ただし、高齢者においては筋力トレーニング以外の運動によっても筋力の向上が認められる点や、筋力以外の運動機能の向上すべてに筋力トレーニングが有効であるわけではない。高齢期における運動処方目的は、生活機能の維持向上であり、筋力の向上はその目的を達成するための一因に過ぎないことを忘れてはならないだろう。

5 歩行機能を保つための筋力トレーニング

歩行機能が低下すると、将来日常生活を自立して行えなくなる危険性が高まることが知られている。たとえば、早く歩ける人(1秒間に2.37m以上)に対して、遅い人(1秒間に1.81m以下)は、その後6年間で日常生活に不自由をきたす危険性が、前期高齢者で5.2倍となり、後期高齢者では3.5倍になると報告されている¹⁷⁾。また、歩行機能低下の結果として転倒が生じ、高齢者では骨折などの重篤な傷害が生じる場合がある。とくに大腿骨頸部骨折は治療に長期間を要し、その間に廃用性筋萎縮が生じて歩行不能となる場合が少なくないが、この大腿骨頸部骨折は、高齢期においては90%以上が転倒により生じる。また、高齢者の不慮の事故による死亡原因をみると、転倒・転落による死亡者数は、交通事故よりも多い。われわれの研究では、6m間を歩行するのに6秒以上かかる高齢者における将来の転倒の危険性は、1.2~2.6倍に高まることが明らかとなっており、高齢期における歩行機能保持の重要性が明らかとなった¹⁸⁾。

歩行中には下肢の多くの筋が動員され、それらが協調して働くことで効率よく歩くことが可能となる。高齢期における歩行機能低下の特徴は、歩幅の減少と歩行速度の低下であるが、この機能低下を起こす主要な原因は下腿三頭筋の

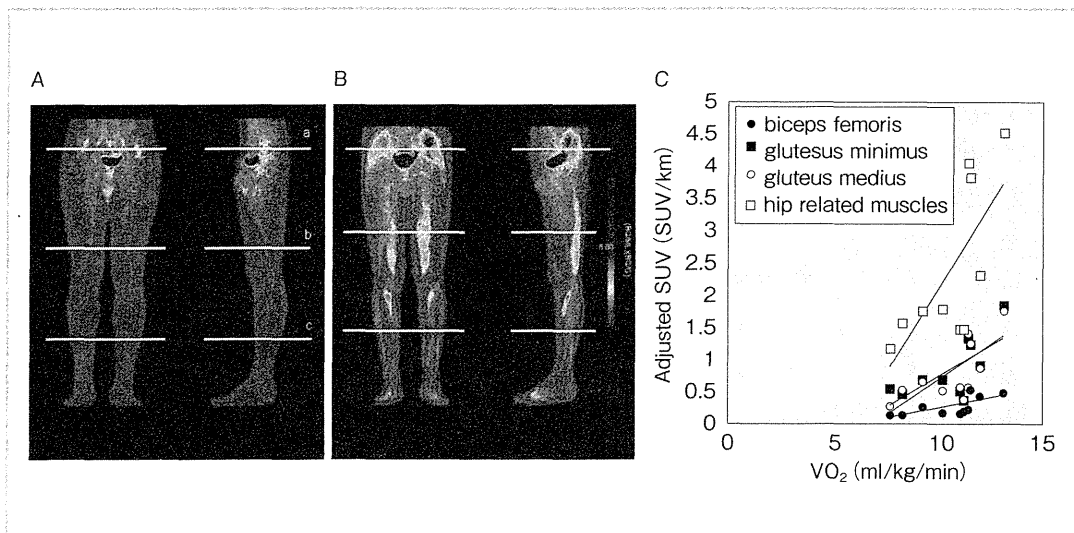


図1 成人と高齢者の歩行時の筋の糖代謝と全身代謝との関係

A: 成人における歩行時の糖代謝, B: 高齢者における歩行時の糖代謝, C: 歩行時の骨格筋糖代謝と全身代謝との関係.

高齢者は成人と比較して股関節周囲やハムストリングスにおいて歩行時の筋活動が高く (A, B), それらの筋活動と全身代謝とは相関関係を示す (C).

機能低下である¹⁹⁾. 高齢者の歩行時の筋活動を観察すると, 股関節周囲や大腿後面の筋活動は若年成人より1.5~3.7倍高いのに対し, ヒラメ筋(下腿三頭筋)では成人の0.5倍しか働いていない(図1A, B)²⁰⁾. このような歩行中の筋活動パターンの変化は, 歩幅や歩行速度の減少を生じさせ, 代償動作として股関節周囲筋における過剰な筋活動を引き起こす(図1B). これらの筋活動は全身の代謝と相関し, エネルギー効率からみると不効率な歩行パターンの原因となる(図1C). 不効率な歩行パターンは, 歩行持久性を低下させ外出行動の制限に影響を及ぼす. 外出は, 日常における身体活動の大部分を占めるため, 外出が制限されると廃用性筋萎縮を起こす可能性が高くなり, ある一定レベル以上に筋力が低下すると歩行障害が生じ, 日常生活機能障害を起こす結果となる(図2).

この負のサイクルを断ち切るために筋力トレーニングは有効と考えられ, 虚弱化が生じ始めた高齢者には下腿三頭筋の筋力強化を行う必要があると考えられる(本来は全身の筋力を鍛

えたほうがよい). 下腿三頭筋の筋力や筋持久力の向上のためには, つま先立ちを繰り返す方法が有効である(図3). この運動中には姿勢に注意し, 胸を張って行くとよい. また, 立位の安定性が悪い場合には安定したものをつかんで行うようにする必要がある. 最初はゆっくりと10回程度から始め, 慣れてきたらできるだけ早く30回連続で行えるようトレーニングする.

高齢期には下腿三頭筋以外の筋肉も萎縮して筋力が低下するが, その程度は上肢より下肢に強く表れ, とくに抗重力筋の筋力低下が顕著となる. 抗重力筋を効果的にトレーニングするためには, 膝を曲げての歩行練習がよい(図4). この練習中は腰をかがめて前傾してしまうと筋に負荷がかかりにくいので, できるだけまっすぐ前を向いて手を上げて行うことが望ましい. 最初は3m程度から始めて, 10m続けて行えるようになることを目指す.

これらの筋力トレーニングは, 短時間であっても継続することが, 結果的には大きな効果を出すことになる. とくに, いままで運動習慣の

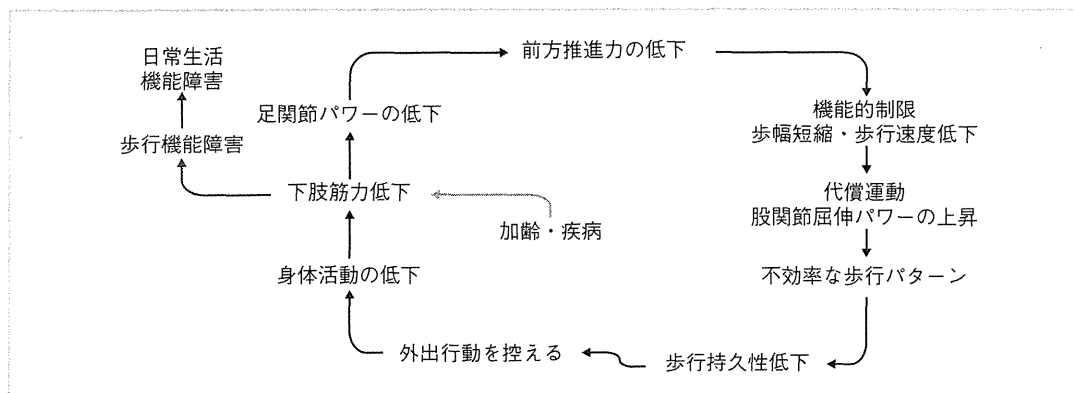


図2 高齢期における生活機能障害発生モデル

加齢や疾病により高齢者は下肢筋力の低下(サルコペニア)をきたし、それが歩行時の足関節パワーを低下させる。足関節パワーの低下は、身体の前方向推進力を著しく低下させるため、歩幅の短縮や歩行速度低下が生じる。高齢者は、その機能的制限を股関節屈伸パワーで代償することで歩行機能を保とうとするが、これは不効率な歩行パターンであり(図1B)、歩行持続性を低下させる要因となる(図1C)。歩行持続性が低下すると次第に外出を控えるようになり、これが身体活動を顕著に低下させる。不活動は廃用性筋萎縮を生じさせ、あるレベルを超えてこの状態が悪化すると歩行機能障害を起こして日常生活に支障をきたすこととなる。



図3 下腿三頭筋トレーニング

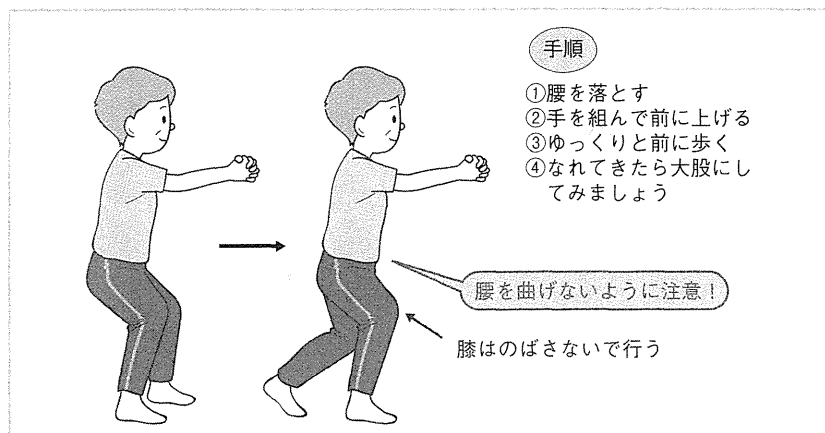


図4 抗重力筋トレーニング

なかった高齢者は、無理のない範囲でトレーニングを始め、継続することに焦点をあてた取り組みが重要であろう。

参考文献

- 1) Melton LJ 3rd, Khosla S, Crowson CS, et al : Epidemiology of sarcopenia. *J Am Geriatr Soc* 48 : 625-630, 2000.
- 2) Tanko LB, Movsesyan L, Mouritzen U, et al : Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. *Metabolism* 51 : 69-74, 2002.
- 3) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al : Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 147 : 755-763, 1998.
- 4) Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM, et al : Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 57 : M772-777, 2002.
- 5) Hortobagyi T, Mizelle C, Beam S, et al : Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 58 : M453-460, 2003.
- 6) Rubenstein L, Josephson K : Interventions to reduce the multifactorial risks for falling. In : Masdeu J, Sudarsky L, Wolfson L, editors. *Gait disorders of aging : falls and therapeutic strategies*. Philadelphia : Lippincot-Raven ; p.309-326, 1997.
- 7) Evans WJ : Exercise strategies should be designed to increase muscle power. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55 : M309-310, 2000.
- 8) Singh MA : Exercise comes of age : rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 57 : M262-282, 2002.
- 9) Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, et al : Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility : an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 95 : 1851-1860, 2003.
- 10) Moritani T, deVries HA : Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J Gerontol* 35 : 672-682, 1980.
- 11) Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al : Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 330 : 1769-1775, 1994.
- 12) Taaffe DR, Marcus R : Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clin Physiol* 17 : 311-324, 1997.
- 13) Bamman MM, Clarke MS, Feeback DL, et al : Impact of resistance exercise during bed rest on skeletal muscle sarcopenia and myosin isoform distribution. *J Appl Physiol* 84 : 157-163, 1998.
- 14) Bemben MG, Massey BH, Bemben DA, et al : Isometric intermittent endurance of four muscle groups in men aged 20-74 yr. *Med Sci Sports Exerc* 28 : 145-154, 1996.
- 15) Latham N, Anderson C, Bennett D, et al : Progressive resistance strength training for physical disability in older people. *Cochrane Database Syst Rev* CD002759, 2003.
- 16) Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, et al : Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 59 : 48-61, 2004.
- 17) 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 Ageing* 29 : 441-446, 2000.
- 18) Shimada H, Suzukawa M, Tiedemann A, et al : Which neuromuscular or cognitive test is the optimal screening tool to predict falls in frail community-dwelling older people ? *Gerontology* 55 : 532-538, 2009.
- 19) McGibbon CA : Toward a better understanding of gait changes with age and disablement : neuromuscular adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* 31 : 102-108, 2003.
- 20) Shimada H, Kimura Y, Lord SR, et al : Comparison of regional lower limb glucose metabolism in older adults during walking. *Scand J Med Sci Sports* 19 : 389-397, 2009.

〈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もち、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⁾、現在飲んでい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3m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

表1 各変数の全例及び転倒恐怖感の有無による比較

変数	全例 (n=119)	転倒恐怖感	
		あり (n=61)	なし (n=58)
年齢 (歳)	75.7±7.2	76.6±6.8	74.8±7.0
性別 (女性, %)	60 (50.4)	40 (65.6)	20 (34.5)*
BMI (kg/m ²)	23.1±3.3	22.9±3.6	23.2±3.0
慢性疾患の既往歴有り (人数, %)	54 (45.4)	31 (50.8)	23 (39.7)*
3種類以上の服用有り (人数, %)	49 (41.2)	29 (47.5)	20 (34.5)
痛み有り (人数, %)	76 (63.9)	46 (75.4)	30 (51.7)*
転倒経験有り (人数, %)	40 (33.6)	29 (47.5)	11 (19.0)*
TUG (秒)	9.1±2.3	9.6±2.4	8.5±2.0*
開眼片足立ち保持時間 (秒)	33.3±23.8	28.8±22.8	40.0±23.5*
GDS (点)	3.6±3.2	4.0±3.4	3.4±2.9
IPAQ 推定カロリー (kcal/日)	411.9±479.4	317.8±357.3	475.9±544.3
LSA (点)	95.5±17.6	88.2±18.6	101.1±15.2*

数値は平均値±標準偏差または人数 (%)

対応のない t 検定及び χ^2 検定 * $p<0.05$

BMI=Body Mass Index

TUG=Timed Up and Go test

GDS=Geriatric Depression Scale

IPAQ=International Physical Activity Questionnaire

LSA=Life-Space Assessment

必要性・介助者の必要性を調査する評価指標である。生活空間は、1) 自宅内、2) 自宅敷地内、3) 自宅近隣、4) 町内 (概ね 16 km 以内)、5) 町外 (概ね 16 km 以上) の 5 段階における移動の有無を聴取した。頻度は、週 1 回未満、週 1~3 回、週 4~6 回、毎日の 4 段階評価を各生活空間で聴取した。各生活空間得点 (1~5 点) に頻度 (毎日: 4 点、4~6 日: 3 点、1~3 日: 2 点、1 日未満: 1 点) と自立度の得点 (自立: 2 点、物的介助あり: 1.5 点、人的介助あり: 1 点) を乗じて各生活空間の得点を算出した後、それら得点の和を算出して LSA 得点とした。得点は 0~120 点となり、得点が高いほどより生活空間が広く自立して活動できていることを意味している。以上の質問紙票はすべて日本語版を用いた。なお、調査項目はすべて事前にトレーニングを受けたスタッフが行った。

統計解析は、転倒恐怖感の有無により分けられた 2 群間の比較を、連続変数に対しては対応のない t 検定、カテゴリー変数には χ^2 検定を用いて検討した。これらの分析で有意な群間差を示した指標と転倒恐怖感の関連性を検討するために、多重ロジスティック回帰分析を行った。目的変数に転倒恐怖感の有無を、説明変数に有意な群間差を認めた項目に共変量として年齢、性別を加え、検討を行った。性別と「はい」と「いいえ」で表す名義尺度には女性と「はい」を 1、男性と「いいえ」を 0 のダミー変数で表した。また、転倒恐怖感の有無での LSA

の下位項目を細かく検討するために、各生活空間レベルへの移動頻度、補助具の有無、介助者の有無と転倒恐怖感の有無に χ^2 検定を行った。統計解析は SPSS for Windows 17.0 を用い、有意水準は 5% とした。

結 果

全対象者の特性及び転倒恐怖感の有無で分けた群ごとの特性を表 1 に示した。対象者のうち 61 名 (51.3%) が転倒恐怖感を有していた。なお、転倒恐怖感を有する対象者は、全員、日常生活に影響はないと回答した。

基本属性では、年齢と BMI は群間において有意な差はなかったが、性別では、なし群 (34.5%) に比べ、あり群 (65.6%) に有意に女性が多かった ($p<0.05$)。健康状態では、「3種類以上の服用あり」では、有意な差はなかったが「過去 1 カ月に痛みあり」と「慢性疾患の既往歴あり」が転倒恐怖感あり群に有意に多く存在した ($p<0.05$)。

TUG では、あり群 (9.6±2.4 秒) の方が、なし群 (8.5±2.0 秒) に比べ有意に遅く ($p<0.05$)、開眼片足立ち保持時間では、あり群 (28.8±22.8 秒) が、なし群 (40.0±23.5 秒) に比べ有意に短かった ($p<0.05$)。LSA では、あり群 (88.2±18.6 点) がなし群 (101.1±15.2 点) に比べ有意に低値を示した ($p<0.05$)。

単変量解析で有意な差を示した性別、「過去 1 年間の転倒経験」、「過去 1 カ月の痛み」、「慢性疾患の既往歴」、

表2 転倒恐怖感を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析

独立変数	オッズ比	オッズ比の95%信頼区間	
		下限	上限
年齢 (歳)	0.99	0.91	1.07
性別 (女/男)	2.01	0.80	5.06
慢性疾患の既往歴 (有/無)	0.69	0.26	1.83
痛み (有/無)	2.58	0.99	6.68
転倒経験 (有/無)	0.60	0.22	1.66
TUG (秒)	1.06	0.79	1.40
開眼片足立ち保持時間 (秒)	0.98	0.96	1.01
LSA (点)	0.96*	0.93	0.99

*p<0.05

TUG = Timed Up and Go test

LSA = Life-Space Assessment

TUG, 開眼片足立ち保持時間, LSA と年齢を独立変数として多重ロジスティック回帰分析の強制投入法を用いた結果を表2に示す。LSA (オッズ比:0.96, 95% 信頼区間:0.93~0.99 p=0.004) が転倒恐怖感の有無と独立して関連性を示し, 他の変数では有意な関連は示されなかった。

表3にLSAの下位項目の分布を転倒恐怖感の有無で, 群ごとに示した。LSAの町内の項目では, 転倒恐怖感あり群で, なし群に比べ, 有意に移動頻度が少なく, 補助具を必要とする者が多かった。町外の項目では, あり群で, なし群に比べ, 有意に補助具, 介助者を必要とする者が多かった。

考 察

本研究では, IADLが自立した65歳以上の地域在住高齢者119名を対象とし転倒恐怖感の存在率及びその関連する要因を検討した。その結果, 転倒恐怖感の対象者の51.3%に存在し, その全員が転倒恐怖感は日常生活に支障はないと回答した。転倒恐怖感の有無による群間比較では性別, 慢性疾患の既往歴の有無, 痛みの有無, 過去1年間の転倒経験の有無, TUG, 開眼片足立ち保持時間, LSAが有意な差および関連を示し, それらと年齢を独立変数とした多重ロジスティック回帰分析では, LSAのみが転倒恐怖感の有無と有意な関連性を示した。

転倒恐怖感に関する先行研究では, 転倒恐怖感の存在率は21%~85%と報告されているが, 存在率が85%を示す研究³⁾では, 対象者の取り込みがプライマリーケアを受診した者であり, 他の報告よりもより虚弱な高齢者が対象となったものと考えられる。その研究を除くと

表3 転倒恐怖感の有無におけるLSAの下位項目の分布

LSA 下位項目		転倒恐怖感		
		あり (n=61)	なし (n=58)	
自宅近隣	頻度			
	毎日	57	58	
	週4~6回	5	0	
	補助具 (あり)	1	0	
	他者の助け (あり)	0	0	
町内	頻度*			
	毎日	29	48	
	週4~6回	12	7	
	週1~3回	17	3	
	週1回未満	3	0	
	補助具 (あり)*	6	0	
	他者の助け (あり)	1	0	
	町外	頻度		
		毎日	8	14
		週4~6回	3	9
週1~3回		25	23	
週1回未満		22	11	
なし		4	1	
補助具 (あり)*		5	0	
介助者 (あり)*	9	2		

数値は人数

すべての対象者が補助具, 介助者を必要とせず「自宅内」「自宅敷地内」に毎日移動しているため2項目を割愛

χ²検定 *p<0.05

21%~60%である。一方, 本研究では, IADLが自立している者に対象を絞ったにもかかわらず51.3%と地域在住高齢者全体を対象としたこれまでの報告と比べても同等の値であった。

これまでの報告では, 日常生活に影響のある転倒恐怖感は, 年齢や性別などの基本属性に加え過去の転倒経験⁴⁾⁵⁾, 健康状態⁶⁾⁷⁾歩行, バランス⁸⁾などの身体機能, さらに抑うつや不安⁹⁾¹⁰⁾などの心理的状態と関連があり, また, 転倒恐怖感を有する高齢者は, 有さない者に比べ, 将来の日常生活活動障害を引き起こしやすい¹¹⁾と報告されている。本研究の結果も過去の研究と一部合致し, さらに生活空間については新たな関連が示された。IADLが自立している高齢者の転倒恐怖感, これまでの報告とは性質が異なるものと考えられる。さらにLSAの下位項目の分布から, 自宅の近所よりも広い範囲, つまり町内や町外に移動する頻度や, その際に補助具, 介助者が必要かどうかと転倒恐怖感が関連するということが示唆される。

生活空間の狭小化は, 高齢者の生理的予備能の低下を

示す事象であり、虚弱発生の独立した予測因子であると報告されてきた²⁰⁾。そのため、健康増進や身心機能、ADL障害予防のために生活空間の拡大が注目されている。地域在住高齢者を対象とした我々のこれまでの報告では、自宅の外に出る頻度が1週間に1回以下である者はADL障害を生じやすく、自宅の近所まで出かける頻度が1週間に1回以下である者はIADL障害を生じやすいことが明らかになった²¹⁾。また、地域在住高齢者の1年後のIADL障害はTUGとLSAの得点の組み合わせで予測できるという結果も示した²²⁾。このように生活空間の範囲は、将来のADL、IADL障害と密接な関係があり、生活空間の維持、拡大を目的とした介入の重要性が挙げられる。

なお、本研究での転倒恐怖感の聴取は、転倒恐怖感の有無を指標としており、過去の報告で指摘があるように²³⁾、転倒恐怖感が発生する機転やどういった場面で転倒恐怖感が生じているかなどの質的な情報は把握していない。今後、IADLが自立している高齢者に転倒恐怖感が生じた機転や普段どういった活動で転倒恐怖感を持つかなどの詳細な情報を聴取し、その構造を明らかにすることで、よりよい介入方法の立案に結びつくと考えられる。また、本研究で扱った指標は、転倒恐怖感に関連する社会的支援の有無や対象者の住宅環境、住宅周囲の状態などの外的要因²⁴⁾²⁵⁾を含んでおらずこれらの指標の影響については考慮できていない。

本研究では、IADLの保たれた高齢者の転倒恐怖感と生活空間の横断的な関係は明らかとなった。今後、縦断的な調査によって、この因果関係や関連の構造を明らかにし、ADL、IADL障害予防のための適切な介入方法の確立が望まれる。

文 献

- Legters K: Fear of falling. *Phys Ther* 2002; 82: 264-272.
- Tinetti ME, Richman D, Powell L: Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol* 1990; 45: 239-243.
- Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N, van der Hooft T, de Rooij SE: Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age Ageing* 2008; 37: 19-24.
- Friedman SM, Munoz B, West SK, Rubin GS, Fried LP: Falls and fear of falling: which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 1329-1335.
- Delbaere K, Crombez G, Vanderstraeten G, Willems T, Cambier D: Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age Ageing* 2004; 33: 368-373.
- Fletcher PC, Hirdes JP: Restriction in activity associated with fear of falling among community-based seniors using home care services. *Age Ageing* 2004; 33: 273-279.
- Zijlstra GA, van Haastregt JC, van Eijk JT, van Rossum E, Stalenhoeft PA, Kempen GI: Prevalence and correlates of fear of falling, and associated avoidance of activity in the general population of community-living older people. *Age and Aging* 2007; 36: 304-309.
- Rochat S, Büla CJ, Martin E, Seematter-Bagnoud L, Karmaniola A, Aminian K: What is the relationship between fear of falling and gait in well-functioning older persons aged 65 to 70 years? *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91: 879-884.
- van Haastregt JC, Zijlstra GA, van Rossum E, van Eijk JT, Kempen GI: Feelings of anxiety and symptoms of depression in community-living older persons who avoid activity for fear of falling. *Am J Geriatr Psychiatry* 2008; 16: 186-193.
- Cumming RG, Salkeld G, Thomas M, Szonyi G: Prospective study of the impact of fear of falling on activities of daily living, SF-36 scores, and nursing home admission. *J Gerontology A Biol Sci Med Sci* 2000; 55: 299-305.
- Deshpande N, Metter EJ, Lauretani F, Bandinelli S, Guralnik J, Ferrucci L: Activity restriction induced by fear of falling and objective and subjective measures of physical function: a prospective cohort study. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56: 615-620.
- Murphy SL, Williams CS, Gill TM: Characteristics associated with fear of falling and activity restriction in community-living older persons. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 516-520.
- Leveille SG, Jones RN, Kiely DK, Hausdorff JM, Shmerling RH, Guralnik JM, et al: Chronic musculoskeletal pain and the occurrence of falls in an older population. *JAMA* 2009; 25: 302 (20): 2214-2221.
- Robbins AS, Rubenstein LZ, Josephson KR, Schulman BL, Osterweil D, Fine G: Predictors of falls among elderly people. Results of two population-based studies. *Arch Intern Med* 1989; 149 (7): 1628-1633.
- Gibson MJ: Falls In later life, In: *Improving the Health of Older People; A world View*, Oxford University Press, New York, 1990, p296-315.
- Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-148.
- Yesavage JA: Geriatric Depression Scale. *Psychopharmacol Bull* 1988; 24: 709-711.
- 村瀬訓生, 勝村俊仁, 上田千穂子, 井上 茂, 下光輝一: 身体活動量の国際標準化—IPAQ日本語版の信頼性, 妥当性の評価—。厚生省の指標 2002; 49 (11): 1-9.
- Baker PS, Bodner EV, Allman RM: Measuring life-space mobility in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 1610-1614.
- 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 鈴木芽久美ほか: 地域在住高齢者の生活空間の拡大に影響を与える要因: 構造方程式モデリングによる検討。理学療法学 2009; 36: 370-376.
- Xue QL, Fried LP, Glass TA, Laffan A, Chaves PH: Life-space constriction, development of frailty, and the competing risk of mortality: the Women's Health And Aging

- Study I. *Am J Epidemiol* 2008; 167 (2): 240-248.
- 22) Shimada H, Ishizaki T, Kato M, Morimoto A, Tamate A, Uchiyama Y: How often and how far do frail elderly people need to go outdoors to maintain functional capacity. *Arch Gerontol Geriatr* 2010; 50: 140-162.
- 23) Shimada H, Sawyer P, Harada K, Kaneya S, Nihei K, Asakawa Y: Predictive validity of the classification schema for functional mobility tests in instrumental activities of daily living decline among older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91: 241-246.
- 24) 前場康介, 竹中晃二: 在宅高齢者における転倒自己効力感に影響を与える因子の検討. *日本老年医学会雑誌* 2010; 47: 323-328.
- 25) 上野めぐみ, 河合祥雄, 三野大來, 鴨下 博: 本邦における在宅高齢者の転倒関連因子についての Systematic Review: メタアナリシス手法を用いて. *老年医学会雑誌* 2006; 43: 92-101.
- 26) 鳥羽研二, 大河内二郎, 高橋 泰, 松林公藏, 西永正典, 山田思鶴ほか: 転倒予測リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証. *老年医学会雑誌* 2005; 42: 346-352.

Factors associated with fear of falling among community-dwelling elderly adults without reduced performance in instrumental activities of daily living

Toshihisa Oya¹⁾, Yasushi Uchiyama¹⁾, Hiroyuki Shimada²⁾, Hyuma Makizako^{2,3)}, Takehiko Doi²⁾, Daisuke Yoshida^{2,4)}, Kazuki Uemura^{1,3)} and Takao Suzuki⁵⁾

Abstract

Aim: The purpose of this study was to examine factors related to fear of falling (FOF) in elderly adults who showed no reduced performance regarding independent instrumental activities of daily living (IADL).

Methods: A total of 119 elderly adults participated in the study (mean age, 75.7 ± 7.2 years, women, n = 60). We investigated the prevalence of FOF, anamnesis, medications, body pain, and history of falls, the Geriatric Depression Scale, International Physical Activity Questionnaire, Life-Space Assessment (LSA). The Timed Up and Go test (TUG) and one-legged standing time were measured to evaluate physical performance. Participants were divided into elderly adults with FOF (FOF group) and those without FOF (non-FOF group). The unpaired t-test or chi-square test was used for group comparisons. Multiple logistic regression analysis was then performed to examine the factors associated with FOF.

Results: The prevalence of FOF was 51.3% overall. The FOF group had a higher prevalence of anamnesis, body pain, and history of falls than the non-FOF group. The FOF group had lower LSA scores, longer durations on the TUG, and shorter durations on the one-legged standing test than the non-FOF group. On multiple logistic regression analysis, LSA (total score, 120 points) was significantly associated with FOF (odds ratio: 0.96, 95% confidence interval = 0.93-0.99).

Conclusion: Fear of falling was significantly associated with life space in community-dwelling elderly adults who showed no reduced performance regarding IADL. In future, it will be necessary to clarify any possible causal relationship by longitudinal investigations.

Key words: Community-dwelling elderly, Fear of falling, Life space
(*Nippon Ronen Igakkai Zasshi* 2012; 49: 457-462)

1) Department of Physical Therapy Program in Physical and Occupational Therapy, Nagoya University Graduate School of Health Science

2) Section for Health Promotion, Department of Health and Medical Care, Center for Development of Advanced Medicine for Dementia, National Center for Geriatrics and Gerontology

3) Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

4) Japan Foundation for Aging and Health

5) National Institute for Longevity Sciences, National Center for Geriatrics and Gerontology

■原 著

ステップエルゴメーターのアイソキネティック運動におけるピークパワーと筋活動特性との関連

—表面筋電図周波数分析による検討—

*The Relationship between Peak Power of Isokinetic Exercise
on a Step Ergometer and Muscle Activity Characteristics
—Surface EMG Frequency Analysis—*

水本 淳¹⁾ 島田 裕之²⁾ 井平 光¹⁾
野村 知広¹⁾ 古名 丈人¹⁾ 鈴木 芽久美³⁾

ATSUSHI MIZUMOTO¹⁾, HIROYUKI SHIMADA²⁾, HIKARU IHIRA¹⁾,
TOMOHIRO NOMURA¹⁾, TAKETO FURUNA¹⁾, MEGUMI SUZUKAWA³⁾

¹⁾ Graduate School of Health Sciences, Sapporo Medical University: -South 1 West 17, Chuoh-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-8556, Japan. TEL+81 11-611-2111 E-mail: a.mizumoto@sapmed.ac.jp

²⁾ Section for Health Promotion, Department of Health and Medical Care, Center for Development of Advanced Medicine for Dementia, National Center for Geriatrics and Gerontology

³⁾ Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, University of Human Arts and Science

Rigakuryoho Kagaku 27(4): 411-415, 2012. Submitted Jan. 31, 2012. Accepted Mar. 2, 2012.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to examine the relationship between peak power of the lower extremities during isokinetic movement on a step ergometer and muscle activity characteristics using EMG frequency analysis of community-dwelling elderly adults. [Methods] Twelve elderly women (mean age 78.3 years) were measured for muscle power on a step ergometer (60 and 90 steps / minute), and surface electromyograms (EMG) of the lower extremities. EMG data was wavelet transformed and MPF (Mean Power Frequency), LF / TP (Low Frequency per Total Power) and HF / TP (High Frequency per Total Power) were calculated. [Results] The muscle power at 60 steps / min showed a significant correlation with the LF / TP of the tibialis anterior. MPF of the vastus medialis and tibialis anterior at 90 steps / min were higher than at 60 steps / min. [Conclusion] We speculate that fast-twitch muscles activity at 90 steps / min increases, therefore we consider that high speed movement is useful for preventing the sarcopenia.

Key words: muscle power, wavelet transform, Biostep

要旨: [目的] Biostep のアイソキネティック運動時の筋パワーと筋活動特性との関連を調べ、速度条件による活動特性の違いを検討した。[対象と方法] 高齢女性 12 名に対し 60 steps / min と 90 steps / min 駆動時の筋パワーと表面筋電図を測定した。筋電図はウェーブレット変換を行った後、MPF、LF/TP、HF/TP を算出した。各変数の相関分析と、条件比較のため wilcoxon 検定を行った。[結果] 60 step の筋パワーと前脛骨筋の LF/TP の間に有意な正の相関を認めた。内側広筋、前脛骨筋の MPF、HF/TP が 90 step で有意に高かった。[結語] 90 step の運動において速筋線維の活動が増加することが推察され、加齢による速筋線維の萎縮に対して高速運動が有効であると考えられた。

キーワード: 筋パワー (筋仕事率)、ウェーブレット変換、Biostep

¹⁾ 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科: 北海道札幌市中央区南 1 条西 17 丁目 (〒060-8556) TEL 011-611-2111

²⁾ 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⁾ 人間総合科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科

I. はじめに

加齢に伴う筋量の減少や筋力の低下はサルコペニアと呼ばれ、サルコペニアの臨床定義や診断基準を提案した European Working Group on Sarcopenia in Older People の報告では、サルコペニアを筋量の低下と筋機能（筋力やパフォーマンス）の低下により定義しており¹、高齢期における筋機能の重要性が改めて注目されている。高齢者において筋力低下は日常生活活動（activity of daily living: ADL）能力の低下を引き起こす要因である。特に下肢の筋力低下は、立ち上がりや歩行、階段昇降など起居、移動を中心としたADL動作制限の原因となる^{2,3}。加齢に伴う筋萎縮は、遅筋線維に比べ速筋線維の萎縮が著しく、特にtype IIa線維が選択的に萎縮することが報告されている^{4,5}。また、加齢によって筋量の減少や筋線維の萎縮のみならず、等尺性運動時の筋力および等速性（アイソキネティック）運動時の筋パワーの低下が生じることが明らかにされている⁶。筋力は力の発揮能力であり、筋パワーは瞬間的に筋力を発揮する能力（力×速さ）と定義されている⁷。加齢により最大筋力だけでなく筋パワーも著明に低下し、とりわけ速筋線維に関連した高速度でのアイソキネティック運動時の筋パワーの低下が著しいといわれている^{8,9}。筋パワーの低下は、筋力と比較してADL動作の遂行に重要であることが指摘されており^{10,11}、加齢によるADL能力低下を予測して予防するためには、等速性運動機器による筋パワーの測定が重要であると考えられる。

以前、我々は地域高齢者の筋パワーを測定する手段として、ステップエルゴメーターを用いたアイソキネティック運動時の筋パワー評価法を提案した¹²。その結果、アイソキネティックモード90 steps/minにおけるピークパワーが、最大努力下でのtimed up and go test (TUG)の時間との間に高い相関を認め、筋パワー評価法としての基準関連妥当性が示された。また、60 steps/minよりも90 steps/minのような高速度の運動の方が、TUGのような運動を速く遂行することが求められる課題に強く関係することが予想された。しかし、ステップエルゴメーター駆動のピークパワーに至る過程における、各筋の活動の違いは明らかではなく、速度の違いによる筋活動の変化についても不明であった。筋活動の評価指標である表面筋電図は、筋積分値の評価により運動単位の動員様式、インパルス発射頻度を反映した総合的な評価が可能であるが、動員された筋線維タイプの種類を推測することは困難である。筋電図周波数解析は、筋の質の評価として用いられており、周波数解析によって得られたパワースペクトルは筋活動に参加している運動単位の数や種類¹³、インパルス発射頻度¹⁴、同期化¹⁵および筋線維伝導速度¹⁶などを反映しているといわれており、定常信号波形の解析には時間領域から周波数領域へと変換す

る手法であるフーリエ変換が用いられている。一方、時間的に周波数が変動する非定常信号波形の解析には、フーリエ変換は用いることができず、アナライジングウェーブレットに対する伸縮・拡張、平行移動の操作の組み合わせにより、周波数と時間を同時に処理できるウェーブレット変換（wavelet transform）を用いることで、動的な収縮における周波数解析を行うことが可能となる^{17,18}。

本研究では、ステップエルゴメーターを用いて高齢者のアイソキネティック運動時の下肢筋電図波形の周波数解析により、下肢筋パワーと各筋の活動特性との関連を明らかにすることを目的とした。また、駆動速度の違いによる筋の活動特性の違いを併せて検討した。速度の違いによる筋の活動特性を示すことで、ステップエルゴメーターを用いた運動処方や、筋パワーの評価を行う上で有益な知見を得ることができると考えられた。

II. 対象と方法

1. 対象

東京都板橋区に在住する下肢疾患の既往のない、歩行および手段的ADLが自立している地域在住高齢者女性12名（平均年齢78.3 ± 2.6歳、平均身長145.6 ± 3.3、平均体重51.3 ± 4.9）を対象とした（表1）。対象者には本研究の主旨と目的、方法を口頭、書面にて十分に説明し、本人の同意を得た。なお本研究は、東京都健康長寿医療センターの倫理審査委員会承認されたものである。

2. 方法

筋パワーの測定はアイソキネティック運動が可能な運動機器であるステップエルゴメーター（BIODEX Biostep、酒井医療株式会社、日本）を用いて実施し、目標ステップ数はアイソキネティックモードの60 steps/min（60 step）、90 steps/min（90 step）と設定した。駆動時間を15秒間に設定し、シート位置はステップエルゴメーター駆動時の最大伸展時での膝関節屈曲角度が20度になるように調節し、上肢はシート横のハンドグリップを把持させた。本研究で施行させた運動はアイソキネティック運動であり、設定したステップ数に達するとパワーに応じた負荷がかかるため、測定前に目標ステップ数に達するように十分な練習を行った。ステップエルゴメーターの駆動開始時には重く感じることもあるが、それに負け

表1 対象者の基本属性

(N = 12)

年齢	(歳)	78.3 ± 2.6
BMI	(kg/m ²)	24.2 ± 2.1
ピークパワー	60 step (W)	327.1 ± 42.8
	90 step (W)	259.6 ± 84.0

※平均 ± 標準偏差