

- Haley, S.M., Jette, A.M., Coster, W.J., Kooyoomjian, J.T., Levenson, S., Heeren, T., Ashba, J., 2002. Late life function and disability instrument. II. Development and evaluation of the function component. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 57, M217–M222.
- Hazuda, H.P., Dhanda, R., Owen, S.V., Lichtenstein, M.J., 2005. Development and validation of a performance-based measure of upper extremity functional limitation. *Aging Clin. Exp. Res.* 17, 394–401.
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S., 2000. *Applied Logistic Regression*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Kim, H.S., Tanaka, K., 1995. The assessment of functional age using "Activities of daily living" performance tests: a study of Korean women. *J. Aging Phys. Act.* 3, 39–53.
- Kim, M.J., Yabushita, N., Kim, M.K., Nemoto, M., Seino, S., Tanaka, K., 2010. Mobility performance tests for discriminating high risk of frailty in community-dwelling older women. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 51, 192–198.
- Lawton, M.P., Brody, E.M., 1969. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 9, 179–186.
- Mahoney, F.I., Barthel, D.W., 1965. Functional evaluation: the Barthel index. *Md. State Med. J.* 14, 61–65.
- Onder, G., Penninx, B.W., Ferrucci, L., Fried, L.P., Guralnik, J.M., Pahor, M., 2005. Measures of physical performance and risk for progressive and catastrophic disability: results from the Women's Health and Aging Study. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 60, 74–79.
- Rantanen, T., Guralnik, J.M., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J.D., White, L., 1999. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *J. Am. Med. Assoc.* 281, 558–560.
- Rantanen, T., Volpato, S., Ferrucci, L., Heikkinen, E., Fried, L.P., Guralnik, J.M., 2003. Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism. *J. Am. Geriatr. Soc.* 51, 636–641.
- Rikli, R.E., Jones, C.J., 1999. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J. Aging Phys. Act.* 2, 206–220.
- Sayer, A.A., Syddall, H.E., Martin, H.J., Dennison, E.M., Roberts, H.C., Cooper, C., 2006. Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire cohort study. *Age Ageing* 35, 409–415.
- Seino, S., Kim, M.J., Yabushita, N., Matsuo, T., Songee, J., Nemoto, M., Osuka, Y., Okubo, Y., Okura, T., Tanaka, K., 2011. Discrimination of mobility limitation by hand-grip strength among community-dwelling older adults. *Jpn. J. Phys. Fit. Sports Med.* 60, 259–268 (in Japanese with an English abstract).
- Shigematsu, R., Tanaka, K., 2000. Age scale for assessing functional fitness in older Japanese ambulatory women. *Aging Clin. Exp. Res.* 12, 256–263.
- Shinkai, S., Watanabe, S., Kumagai, S., Fujiwara, Y., Amano, H., Yoshida, H., Ishizaki, T., Yukawa, H., Suzuki, T., Shibata, H., 2000. Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing* 29, 441–446.
- Simonsick, E.M., Kasper, J.D., Guralnik, J.M., Bandeen-Roche, K., Ferrucci, L., Hirsch, R., Leveille, S., Rantanen, T., Fried, L.P., 2001. Severity of upper and lower extremity functional limitation: scale development and validation with self-report and performance-based measures of physical function. WHAS Research Group. Women's Health and Aging Study. *J. Gerontol. B Psychol. Sci. Soc. Sci.* 56, M644–M649.
- Syddall, H., Cooper, C., Martin, Z.F., Briggs, R., Sayer, A.A., 2003. Is grip strength a useful single marker of frailty? *Age Ageing* 32, 650–656.
- Tanaka, K., Kim, H.S., Yang, J.H., Shimamoto, H., Kokudo, S., Nishijima, T., 1995. Index of assessing functional status in elderly Japanese men. *Appl. Human Sci.* 14, 65–71.
- Viccaro, L.J., Subashan Perera, B.A., Studenski, S.A., 2011. Is timed up and go better than gait speed in predicting health, function, and falls in older adults? *J. Am. Geriatr. Soc.* 59, 887–892.

高齢女性における高次生活機能の階層性と強度別身体活動量との関連
- 地域支援事業参加者を対象とした横断研究 -

大須賀 洋祐¹, 藪下 典子¹, 金 美芝², 清野 諭¹, 鄭 松伊¹,
大久保 善郎¹, 根本 みゆき¹, 松尾 知明¹, 田中 喜代次³

Cross-sectional analysis of hierarchy of higher-level functional capacity
and quantity/intensity of physical activity in older women

Yosuke Osuka¹, Noriko Yabushita¹, Mi-ji Kim², Satoshi Seino¹, Songee Jung¹,
Yoshiro Ohkubo¹, Miyuki Nemoto¹, Tomoaki Matsuo¹ and Kiyoji Tanaka³

¹筑波大学大学院人間総合科学研究科, 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 (*Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan*)

²東京都健康長寿医療センター研究所, 〒173-0015 東京都板橋区栄町35番2号 (*Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital and Institute of Gerontology, 35-2, Sakae-cho, Itabashi-ku, Tokyo 173-0015, Japan*)

³筑波大学体育系, 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 (*Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan*)

Received: December 6, 2011 / Accepted: March 14, 2012

Abstract The purpose of this study was to examine the association between the hierarchy of higher-level functional capacity (instrumental self-competence, intellectual activity, social role) and the quantity of physical activity in older women ($n = 175$, 72.1 ± 5.8 years). Physical activity was estimated with a uniaxial accelerometer that calculated light-intensity physical activity (LPA), and moderate-to vigorous-intensity physical activity (MVPA). Higher-level functional capacity was assessed with the Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology (TMIG) index of competence. According to the three subscales (instrumental self-competence, intellectual activity, and social role) of the TMIG index, participants who reported a score of 1 or more below the respective full marks were categorized as a group with reduced status. Logistic regression analysis was conducted to examine association between the hierarchy of higher-level functional capacity and the quantity of physical activity divided by intensity of activity, adjusted by covariance. Only low MVPA showed a significantly lower odds ratio than high MVPA in reduced status of instrumental self-competence. Since instrumental self-competence was significantly related with only the quantity of MVPA, it may be more important to focus on “quantity” of physical activity to prevent reductions in higher-level functional capacity in advanced stages of declining functional capacity.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 61(3): 327-334 (2012)

Keywords : older women, physical activity assessed by the uniaxial accelerometer, the hierarchy of high-level functional capacity

緒 言

高齢期における健康目標は、単に疾病がないことや余命の延伸にとどまらず、時には疾病を保持しながらも生活機能の自立期間を可能な限り保持することにある¹⁾。ここでいう生活機能とは、基本的日常生活動作能力から社会的役割までの様々な水準の機能を含んでいる。Fujiwara et al.^{2,3)}は、加齢に伴う生活機能の低下を8年間追跡し、一般的な地域在住高齢者では、社会的役割、知的能動性、手段的日常生活動作能力、基本的日常

生活動作能力の順で、高次な機能から低下すると報告している(生活機能低下の階層性)。社会的役割・知的能動性の低下を認めてから基本的日常生活動作能力の低下を認めるには、平均で約10年のタイムラグがあることから、基本的日常生活動作能力の低下は、高次生活機能の低下を抑制することで理論的には抑制可能であると考えられる⁴⁾。

高次生活機能の低下には、人口統計学的要因、身体的要因、心理的要因、ライフスタイル要因が関連している⁵⁻⁷⁾。ライフスタイルは可変的な要因であることから、

運動や栄養に着目した研究や介護予防策が、積極的に展開されてきた⁸⁻¹¹⁾。とりわけ定期的な運動実践が、高齢期の身体機能に及ぼす影響は大きく¹²⁾、有酸素性運動やレジスタンス運動、バランス運動、柔軟性運動の身体機能に及ぼす有効性が明らかにされてきた¹³⁾。また近年、家事や仕事といった生活活動、あるいは3metabolic equivalent (METs)未満の低強度活動でも、高齢期の身体機能に良好な影響を及ぼすことが報告されている¹⁴⁻¹⁵⁾。したがって、運動量だけでなく、生活活動量や低強度活動量の多寡についても、高齢期の高次生活機能に影響を及ぼしている可能性があると考えられる。

高齢期の身体活動量と心身機能の関連性を検討した研究¹⁶⁻²⁰⁾は比較的多い一方で、身体活動量と高次生活機能の関連性を検討した研究は少なく、われわれが知るところ1件のみである。田中ら²¹⁾は、地域に在住する高齢者330人を対象に、質問紙によって評価された身体活動レベル (physical activity level: PAL) と高次生活機能の関連性を検討している。その結果、PALが低値である者は、知的能動性および社会的役割が低下状態にあると報告されている。しかし、1) 身体活動量の評価に質問紙を利用しており、客観的な評価指標である加速度計を用いて検討していないこと、2) 高次生活機能の階層性と強度別身体活動量の関連性を検討していないといった課題を有している。これまで、ボランティア活動など社会的役割を担う活動が高次生活機能を維持するうえで有効であることが報告されており²²⁻²⁶⁾、活動の「質」が着目されてきた。その一方で、日常生活における活動の単純な「量」が高次生活機能に影響するかどうかは明らかではなく、活動量を客観的に評価することが可能な加速度計を用いて関連性を検討することが望ましい。また、我が国の高齢女性の場合、年齢と負の関連がある身体活動量は、中高強度活動量 (moderate-to vigorous-intensity physical activity: MVPA) ではなく低強度活動量 (light-intensity physical activity: LPA) であると報告されている²⁷⁾。さらに、新開ら²⁸⁾は、一日のエネルギー消費量を従属変数、各活動 (睡眠・不活動的余暇・家事・歩行/自転車・活動的余暇・仕事・運動) のエネルギー消費量を目的変数としたステップワイズ法による重回帰分析をおこなったところ、女性では「家事」と「活動的余暇」の二つで一日のエネルギー消費量の全分散の56%が説明されたと報告している。したがって、本邦の高齢女性の場合、家事や余暇活動などの比較的強度が低い活動すなわちLPAの多寡が高次生活機能の低下状態に関連すると考えられる。また、高次生活機能は、加齢に伴い高次な機能 (社会的役割, 知的能動性, 手段的自立) から階層的に低下するが²⁻³⁾、これら3つの階層と強度別身体活動量の多寡との関連性を検討した研究は見当たらない。前述した課題を検討するため、本研究

では一軸加速度計を用いて、高次生活機能の階層性と強度別身体活動量の多寡との関連性を横断的に検討することを目的とした。

介護予防事業の最終目標は、生活機能の低下を可能な限り抑制し、自己実現と生きがいを創出することである¹¹⁾。特に女性は、男性に比べ高次生活機能の低下度が大きく⁶⁾、また様々な機能に障害を抱える期間が長い²⁹⁾。高齢女性における高次生活機能の階層性と強度別身体活動量との関連性が明らかになることで、生活機能の低下度に応じた強度別身体活動の「量」そのものの有効性がさらに明確になると考えられる。

方 法

対象者

対象者は、要支援・要介護の非認定者で、2009~2011年の茨城県八千代町の二次予防事業と茨城県阿見町、千葉県袖ヶ浦市の一次予防事業に参加した60歳以上の高齢女性208名とした。各自治体の広報誌やチラシ、自治体職員による参加推奨などを通して募集し、本人の意思で参加した。対象者のうち、1) 体力測定時に杖や他者の補助を必要とした者 (4名)、2) 質問紙や一軸加速度計のデータに欠損のあった者 (29名) を除外し、最終的に175名 (72.1±5.8歳、二次予防事業参加者51名 (77.3±5.5歳)、一次予防事業参加者124名 (70.0±4.4歳)) を解析対象とした。すべての対象者に、研究の目的や身体活動量・身体機能測定および質問紙調査の内容を十分に説明し、全員から研究協力への同意を得た。また、本研究は、筑波大学大学院人間総合科学研究科に所属する倫理委員会の承認を受けた。

測定項目および測定方法

形態

形態指標として、身長は身長計 (YG-200, ヤガミ社製) を用いて0.1cm単位で、体重は体重計 (Digital Bathroom Scale HD-316, TANITA社製) を用いて0.1kg単位で測定した。Body mass index (BMI) は、体重 (kg) を身長 (m) の2乗で除すことにより算出した。

身体活動量

身体活動量は、一軸加速度計 (Lifecorder, スズケン社製) を用いて評価し、1日あたりの歩数 (step counts: SC) とLPAおよびMVPAの活動時間を算出した。1軸加速度計の妥当性および信頼性については、先行研究により確認されている³⁰⁾。測定期間は、配布日の翌日から7日間とし、入浴および入水時以外の起床から就寝まで装着するよう求めた。装着部位は、身体の前面・腰部とし、ベルトまたはズボンの裾をクリップで挟み装着するよう教示した。解析対象者は、5日/週以上の装着期間かつ8時間/日以上以上の装着時間の条件を満たす者と

した^{31,32)}。また、SC, LPA, MVPAを2分位に群分けし、それぞれ低値群と高値群に設定した。

高次生活機能

高次生活機能は、老研式活動能力指標を用いて評価した³³⁾。「はい(1点)」、「いいえ(0点)」の2件法で回答する13の質問項目から、総得点(13点)と下位尺度得点(手段的自立5点, 知的能動性4点, 社会的役割4点)を算出した。本研究では、総得点および下位尺度得点の未満点者を「生活機能低下状態群」、満点者を「生活機能維持群」と定義した^{2,3,21,34,35)}。

身体機能

身体機能は、4つの測定項目(握力, 5m通常歩行, 開眼片足立ち, 5回いす立ち上がり)により評価した。これらの測定項目は、高い信頼性, 簡便性を有しており、我が国の地域支援事業(運動器の機能向上)におけるスクリーニング評価項目に含まれている¹¹⁾。また、これらの測定値は、骨折や認知機能低下, 循環器疾患発症, 入院, 施設入所, 総死亡などの予測指標となりうる事が報告されている^{36,37)}。したがって、上述した4つの測定項目は、高齢期における高次生活機能の低下や身体活動量の減少を如実に反映する有用な指標であると考えられるため、それら4つの測定項目から身体機能の評価することとした。各項目の測定方法は、下記の通りである。

握力

スメドレー式握力計(GRIP-D, T.K.K5401, 竹井機器工業社製)を手に持ち、両腕を体側で自然に下げ、リラックスした姿勢をとるよう求めた。握り幅は、対象者が握りやすいよう調整し、持ち手は身体に触れないように、かつ大きく動かさないように教示した。次に、呼息しながら握力計を可能な限り強く握るよう教示した。0.1kg単位で左右交互に2回ずつ計測し、平均値を記録とした。

5m通常歩行

5mの歩行路を通常の歩く速さで歩いた時間を0.01秒単位で2回測定し、平均値を記録した。歩行路の両端には1mの予備路を設けた。

開眼片足立ち

両手を腰に当て、両足を揃えて床の上に立った状態から片方の足を床から離し、可能な限り長く立ち続けるよう求めた。接地している支持足の裏が動いたり、腰に当たった手が離れたり、支持足以外の身体部分が着地した時点でバランスが崩れたものとみなした。計測は、足を上げた時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は60秒とした。左右を問わず0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。

5回いす立ち上がり

両腕を胸の前で交差し、背中を伸ばした状態で背もたれのついたいすに浅く腰かけるよう求めた。合図とともに、いすから立ち上がり直立姿勢をとり、再びいすに腰

掛ける動作を可能な限り速く5回繰り返すよう教示した。合図してから5回目の直立姿勢をとるまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。

測定の際は、問診によって当日の体調を確認するとともに、体力測定に精通したスタッフが安全性に十分に留意した。また、測定で補助や支えを必要とした場合はその旨を記録した。

質問紙調査

交絡要因として報告されている喫煙, 飲酒, 独居, 慢性疾患(脳血管疾患, 高血圧, 糖尿病, 心疾患, 骨粗鬆症, 呼吸器疾患), 関節痛(膝痛, 腰痛)の有無, 服薬状況などの健康関連情報をインタビュー形式で聴取した³⁸⁾。なお、服薬状況は、現在服用している薬の数を聴取した。薬は、医師から処方された医療用医薬品とし、薬局等で購入した一般用医薬品や医薬部外品, サプリメントは除外するものとした。

統計解析

各項目の測定結果は、平均値±標準偏差で示した。生活機能低下状態群と生活機能維持群の健康関連情報, 形態指標の比較には、対応のないt検定またはMann-WhitneyのU検定を適用した。疾患や関節痛を有する者の割合は、 χ^2 検定によって比較した。身体活動量(SC, LPA, MVPA)の比較は、年齢と骨粗鬆症・腰痛・膝痛の有無を共変量にした共分散分析を適用し、有意差が認められた場合、post hoc testとしてBonferroni法による多重比較検定をおこなった。高次生活機能の階層性と強度別身体活動量との関連性を検討するために、ロジスティック回帰分析を適用し、高次生活機能および各下位尺度機能低下状態(手段的自立低下, 知的能動性低下, 社会的役割低下)に対するSC・LPA・MVPA高値群を基準としたSC・LPA・MVPA低値群のオッズ比を、年齢, 骨粗鬆症・腰痛・膝痛の有無で調整して求めた。また、身体機能4項目をLPAおよびMVPAの低値群と高値群で比較するために、年齢, 骨粗鬆症・腰痛・膝痛の有無を共変量にした共分散分析を適用し、有意差が認められた場合、post hoc testとしてBonferroni法による多重比較検定をおこなった。すべての統計処理にはSPSS17.0J for Windowsを用い、統計的有意水準は5%とした。

結 果

Table 1に、生活機能低下状態群と生活機能維持群で比較した対象者の基本的特徴を統計値で示した。年齢, 身長, 骨粗鬆症, 腰痛・膝痛の有無の項目で有意な群間差がみられた。

Table 2に、各機能低下状態に対するSC・LPA・

Table 1. Characteristics of the study participants, prevalence (%) or mean \pm SD

Characteristics	All participants n = 175	Group reduction n = 81	Group maintain n = 94
Age, yr	73.2 \pm 5.8	74.4 \pm 5.7	71.1 \pm 5.0*
Height, cm	147.9 \pm 5.5	146.5 \pm 5.4	149.0 \pm 5.7*
Weight, kg	52.3 \pm 8.1	51.5 \pm 7.6	52.6 \pm 8.6
Body mass index, kg/m ²	23.9 \pm 3.5	24.0 \pm 3.4	23.7 \pm 3.6
Number of medications	2.0 \pm 2.2	2.3 \pm 2.0	1.4 \pm 2.0
Medical history in 1 year			
Stroke, yes	1.7	2.5	1.1
Hypertension, yes	40.6	39.5	41.5
Diabetes, yes	6.9	4.9	8.5
Heart disease, yes	5.7	7.4	4.3
Osteoporosis, yes	8.0	14.8	2.1*
Respiratory disease, yes	3.0	4.1	2.0
Joint pain			
Low back pain, yes	29.7	42.0	19.1*
Knee pain, yes	26.9	37.0	18.1*
Living alone, yes	16.0	17.3	14.9
Smoking, yes	5.1	6.2	4.3
Drinking, yes	18.3	18.5	18.1
Physical activity, mean \pm SE			
Step count, steps/day	7187 \pm 3019	7017 \pm 309	7333 \pm 285
LPA, min/day	58.3 \pm 22.9	57.4 \pm 2.5	59.1 \pm 2.3
MVPA, min/day	17.9 \pm 14.5	17.7 \pm 1.5	18.2 \pm 1.4

SD = standard deviation; SE = standard error; LPA = light intensity physical activity

MVPA = moderate-to vigorous-intensity physical activity

* $P < 0.05$ vs Group reduction

Table 2. Odds ratio and 95% CI for reduction in higher-level functional capacity according to the quantity of physical activity.

Physical activity	Adjusted [†] odds ratio (95% CI) and P value								
	Reduce in instrumental self-maintenance		Reduce in intellectual activity			Reduce in social role		Reduce in total score	
	Odds ratio (95% CI)	P	Odds ratio (95% CI)	P	Odds ratio (95% CI)	P	Odds ratio (95% CI)	P	
Step count									
High-SC (> 7133 count/day)	1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)		
Low-SC (\leq 7133 count/day)	1.99 (0.53-7.54)	0.31	0.96 (0.43-2.15)	0.93	1.54 (0.77-3.07)	0.22	1.32 (0.65-2.66)	0.44	
Light intensity physical activity									
High-LPA (> 55.4 min/day)	1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)		
Low-LPA (\leq 55.4 min/day)	1.77 (0.56-5.65)	0.33	1.31(0.61-2.81)	0.50	1.07 (0.55-2.07)	0.85	1.10(0.55-2.18)	0.79	
Moderate-to vigorous-intensity physical activity									
High-MVPA (> 15.4 min/day)	1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)		
Low-MVPA (\leq 15.4 min/day)	5.03 (1.01-24.99)	$P < 0.05$	0.62 (0.27-1.42)	0.26	1.10 (0.55-2.21)	0.78	0.92 (0.45-1.88)	0.81	

CI: confidence interval; LPA = light intensity physical activity; MVPA = moderate-to vigorous-intensity physical activity

†: Adjusted for age, osteoporosis, lowback pain, knee pain.

Table 3. Comparision of physical function according to the level of LPA and MVPA, mean \pm SE

Physical function	Low LPA	High LPA	Low MVPA	High MVPA
	\leq 55.4 min/day n = 87	> 55.4 min/day n = 88	\leq 15.4 min/day n = 87	> 15.4 min/day n = 88
Hand grip strength, kg	20.8 \pm 0.4	21.4 \pm 0.4	21.1 \pm 0.4	21.1 \pm 0.4
5-m habitual walk, s	4.2 \pm 0.1	4.1 \pm 0.1	4.4 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1*
5-chair sit-to-stand, s	7.5 \pm 0.3	7.7 \pm 0.3	8.1 \pm 0.3	7.1 \pm 0.3*
One leg balance, s	35.6 \pm 2.1	35.6 \pm 2.1	32.7 \pm 2.2	38.5 \pm 2.1

SE = standard error; LPA = light intensity physical activity; MVPA = moderate-to vigorous-intensity physical activity

*: $P < 0.05$ vs group low

MVPA高値群を基準としたSC・LPA・MVPA低値群の調整済みオッズ比 (95% CI) を示した。手段的自立低下状態に対するSC・LPA・MVPA高値群を基準としたSC・LPA・MVPA低値群のオッズ比は、それぞれ1.99 (0.53-7.54), 1.77 (0.56-5.65), 5.03 (1.01-24.99), 知的

能動性低下状態は0.96 (0.43-2.15), 1.31 (0.61-2.81), 0.62 (0.27-1.42), 社会的役割低下状態は1.54 (0.77-3.07), 1.07 (0.55-2.07), 1.10 (0.55-2.21), 高次生活機能 (総合得点) 低下状態は1.32 (0.65-2.66), 1.10 (0.55-2.18), 0.92 (0.45-1.88) であった。

Table 3に、各身体機能測定値をLPAおよびMVPAの低値群と高値群で比較した結果を示した。各身体機能測定値をLPA低値群と高値群で比較した結果、すべての群間に有意な差はみられなかった。各身体機能測定値をMVPA低値群と高値群で比較した結果、5m通常歩行と5回いす立ち上がりに、有意な群間差がみられた。

考 察

本研究では、一軸加速度計により評価された強度別身体活動量（SC, LPA, MVPA）の多寡と高次生活機能の階層性との関連性を検討した。その結果、強度別身体活動量の多寡と全体的な高次生活機能低下状態に有意な関連性はみられなかったが、高次生活機能のなかで最も低次な機能である手段的自立は、MVPAの多寡と有意な関連性がみられた。

客観的に評価された身体活動量と高次生活機能の関連性

SC, LPA, MVPAが低値であっても、高次生活機能低下（総合得点未満点者）に対するオッズ比は有意に高値ではなかったことから、客観的に評価された身体活動量と高次生活機能は関連しないと考えられる。

田中ら²¹⁾は、330名の地域在住高齢者を対象に、質問紙によって評価されたPALと高次生活機能の関連性を検討している。独立変数を高次生活機能3群（13点・12点・11点以下）、従属変数をPALとし、年齢・性を共変量とした共分散分析をおこなった結果、知的能動性得点、社会的役割得点、総合得点において有意な群間差が得られたと報告している。本研究でも先行研究と同様の群分け・分析方法で検討を試みたが、すべての高次生活機能項目において、身体活動量に有意な群間差はみられなかった。地域で自立した生活を営む高齢者においては、客観的に評価された身体活動量と老研式活動能力指標によって評価された高次生活機能は必ずしも関連するとはいえない可能性が示唆された。

その要因としては、以下の2点があげられる。第1に、高次生活機能には、身体（歩行）活動の「量」だけでなく、「活動範囲」が関連していると考えられる。新開ら³⁹⁾やFujita et al.⁴⁰⁾は、移動能力が保たれている高齢者であっても、行動範囲が「閉じこもり」と定義されるほど極めて狭ければ、年齢の影響を調整しても基本的日常生活動作能力や手段的日常生活能力の障害発生に影響を及ぼすと報告している。移動能力や活動量が保持されていても、その活動範囲が狭ければ、高次生活機能に良好な影響を及ぼさない可能性がある。第2に、高次生活機能の低下には、身体活動の「量」そのものよりも、身体活動の「内容」が関連していると考えられる。先行研究によると、高齢者に絵本の読み聞かせ役や介護予防推進ボランティア活動などの社会参加の機会を提供したところ、高次生活機

能の低下抑制が認められたと報告されている²²⁻²⁶⁾。活動量が多くても、その活動内容に社会的・知的活動が含まれていなければ、高次生活機能に良好な影響を及ぼさない可能性がある。本研究では、一軸加速度計を用いて身体活動量を評価したため、身体活動の「量」を評価するという点では、質問紙に比べ妥当性や信頼性が高いと考えられるが、「活動範囲」や「活動内容」など、活動の「質」そのものを評価するには限界を有する。一方で田中ら²¹⁾は、質問紙を用いて身体活動量を評価しており、単純な活動量だけではなく、高次生活機能と関連がある家事・仕事など活動の内容をよく反映していると考えられる。客観的に評価された身体活動量と高次生活機能の関連性がみられなかった本研究結果は、身体活動量の評価方法の差異という観点から鑑みると、妥当な結果であると考えられる。高次生活機能の低下抑制には、活動量のみに着目するのではなく、活動範囲を可能な限り幅広く設け、知的・社会的刺激が伴う活動量を確保していくことも重要である可能性が示唆された。

高次生活機能の階層性と強度別身体活動量との関連性

本研究は、LPAの多寡が高次生活機能と関連するという仮説を設定した。ロジスティック回帰分析を用いて仮説の検証をおこなったところ、各機能低下状態に対するLPA低値群のオッズ比は、LPA高値群に比べ有意に高値でなかったことから、本研究の仮説は棄却される結果となった。一方で、各機能低下に対するMVPA高値群を基準としたMVPA低値群のオッズ比は、手段的自立低下状態のみ、MVPA高値群に比べて約5倍高値であった。これらの結果から、身体活動の「量」そのものは、高次な機能（社会的役割・知的能動性）とは関連しないが、機能が低次に移行する（手段的自立）ことで関連する可能性が示唆された。また、高次な機能である社会的役割・知的能動性は身体活動量の強度に影響されないが、低次な機能である手段的自立は身体活動の強度に影響される可能性が示唆された。

LPA低値群と高値群で各身体機能測定値を比較した結果、すべての項目において有意差はみられなかった。一方で、MVPA低値群と高値群で各身体機能測定値を比較した結果、5m通常歩行および5回いす立ち上がりに有意差がみられたことから、LPAの多寡は、高齢女性の身体機能と関連しないが、MVPAの多寡は高齢女性の歩行能力・下肢筋力に影響を及ぼす可能性が示唆された。歩行能力や下肢筋力は、高齢者の移動能力を構成する主要な身体機能の一つである⁴¹⁾ため、MVPAを多く確保している者は、移動能力を高く保持することで、手段的自立の低下を結果的に抑制している可能性がある。言い換えれば、MVPAを可能な限り多く確保することで、歩行能力や下肢の筋力など移動能力に関連する

身体機能が良好に維持され、バスなどの交通機関の利用、買い物、銀行預金の出し入れなど、高齢者にとって比較的難易度の高い活動が保持できると考えられる。手段的自立低下の抑制には、LPAよりもMVPAを確保することが重要なかもしれない。一方で、社会的役割・知的能動性は身体活動の「量」と関連しなかったことから、高次生活機能の低下をより早期に抑制するには、身体活動の「量」ではなく、社会的・知的活動といった活動の「質」を重視した予防策を講じる必要があると考えられる。

研究の限界および今後の課題

本研究はいくつかの限界を有する。第1に、対象者は3つの自治体で開催された地域支援事業に参加した住民であり、二次予防事業参加者は51名(29.1%)含まれていた。本邦における二次予防事業候補者は65歳以上の高齢者の約7.1%程度であることが報告されているため⁴²⁾、本研究標本は、高次生活機能の低下した参加者が比較的多いと考えられる。また、握力値も全国の同年代の平均値(65-69歳: 24.6±3.9 kg, 70-74歳: 23.4±4.1 kg, 75-79歳: 21.9±4.2 kg)⁴³⁾と比較して、本研究対象者で低値(65-69歳: 22.1±3.9 kg, 70-74歳: 21.6±3.0 kg, 75-79歳: 19.9±4.0 kg)であったことから、本研究で得られた結果が、必ずしも幅広い地域やライフスタイルの異なる集団にも適用されるとは限らない。第2に、本研究で用いた一軸加速度計は、三軸加速度計と比較して、高齢者に多いLPAを過小評価すると報告されているため⁴⁴⁾、今後は三軸加速度計を用いてLPAを推量し、高次生活機能との関連性を検討する必要がある。また、加速度計は身体活動量の客観的な評価指標としては有用な測定器であるが、水中での身体活動や自転車による身体活動量が評価されていないことに加え、測定期間内における天候や季節の影響、傾斜地での歩行活動が考慮されていないため、必ずしも、1日あたりの活動量を精確に網羅しているとは限らない。第3に、本研究は横断研究であるため、過去の縦断研究より因果関係を推論することは可能であるが、証明するにはいたらない。したがって、今後は無作為抽出によって大規模に対象者を選定し、身体活動量の減少と生活機能の低下との関連性を縦断的な観点から検討する必要がある。また、三軸加速度計で補うことができない活動量(自転車運動や水中運動)や天候などの影響を質問紙調査によって把握していく必要がある。

結 語

LPAおよびMVPAが少なくても、高次生活機能低下状態に対するオッズ比は有意に高値でないことから、地域で自立した生活を営む高齢女性においては、客観的に評価された強度別身体活動量と高次生活機能は関連しない可能性が示唆された。一方で、機能低下の進行過

程に着目すると、最も低次な機能(手段的自立)のみMVPAの多寡が有意に関連したことから、機能低下が進んでいない段階では身体活動の「量」そのもの以外に注視した予防策が必要であるが、機能低下が進んだ状態では「量」そのもの、特にMVPAに注視した予防策を講じることの重要性が示唆された。

文 献

- 柴田博. サクセスフルエイジング, 老化を理解するために. 第2章求められている高齢者像. 東京: ワールドプランニング, 42-52, 1998.
- Fujiwara Y, Shinkai S, Kumagai S, Amano H, Yoshida Y, Yoshida H, Kim H, Suzuki T, Ishizaki T, Haga H, Watanabe S, Shibata H. Longitudinal changes in higher-level functional capacity of an older population living in a Japanese urban community. *Arch Gerontol Geriatr*, 36: 141-153, 2003.
- Fujiwara Y, Shinkai S, Kumagai S, Amano H, Yoshida Y, Yoshida H, Kim H, Suzuki T, Ishizaki T, Watanabe S, Haga H, Shibata H. Changes in TMIG-index of competence by subscale in Japanese urban and rural community older populations: six years prospective study. *Geriatrics & Gerontology International*, 3: 63-68, 2003.
- 新開省二. 運動・身体活動と公衆衛生(18) 高齢者にとっての身体活動および運動の意義, 老年学の立場から. 日本公衆衛生雑誌, 56: 682-687, 2009.
- Ishizaki T, Watanabe S, Suzuki T, Shibata H, Haga H. Predictors for functional decline among nondisabled older Japanese living in a community during a 3-year follow-up. *J Am Geriatr Soc*, 48: 1424-1429, 2000.
- 神宮純江, 江上裕子, 絹川直子, 佐野忍, 武井寛子. 在宅高齢者における生活機能に関連する要因. 日本公衆衛生雑誌, 50: 92-105, 2003.
- Fujiwara Y, Yoshida H, Amano H, Fukaya T, Liang J, Uchida H, Shinkai S. Predictors of improvement or decline in instrumental activities of daily living among community-dwelling older Japanese. *Gerontology*, 54: 373-380, 2008.
- 熊谷修, 渡辺修一郎, 柴田博, 天野秀紀, 藤原佳典, 新開省二, 吉田英世, 鈴木隆雄, 湯川晴美, 安村誠司, 芳賀博. 地域在住高齢者における食品摂取の多様性と高次生活機能の関連. 日本公衆衛生雑誌, 50: 1117-1124, 2003.
- 衣笠隆, 芳賀脩光, 江崎和希, 古名丈人, 杉浦美穂, 勝村俊仁, 大野秀樹. 低体力高齢者の体力, 生活機能, 健康度に及ぼす運動介入の影響(無作為化比較試験による場合). 日本運動生理学雑誌, 12: 63-67, 2005.
- 清野諭, 藪下典子, 金美芝, 深作貴子, 大藏倫博, 奥野純子, 田中喜代次. ハイリスク高齢者における「運動器の機能向上」を目的とした介護予防教室の有効性. 厚生労働省の指標, 55, 12-20, 2008.
- 「介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル」分担研究班(主任研究者 鈴木隆雄), 介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル(改訂版), 2009. http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1c_0001.pdf
- Daniels R, van Rossum E, de Witte L, Kempen GI, van

- den Heuvel W. Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review. *BMC Health Serv Res*, 8: 278, 2008.
- 13) Liu CJ and Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*, CD002759, 2009.
- 14) Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Fleischman DA, Leurgans S, Bennett DA. Association between late-life social activity and motor decline in older adults. *Arch Intern Med*, 169: 1139-1146, 2009.
- 15) 角田憲治, 辻大士, 尹智暎, 村木敏明, 大藏倫博, 地域在住高齢者の余暇活動量, 家庭内活動量, 仕事関連活動量と身体機能との関連性. *日本老年医学会雑誌*, 47: 592-600, 2010.
- 16) Brach JS, Simonsick EM, Kritchevsky S, Yaffe K, Newman AB. The association between physical function and lifestyle activity and exercise in the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc*, 52: 502-509, 2004.
- 17) Pahor M, Blair SN, Espeland M, Fielding R, Gill TM, Guralnik JM, Hadley EC, King AC, Kritchevsky SB, Maraldi C, Miller ME, Newman AB, Rejeski WJ, Romashkan S, Studenski S. Effects of a physical activity intervention on measures of physical performance: Results of the lifestyle interventions and independence for Elders Pilot (LIFE-P) study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61: 1157-1165, 2006.
- 18) Yasunaga A, Togo F, Watanabe E, Park H, Shephard RJ, Aoyagi Y. Yearlong physical activity and health-related quality of life in older Japanese adults: the Nakanojo Study. *J Aging Phys Act*, 14: 288-301, 2006.
- 19) Aoyagi Y, Park H, Watanabe E, Park S, Shephard RJ. Habitual physical activity and physical fitness in older Japanese adults: the Nakanojo Study. *Gerontology*, 55: 523-531, 2009.
- 20) Chale Rush A, Guralnik JM, Walkup MP, Miller ME, Rejeski WJ, Katula JA, King AC, Glynn NW, Manini TM, Blair SN, Fielding RA. Relationship Between Physical Functioning and Physical Activity in the Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot. *J Am Geriatr Soc*, 58: 1918-1924, 2010.
- 21) 田中千晶, 吉田裕人, 天野秀紀, 熊谷修, 藤原佳典, 土屋由美子, 新開省二. 地域高齢者における身体活動量と身体, 心理, 社会的要因との関連. *日本公衆衛生雑誌*, 53: 671-680, 2006.
- 22) Fried LP, Carlson MC, Freedman M, Frick KD, Glass TA, Hill J, McGill S, Rebok GW, Seeman T, Tielsch J, Wasik BA, Zeger S. A social model for health promotion for an aging population: initial evidence on the Experience Corps model. *J Urban Health*, 81: 64-78, 2004.
- 23) Tan EJ, Xue QL, Li T, Carlson MC, Fried LP. Volunteering: a physical activity intervention for older adults--The Experience Corps program in Baltimore. *J Urban Health*, 83: 954-969, 2006.
- 24) Tan EJ, Rebok GW, Yu Q, Frangakis CE, Carlson MC, Wang T, Ricks M, Tanner EK, McGill S, Fried LP. The long-term relationship between high-intensity volunteering and physical activity in older African American women. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 64: 304-311, 2009.
- 25) 藤原佳典, 西真理子, 渡辺直紀, 李相侖, 井上かず子, 吉田裕人, 佐久間尚子, 呉田陽一, 石井賢二, 内田勇人, 角野文彦, 新開省二. 都市部高齢者による世代間交流型ヘルスプロモーションプログラム“REPRINTS”の1年間の歩みと短期的効果. *日本公衆衛生雑誌*, 53(9): 702-714, 2005.
- 26) 島貫秀樹, 本田春彦, 伊藤常久, 河西敏幸, 高戸仁郎, 坂本譲, 犬塚剛, 伊藤弓月, 荒山直子, 植木章三, 芳賀博. 地域在住高齢者の介護予防推進ボランティア活動と社会・身体的健康およびQOLとの関係. *日本公衆衛生雑誌*, 54: 749-759, 2006.
- 27) Yasunaga A, Togo F, Watanabe E, Park H, Park S, Shephard RJ, Aoyagi Y. Sex, age, season, and habitual physical activity of older Japanese: the Nakanojo study. *J Aging Phys Act*, 16: 3-13, 2008.
- 28) 新開省二. 健康長寿と運動 Advanced in Aging and Health Research 2005. 愛知: 長寿科学振興財団, 21-30, 2006.
- 29) Puts MT, Lips P, Deeg DJ. Sex differences in the risk of frailty for mortality independent of disability and chronic diseases. *J Am Geriatr Soc*, 53: 40-47, 2005.
- 30) Kumahara H, Schutz Y, Ayabe M, Yoshioka M, Yoshitake Y, Shindo M, Ishii K, Tanaka H. The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr*, 91: 235-243, 2004.
- 31) Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc*, 37: S531-543, 2005.
- 32) 岸本裕代, 大島秀武, 野藤悠, 上園慶子, 佐々木悠, 清原裕, 熊谷秋三. 日本人地域一般住民における身体活動量の実態: 久山町研究. *健康科学*, 32: 97-102, 2010.
- 33) 古谷野亘, 柴田博, 中里克治, 芳賀博, 須山靖男. 地域老人における活動能力の測定 - 老研式活動能力指標の開発 -. *日本公衆衛生雑誌*, 34: 109-114, 1987.
- 34) Katsumata Y, Arai A, Tomimori M, Ishida K, Lee RB, Tamashiro H. Fear of falling and falls self-efficacy and their relationship to higher-level competence among community-dwelling senior men and women in Japan. *Geriatr Gerontol Int*, 11: 282-289, 2011.
- 35) Shinkai S, Watanabe S, Kumagai S, Fujiwara Y, Amano H, Yoshida H, Ishizaki T, Yukawa H, Suzuki T, Shibata H. Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing*, 29: 441-446, 2000.
- 36) Cooper R, Kuh D, Hardy R. Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 341: c4467, 2010.
- 37) Cooper R, Kuh D, Cooper C, Gale CR, Lawlor DA, Matthews F, Hardy R. Objective measures of physical capability and subsequent health: a systematic review. *Age Ageing*, 40: 14-23, 2011.

- 38) Morie M, Reid KF, Miciak R, Lajevardi N, Choong K, Krasnoff JB, Storer TW, Fielding RA, Bhasin S, Lebrasseur NK. Habitual physical activity levels are associated with performance in measures of physical function and mobility in older men. *J Am Geriatr Soc*, 58: 1727-1733, 2010.
- 39) 新開省二, 藤田幸司, 藤原佳典, 熊谷修, 天野秀紀, 吉田裕人, 寶貴旺. 地域高齢者におけるタイプ別閉じこもりの予後: 2年間の追跡研究. *日本公衆衛生雑誌*, 52(7): 627-638, 2005.
- 40) Fujita K, Fujiwara Y, Chaves PH, Motohashi Y, Shinkai S. Frequency of going outdoors as a good predictors for incident disability of physical function as well as disability recovery in community-dwelling older adults in rural Japan. *J Epidemiol*, 16: 261-270, 2006.
- 41) Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*, 49: M85-94, 1994.
- 42) 厚生労働省老健局老人保健課. 平成21年度介護予防事業(地域支援事業)の実施状況に関する調査結果. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2010/10/dl/tp1029-1a.pdf>
- 43) 文部科学省. 平成22年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001072699>
- 44) Yamada Y, Yokoyama K, Noriyasu R, Osaki T, Adachi T, Itoi A, Naito Y, Morimoto T, Kimura M, Oda S. Light-intensity activities are important for estimating physical activity energy expenditure using uniaxial and triaxial accelerometers. *Eur J Appl Physiol*, 105: 141-152, 2009.

身体的虚弱が疑われる低体力と運動量の関係： 地域在住高齢女性を対象とした横断研究

大須賀洋祐¹⁾ 藪下 典子¹⁾ 金 美芝²⁾ 清野 諭^{1),3)} 松尾 知明¹⁾
大久保善郎¹⁾ 根本みゆき¹⁾ 鄭 松伊¹⁾ 大藏 倫博¹⁾ 田中喜代次⁴⁾

Yosuke Osuka¹, Noriko Yabushita¹, Mi-ji Kim², Satoshi Seino^{1,3}, Tomoaki Matsuo¹, Yoshiro Okubo¹, Miyuki Nemoto¹, Songee Jung¹, Tomohiro Okura¹ and Kiyoji Tanaka⁴: Cross-sectional analysis of low fitness status as an indicator of physical frailty and quantity of exercise in community-dwelling older women. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci.* 57: 9-19, June, 2012

Abstract : PURPOSE: The purpose of this study was to examine the association between low fitness status and quantity of exercise, and to derive a reference value of exercise for preventing low fitness status, in community-dwelling older women.

METHODS: The participants were 515 community-dwelling older women, aged 65 to 91 years (73.4 ± 5.5 years). Physical fitness was assessed using a functional fitness score (FFS), which was calculated from the scores of four fitness items (i.e., tandem stance, 5-chair sit-to-stand, alternate step, and up & go). The quantity of exercise (QE) was calculated by multiplying exercise duration, exercise frequency and exercise intensity per week. The participants were divided into four groups according to the level of QE (no exercise: NE Group (QE=0), Low Tertile Group (0 < QE ≤ 4.6), Middle Tertile Group (4.6 < QE ≤ 11.7), High Tertile Group (QE > 11.7)). FFSs of less than 0.065 were defined as the low fitness, and those of 0.065 or more were defined as good fitness. Logistic regression analysis was performed to obtain odds ratios (ORs) and 95% confidence interval (CI) for the low fitness according to the level of QE. Receiver operating characteristic (ROC) analysis was conducted to detect a reference value of QE. RESULTS: The ORs (95% CI) compared with the NE Group were 0.76 (0.44-1.32) in the Low Group, 0.53 (0.31-0.92) in the Middle Group, and 0.30 (0.17-0.55) in the High Group. The optimal QE cut-off value for the low fitness was 5.1 METs·hour/week (area under the ROC curve: 0.64, sensitivity: 55%, specificity: 68%).

CONCLUSION: It is recommended that community-dwelling older women exceed at least 5.1 METs·hour/week on a regular basis to prevent the low fitness status. Longitudinal research on the quantity of exercise, assessed using an accelerometer, is needed to obtain a more accurate reference value.

Key words : older women, low fitness, quantity of exercise, reference value

キーワード : 高齢女性, 低体力, 運動量, 基準値

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

2) 東京都健康長寿医療センター研究所
〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2

3) 日本学術振興会
〒102-8472 東京都千代田区一番地 8

4) 筑波大学体育系
〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

連絡先 大須賀洋祐

1. Graduate School of Comprehensive Human Sciences,
University of Tsukuba

1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577

2. Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital and Institute of
Gerontology

35-2 Sakae-cho, Itabashi-ku, Tokyo 173-0015

3. The Japan Society for the Promotion of Science
8 Ichiban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8472

4. Faculty of Health and Sport Sciences, University of
Tsukuba

1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577

Corresponding author osuka@stat.taiiku.tsukuba.ac.jp

I 緒 言

我が国の平均寿命および健康寿命は、世界最高水準まで到達したにもかかわらず、依然として男性は約6年間、女性は約8年間の非自立期間（健康寿命—平均寿命）を要すると報告されている（総務省，2007）。平均寿命および健康寿命が飛躍的に伸びた今、非自立期間を短縮し、高齢期における自己実現の達成やQoL（quality of life）を良好に維持していくことが重要である（田中ほか，2004）。高齢者が自立した生活を営む上で必要な能力、すなわち交通機関の利用や階段昇降、食事、清掃などを遂行する能力の低下には、身体の虚弱化が密接に関連すると報告されている（Fried et al., 2001）。そして身体の虚弱化は、筋力やバランス能力といった体力の低下から生じると報告されている（Guralnik et al., 1994）。

加齢による体力の低下は不可避的な現象であるが、成人期から運動を定期的実践することで、体力の低下は抑制可能である（Gauchard et al., 2003）。厚生労働省は「健康づくりのための運動基準2006」を策定し、健康づくりに必要な身体活動量・運動量として中強度（3メッツ）以上の身体活動および運動を、それぞれ23メッツ・時/週、4メッツ・時/週、実践することを基準値として定めた。また、健康の維持・増進に必要な体力の基準値として、年齢階級・性別に最大酸素摂取量の基準値が定められており、日本国民の健康づくりに有用な指針として活用されることが期待されている（厚生労働省，2006）。

しかし、「健康づくりのための運動基準2006」の基準値は、性や年齢階級別に基準値を設定するにはエビデンスが不十分であり、未成年者や高齢者を対象とした基準値の策定が望まれている（田中，2006）。さらに、基準値の設定にあたり、日本人を対象とした研究は84件中8本の引用に留まっているため、より多くの日本人を対象とした身体活動・運動に関する疫学的な研究が切望されている（村上・宮地，2010）。このような背景から、我が国の高齢期における至適運動量について

の検討は不十分な実情にある（Aoyagi and Shephard, 2010）。地域在住高齢女性の体力の低下予防に着目した運動量の水準を検討することは、今後高齢期における非自立期間の短縮に焦点をあてた運動指針を作成するにあたり、有益な知見の1つになると考えられる。

そこで本研究では、地域在住高齢女性の運動習慣と体力レベルを詳細に調査したデータを用いて、身体的虚弱が疑われる低体力と運動量の関係を横断的に分析し、体力の低下予防に推奨される運動量の基準値を検討した。

II 方 法

A. 対象者

対象者は、2008–2010年に茨城県阿見町、下妻市、八千代町、千葉県袖ヶ浦市、福島県会津美里町での地域支援事業または体力測定会に参加した65–91歳の高齢女性のうち、1)医師から認知症の診断を受けていない、2)介護認定を受けていない、636名とした。対象者のうち、1)杖や支えなどの補助器具を必要とし、自力での体力測定が困難であった者（15名）、2)問診時に脳血管疾患やパーキンソン病、リウマチなどの神経性疾患の既往があった者（15名）、3)データに欠損のあった者（63名）、4)実践している運動のメッツが不明であった者（28名）を除外し、最終的に515名を分析対象者とした。

対象者の募集は、各自治体の広報誌やチラシ、自治体職員による参加奨励などを通しておこなった。すべての対象者に研究の目的や体力測定および質問紙調査内容を説明し、随時、測定を拒否できることを説明した。研究での測定データ使用に関する説明を個別に口頭でおこない、書面にてデータ使用の同意を得た。本研究は、筑波大学大学院人間総合科学研究科倫理委員会の承認を受けている。

B. 測定項目および測定方法

1. 基本情報および健康関連情報

形態指標として、身長は身長計（YG-200、ヤ

ガミ社製)を用いて0.1 cm単位で、体重は体重計(Digital Bathroom Scale HD-316, TANITA社製)を用いて0.1 kg単位で測定した。Body mass index (BMI)は、体重(kg)を身長(m)の2乗で除すことにより算出した。

対象者の健康状態を把握するため、疾患数と関節痛数を個別に聴取した。疾患数は、高血圧、糖尿病、腎疾患、心疾患(不整脈、心不全、虚血性心疾患)、呼吸器疾患、骨粗鬆症、脂質異常症の7項目中あてはまるものを単純合計して求めた。関節痛数は、腰痛、股関節痛、肩関節痛、肘関節痛、膝関節痛、足関節痛、首痛の7項目中あてはまるものを単純合計して求めた。

主観的な体力の評価には、Medical Outcomes Study 36-item Short Form Survey日本語版(福原・鈴嶋, 2004)のphysical function scale (PFS)を用いた(Ware and Sherbourne, 1992)。移動能力や日常的な身体動作に関連する10の質問項目に対して、とてもむずかしい(0点)、少しむずかしい(5点)、全然むずかしくない(10点)の3件法で回答を求め、その合計を100点満点で得点化した。

体力よりもさらに高次な能力として、地域で独立した生活を営む上で必要とされる活動能力を、老研式活動能力指標(古谷野, 1987)によって評価した。基本的日常生活能力および手段的日常生活能力に関する13項目の質問に対し、「はい」(1点)または「いいえ」(0点)の2件法で回答を求め、13点満点で評価した。

2. 運動実践状況

「運動習慣はありますか?」という質問に対し、「ある」、「ない」の2件法にて回答を得た後、「ある」と回答した者に対し、運動種目、運動時間、運動頻度、継続期間について詳細を聴取した(木村ほか, 1991; 吉田ほか, 2005; 小口ほか, 2008)。運動の定義は、「本人が、身体活動の中で、体力の維持・向上を目的として計画的・意図的に実践しているもの」とし(Caspersen et al., 1985; 厚生労働省, 2006)、少なくとも3ヵ月以上実践していることを条件とした。したがって、自転車の使用であっても、上述した定義にあては

まる場合は、運動実践に含めた。また、一回の運動時間と週あたりの運動頻度、メッツの積により、週あたりの運動量(quantity of exercise: QE)を算出した。運動強度は、Stewart et al. (2001)が作成した身体活動質問紙 physical activity questionnaire for older adults (CHAMPS)のメッツ値を採用した。運動量の算出式は、以下の通りである。

$$QE = \sum \text{メッツ} \cdot \text{時/週}$$

3. 体力測定

体力は、4項目(タンデムバランス、5回いす立ち上がり、ステップテスト、アップ&ゴー)を測定し、測定値から体力得点(functional fitness score: FFS)を算出した(清野ほか, 2009)。FFSは、各測定値を第一主成分得点の推定式に代入し、標準正規曲線であらわされる総合得点である。主成分分析による総合得点算出手法については、先行研究を参照されたい(Nakamura et al., 1988; 田中ほか, 1990; 重松ほか, 2000)。清野ほか(2009)は、FFSが0.065未満の者は、要支援・要介護状態に陥るリスクの高い低体力者(旧特定高齢者)である可能性が高いことを報告している(receiver operating characteristic: ROC曲線下面積: 0.881, 感度: 82.2%, 特異度: 81.9%)。また、選択されている4項目は、下肢を中心とした移動能力を評価する項目であり、国外で頻用されているShort physical performance battery (SPPB)と同様の項目も含まれている(Guralnik et al., 1994)。移動能力は、高齢者が自立した生活を維持していく上で最も重要な身体的能力であり、体力低下予防を目的とした本研究の体力指標として妥当性が高いと判断した。したがって、本研究では清野ほか(2009)が提案したテストバッテリーを用いて体力を評価することとした。なお、FFSの算出式および測定方法は以下の通りである。

$$FFS = 0.031X_1 - 0.106X_2 - 0.192X_3 - 0.096X_4 + 1.672$$

(X_1 : タンデムバランス, X_2 : 5回いす立ち上がり, X_3 : ステップテスト, X_4 : アップ&ゴー)

タンデムバランス (tandem stance) 静的平衡性

両手を腰に当てて片足を一足分前に出し、前足のかかとと後ろ足のつま先をつけて直線上に立った状態で、可能な限り長く立ち続けるよう教示した。両足に均等に体重をかけることとし、足の裏が動いたり、腰に当てた手が離れたり、下肢のみで姿勢の維持が不可能になった時点でバランスが崩れたものとみなした。計測は、前足のかかとと後ろ足のつま先をつけて直線上に立った時点からバランスが崩れた時点までの時間とした。左右の足を入れ替えて1回ずつ0.01秒単位で最大30秒まで計測し、平均値を記録とした。

5回いす立ち上がり (5-chair sit-to-stand) 下肢筋力

両腕を胸の前で交差し、背中を伸ばした状態で背もたれのついたいすに浅く腰かけるよう求めた。合図とともに、いすから立ち上がり直立姿勢をとるよう求め、再びいすに腰掛ける動作を可能な限り速く5回繰り返すよう教示した。合図してから5回目の直立姿勢をとるまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。

ステップテスト (alternate step) 下肢筋力

立位姿勢をとるよう求め、その20 cm 前方に19 cmの高さの台を設置した。足の裏が台の高さ(19 cm)まで上がるよう、可能な限り速くその場で足踏みをおこなうよう教示し、左右の足を交互に8回上げ下ろしするまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。

アップ&ゴー (up & go) 動的平衡性

いすに深い座位姿勢をとり、両手を膝の上に置くよう教示した。合図とともに立ち上がり、3 m前方のコーンを回って着座するまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。一連の動作は可能な限り速くおこなうよう教示した。

測定の際は、問診によって当日の体調を確認するとともに、体力測定に精通したスタッフが安全性に十分に留意した。また、測定で補助や支えを必要とした場合はその旨を記録した。

C. 対象者および運動量の群分け

FFSが0.065未満の者を低体力者、0.065以上

の者を高体力者と定義した。また運動量 (quantity of exercise: QE) が0の者を運動非習慣 (non-exercise: NE) 群とし、その他の者を下位群 (Low 群: $0 < QE \leq 4.6$)、中位群 (Middle 群: $4.6 < QE \leq 11.7$)、上位群 (High 群: $QE > 11.7$) の3分位に割りつけ、計4群を設定した。

D. 統計解析

対象者の基本的特徴を4群で比較するために、一元配置の分散分析またはKruskal Wallis検定を施し、有差がみられた場合はpost hoc testとしてBonferroni法による多重比較検定またはMann-WhitneyのU検定を適用した。各体力要素の4群比較には、従属変数に4群、独立変数に各体力評価項目とFFS、共変量に年齢と関節痛数を投入した共分散分析を適用した。分析の結果、有差がみられた場合はpost hoc testとしてBonferroni法による多重比較検定を適用した。低体力状態と運動量の関連性を検討するために、低体力者の該当・非該当を従属変数、4群を独立変数、年齢、関節痛数を調整変数とした強制投入法によるロジスティック回帰分析を施した。また、低体力者の該当・非該当を従属変数、運動量を独立変数としたROC解析を用いて、低体力状態を最もよく判別しうる運動量のカットオフ値を算出した。カットオフ値は、ROC曲線上で最も左上(1-特異度=0, 感度=1)に近いポイントとし、 $(1 - \text{感度})^2 + (1 - \text{特異度})^2$ が最小になる値を求めた。すべての統計処理にはSPSS17.0J for Windowsを用い、統計的有意水準は5%とした。

III 結 果

Table 1に、対象者の基本的特徴を4群で比較した統計値を示した。年齢は、下位群(n=126)が中位群(n=129)と上位群(n=127)に比べ有意に高値を示した。身長、およびPFSは運動非習慣群(n=133)と下位群が、上位群に比べ有意に低値を示し、関節痛数は有意に高値を示した。老研式活動能力指標は、運動非習慣群が中位

Table 1 Characteristics of the study population, mean ± standard deviation

	All participants (n = 515)	No exercise QE† = 0 (n = 133)	Low 0 < QE ≤ 4.6 (n = 126)	Middle 4.6 < QE ≤ 11.7 (n = 129)	High QE > 11.7 (n = 127)	P	post hoc test
Age, yr	73.4 ± 5.5	73.8 ± 5.2	74.6 ± 6.1	72.8 ± 5.0	72.2 ± 5.6	< 0.05	Low > Middle and High
Height, cm	147.9 ± 5.5	146.9 ± 5.6	146.7 ± 5.0	148.4 ± 5.1	149.4 ± 5.6	< 0.05	NE and Low < High
Weight, kg	51.3 ± 7.6	51.1 ± 8.2	50.8 ± 8.4	51.5 ± 6.7	51.7 ± 6.8	ns††	
Body mass index, kg/m ²	23.4 ± 3.1	23.6 ± 3.3	23.6 ± 3.5	23.4 ± 2.9	23.2 ± 2.9	ns	
Total number of diseases	0.9 ± 0.9	0.8 ± 0.9	0.9 ± 0.9	0.9 ± 0.8	1.0 ± 0.9	ns	
Total number of joint pain	0.9 ± 1.0	1.1 ± 1.1	1.0 ± 1.0	0.9 ± 1.0	0.8 ± 0.8	< 0.05	NE < Middle and High
SF-36, physical function score	79.1 ± 18.7	74.6 ± 20.2	76.7 ± 18.4	80.2 ± 18.1	84.9 ± 16.6	< 0.05	NE and Low < High
TMIG*** index competence, score	12.0 ± 1.5	11.5 ± 1.9	11.9 ± 1.5	12.2 ± 1.3	12.2 ± 1.3	< 0.05	NE < Middle and High

†QE (quantity of exercise) = Σ METs · hour/week

††ns = not significant

***TMIG = Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

群と上位群に比べ有意に低値を示した。体重、BMI、疾患数は、4群間で有意な差はなかった。

Table 2に、対象者の運動実践状況を示した。運動種目は、体操 (n=118)、ウォーキング (n=106)、運動教室での運動 (n=84)の順に実践者が多かった。運動頻度は、ストレッチ・柔軟性運動 (6.1±1.9回/週)、体操 (5.9±2.1回/週)、散歩 (5.2±2.4回/週)の順に多い結果であった。一回あたりの実践時間は、登山 (7.0±0.0時/週)、テニス (3.0±0.0時/週)、グラウンドゴルフ (2.0±0.8時/週)の順に多い結果であった。週当たりの運動量は、テニス (30.0±8.5メッツ・時/週)、ウォーキング (11.7±7.7メッツ・時/週)、登山 (10.5±0.0メッツ・時/週)、の順に多い結果であった。

Table 3に、体力を4群で比較した結果を示した。5回いす立ち上がりは、運動非習慣群が上位群に比べ有意に低値を示した。ステップテスト、アップ&ゴーおよびFFSは、運動非習慣群と下位群が上位群に比べ有意に低値を示した。タンデムバランスは、4群間で有意な差はなかった。

Fig. 1に、各群における低体力者の割合を示した。低体力者の割合は、運動非習慣群で50.4%、下位群は46.8%、中位群は32.6%、上位群は21.3%であった。

Table 4に、低体力者の該当・非該当を従属変数、4群を独立変数、年齢、関節痛数を調整変数としたロジスティック回帰分析の結果を示した。全ての調整変数でオッズ比を検討した結果、運動非習慣群に対する下位群のオッズ比 (95% confidence interval: CI) は0.76 (0.44-1.32)、中位群は0.53 (0.31-0.92)、上位群は0.30 (0.17-0.55)であった。

Fig. 2に、低体力者の該当・非該当を従属変数、運動量を独立変数としたROC解析の結果を示した。ROC曲線下面積 (95% CI) は、0.64 (0.59-0.69)であった。カットオフ値は5.1メッツ・時/週であった (感度: 0.55, 特異度: 0.68)。

Table 2 The state of exercise habituation, mean \pm standard deviation

type of exercise	n	METs	Frequency (time/week)	Time (hour/week)	QE [†] (METs·hour/week)
Light gymnastics	118	2.0	5.9 \pm 2.1	0.2 \pm 0.2	2.2 \pm 1.8
Walk fast or briskly for exercise	106	3.5	4.6 \pm 2.3	0.8 \pm 0.4	11.7 \pm 7.7
General conditioning exercises (such as chair exercises)	84	2.5	1.0 \pm 0.5	1.3 \pm 0.4	3.3 \pm 2.3
Walk leisurely for exercise or pleasure	76	2.5	5.2 \pm 2.4	0.6 \pm 0.7	8.1 \pm 6.3
Ground golf	73	2.0	1.9 \pm 0.8	2.0 \pm 0.8	7.7 \pm 4.4
Dance	43	4.5	1.2 \pm 1.1	1.7 \pm 0.8	9.3 \pm 7.8
Water exercises	24	3.0	2.1 \pm 1.5	1.1 \pm 0.4	7.3 \pm 5.3
Yoga	21	2.0	1.0 \pm 0.3	1.4 \pm 0.3	2.9 \pm 1.1
Tai Chi	16	2.0	1.3 \pm 1.6	1.4 \pm 0.5	3.0 \pm 2.0
Stretching or flexibility exercises	16	2.0	6.1 \pm 1.9	0.2 \pm 0.2	2.0 \pm 0.0
Bicycle or stationary cycle	15	4.0	3.6 \pm 1.9	0.5 \pm 0.3	6.5 \pm 4.8
Light strength training	9	3.0	1.8 \pm 0.8	1.0 \pm 0.3	5.2 \pm 2.5
Tennis	2	4.0	2.5 \pm 0.7	3.0 \pm 0.0	30.0 \pm 8.5
Walk uphill or hike uphill	1	6.0	0.3 \pm 0.0	7.0 \pm 0.0	10.5 \pm 0.0

[†]QE: quantity of exercise

Table 3 Comparison of physical fitness among four QE[†] groups, mean \pm standard error

	No exercise QE=0 (n=133)	Low 0<QE \leq 4.6 (n=126)	Middle 4.6<QE \leq 11.7 (n=129)	High QE>11.7 (n=127)	P	post hoc test
Tandem stance, s	27.7 \pm 0.5	27.2 \pm 0.5	27.2 \pm 0.5	26.9 \pm 0.5	ns ^{††}	
5-repetition sit-to-stand, s	8.4 \pm 0.2	8.1 \pm 0.2	8.0 \pm 0.2	7.3 \pm 0.2	<0.05	NE<High
Alternate step, s	4.9 \pm 0.1	4.9 \pm 0.1	4.6 \pm 0.1	4.4 \pm 0.1	<0.05	NE and Low<High
Up & go, s	7.1 \pm 0.1	7.1 \pm 0.1	6.9 \pm 0.1	6.5 \pm 0.1	<0.05	NE and Low<High
Functional fitness score	0.025 \pm 0.050	0.042 \pm 0.051	0.113 \pm 0.050	0.264 \pm 0.051	<0.05	NE and Low<High

[†]QE (quantity of exercise) = Σ METs·hour/week

^{††}ns = not significant

IV 考 察

本研究では、地域在住高齢女性の運動習慣と体力レベルを詳細に調査したデータを用いて、身体的虚弱が疑われる低体力と運動量の関係を横断的に分析し、体力低下予防に推奨される運動量の基準値を検討した。

1. 運動量と各体力要素の関係

体力の総合指標である FFS は、運動量の増加に伴い、有意に良好な値を示した (Table 3)。静的平衡性については、有意な群間差がみられなかった。

5 回いす立ち上がりおよびステップテストは、椅子からの立ち座りや階段昇降など日常生活で必要とされる下肢筋力を評価する指標である (Guralnik et al., 1994)。アップ & ゴーは、歩行に加え起立や着座、方向転換を含んだ複合的な動作であるため、実際の日常生活場面に近い条件下での動的平衡性を評価する指標として活用されている (Podsiadlo and Richardson, 1991)。また FFS は、総じて「移動能力を評価する指標」として提案されている (清野ほか, 2009)。多くの参加者が、ウォーキングやダンスなど下肢を中心とした運動を実践していた。これらの運動を定期的実践する機会を設けることで、下肢に関連する体力に良好な影響を及ぼす可能性が示唆され

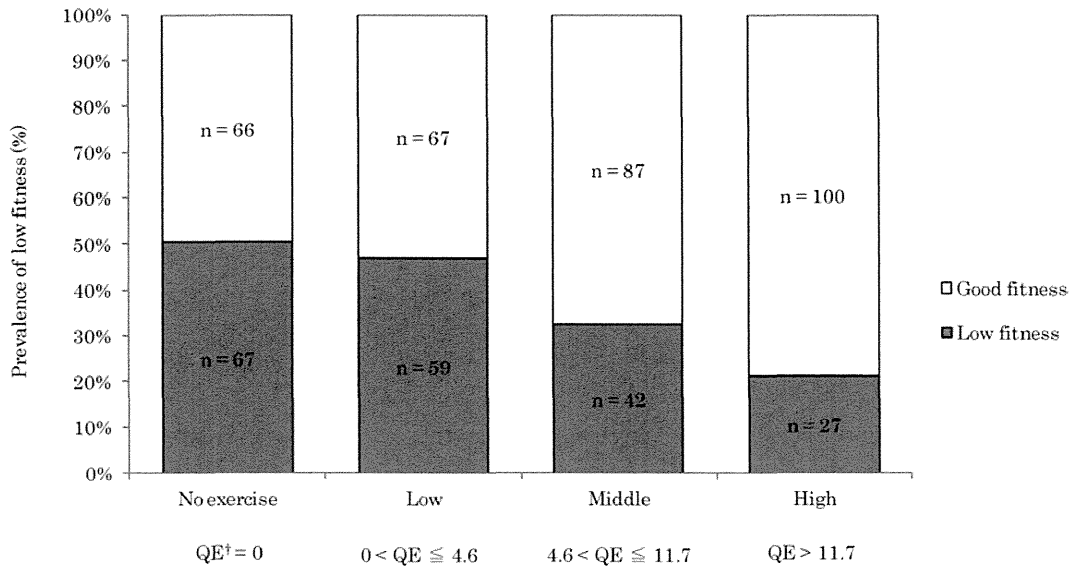


Fig. 1 Prevalence of the low fitness for each QE category (n=515).
 †QE (quantity of exercise) = Σ METs · hour/week

Table 4 Odds ratio and 95% confidence interval for low fitness according to the level of QE†

	Quantity of exercise									
	No exercise QE=0 (n=133)		Low 0 < QE ≤ 4.6 (n=126)			Middle 4.6 < QE ≤ 11.7 (n=129)			High QE > 11.7 (n=127)	
	Odds ratio	Odds ratio	95% CI	P	Odds ratio	95% CI	P	Odds ratio	95% CI	P
Model 1	1.00 (reference)	0.88	0.54-1.44	0.61	0.47	0.29-0.78	<0.05	0.27	0.16-0.47	<0.05
Model 2	1.00 (reference)	0.74	0.43-1.26	0.26	0.50	0.29-0.85	<0.05	0.27	0.15-0.49	<0.05
Model 3	1.00 (reference)	0.76	0.44-1.32	0.33	0.53	0.31-0.92	<0.05	0.30	0.17-0.55	<0.05

Model 1 unadjusted

Model 2 adjusted by age

Model 3 adjusted by age and joint pain

†QE (quantity of exercise) = Σ METs · hour/week

た。一方、静的平衡性の評価指標であるタンデムバランス (Rossiter-Fornoff et al., 1995) は、運動量と有意に関連しなかった。漆畑ほか (2010) は、前期高齢女性26名に対し、平衡性運動による無作為化比較試験を実施した結果、動的平衡性は改善するが静的平衡性は改善しないと報告し、その要因を対象者における天井効果であったと推察している。タンデムバランスは、静的な立位姿勢を維持している際に重心を支持基底面に安定させるという動作であり、虚弱が著しく進行した高

齢者の静的平衡性を評価する際には適している。しかし本研究の対象者は、地域で自立した生活を維持している高齢者であり、既にある程度高い静的平衡性を有していたため、運動量の多寡による影響は微小であったと推察される。

2. 身体的虚弱が疑われる低体力と運動量の関係

運動量と低体力の関連性を検討した結果、低体力者であるオッズ比は、運動非習慣群に比べ中位

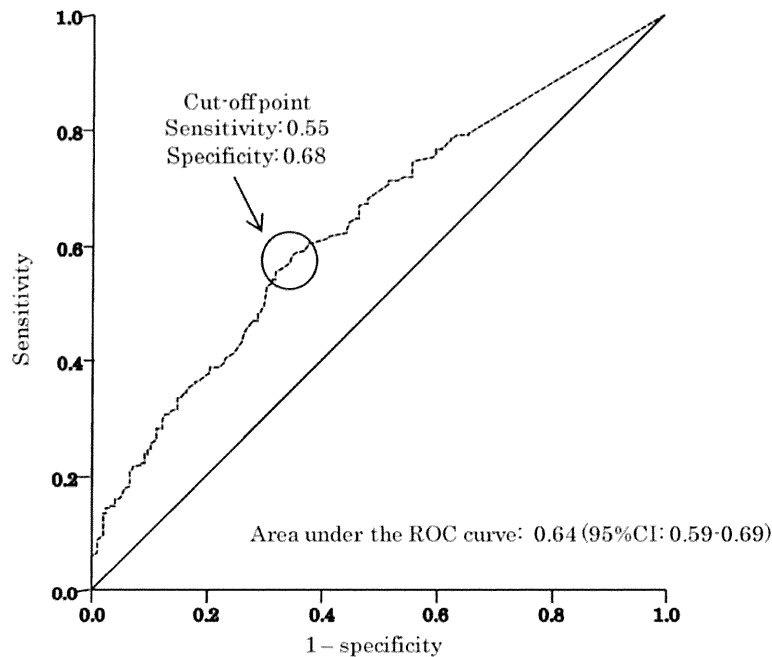


Fig. 2 Receiver operating characteristic (ROC) curve plots for discriminating low fitness according to the quantity of exercise.

群が0.53倍、上位群は0.30倍有意に低値であったが、下位群のオッズ比は、有意に低値ではなかった (Table 4)。ROC 解析の結果、低体力状態を最もよく判別する運動量は5.1メッツ・時/週であった。

Paterson and Warburton (2010) は、身体活動量と体力に関する12の前向きコホート研究を総括・レビューしている。レビューでは、習慣的に実践している身体活動量を4つのレベルに分類し、低体力に対するオッズ比を検討している。最も活動量が少ない群 (レベル1) と比較して、中程度の活動量を有する群 (レベル3) は0.3~0.8倍、最も活動量が多い群 (レベル4) は0.3~0.7倍と、身体活動量の増加に伴い、低体力であるリスクが低下すると報告されている。身体活動の強度が詳細に報告されていないため、オッズ比について本研究結果と比較することは困難であるが、運動量の増加に伴い、体力の低下は抑制可能であることが改めて示唆された。

木村ほか (1991) は、都市在住高齢者179名 (60-89歳) の運動習慣と体力の関連性を横断的

に検討している。その報告によると、体力差は頻度や時間などの運動条件による影響は比較的小さく、最も大きな体力差は何かしらの運動習慣があるか否かであると報告している。しかし本研究では、多重比較検定の結果、すべての体力測定値において運動非習慣群と下位群に有意な差はなかった。運動非習慣群・下位群のFFSは、低体力者の基準 (0.065) を下回っているが、中位群と上位群のFFSは、低体力者の基準を上回っていた。また、運動非習慣群と下位群における低体力者の割合は、両群ではほぼ同等であり (Fig. 1)、低体力者であるオッズ比は、中位群から有意に低値であったため (Table 4)、中位群 ($4.6 < QE \leq 11.7$) が低体力者であるリスクを有意に低下させる、運動量の水準である可能性が示唆された。またROC解析を用いて、低体力者に対する運動量のカットオフ値を算出したところ、5.1メッツ・時/週 (ROC 曲線下面積: 0.64, 感度: 0.55, 特異度: 0.68) であり、中位群に含まれていたことから、低体力状態を予防するのに推奨される運動量の基準値は、5.1メッツ・時/週である可能性が

示唆された。

「健康づくりのための運動基準2006」では、週に4メッツ・時/週以上の運動を推奨していることから、本研究の結果は、田中ほか(2006)の先行研究を支持している。したがって「健康づくりのための運動基準2006」において既に提案されている基準値が、今後、高齢女性の体力維持を目的とした基準値としても、新たに活用できる可能性が示唆された。本研究は「健康づくりのための運動基準2006」との相違点として、低強度(3メッツ未満)の運動を含め運動量を算出した。低強度運動を含めても、5.1メッツ・時/週より多く実践することで、低体力者であるオッズ比が有意に低値であったことから、高齢女性の場合、強度に依存しなくても総運動量が5.1メッツ・時/週を超えることが望ましく、高齢者個人あるいは行政の専門職にとって、今後目標値として活用できる可能性が示唆された。

3. 研究の限界および今後の課題

本研究はいくつかの限界と課題を有している。第1に、本研究は身体活動の中でも、運動量のみを評価した。角田ら(2010)は、余暇活動(運動)量が体力と最も強く関連したものの、家庭内活動量においても体力と有意に関連したことを報告している。また、Buman et al. (2010)は、低強度の身体活動でも高齢者の健康状態に好影響を及ぼすと報告している。家事や移動のための歩行など、生活活動においても、体力に良好な影響を及ぼしている可能性があるため、今後は運動以外の活動量も評価する必要がある。第2に、本研究は運動量を主観的な報告に基づき評価したため、想起バイアスの可能性を否認できない。また、熟練したスタッフが聞き取りをおこなったが、検者間バイアスの可能性も否定できない。今後は良好な体力を維持していくのに必要な身体活動量の基準値について明らかにするため、加速度計や歩数計を利用し、客観的な評価から身体活動量の基準値をより詳細に検討する必要がある。第3に、本研究では、基準値の検討に、従属変数を低体力状態の有無、独立変数を運動量としたROC

解析から運動量のカットオフ値の算出を試みたが、運動非習慣者(QE=0)が3割近く占めていたため、必ずしも十分な精度を有しているとはいえないカットオフ値が得られた(AUC:0.64, 感度:0.55, 特異度:0.68)。今後は、活動量を連続変数で評価できる加速度計を用いて基準値の妥当性を検討する必要がある。第4に、本研究の参加者は、各自治体の広報誌やチラシ、自治体職員による参加奨励などを通して募集されたため、健康意識の高い高齢者が多く含まれている可能性が高い。したがって、今後は無作為抽出によって対象者を選定することが望ましい。第5に、本研究は横断研究であるため、過去の縦断研究(Paterson and Warburton, 2010; Pahor et al., 2006; Liu and Latham, 2009)より因果関係を推論することはできるが、証明するにはいたらない。今後は、体力低下群と維持群に分類し、身体活動量の基準値を縦断的な観点から検討する必要がある。また男性についても同様の手順で閾値を検討していくことが望ましい。

以上のような限界と課題を有しているものの、515名の地域在住高齢女性に対し、インタビュー形式により運動習慣を詳細に調査し、身体的虚弱化が疑われる低体力と運動量の関係から体力低下予防に推奨される運動量の基準値を検討したことの意義は高く、今後高齢期の非自立期間短縮に向けた運動指針を作成する際に有益な資料として活用されることが期待できよう。

V 結 語

地域在住高齢女性の身体的虚弱化を予防するには、5.1メッツ・時/週より多くの運動量を確保することの重要性が示唆された。低体力者であるオッズ比は、運動非習慣者に比べ、中程度の運動実践者(4.6<QE≤11.7)で0.38倍、高程度の運動実践者(QE>11.7)で0.26倍、有意に低値であることが示唆された。さらに精度の高い基準値を求めるために、今後加速度計による運動量の評価および縦断的な調査が必要である。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金研究事業：基盤研究 A「要介護化予防を目的とした中高齢期の身体機能改善のための包括的指針づくり」（代表：田中喜代次）の支援を受けておこなったものである。また本研究は、研究にご参加いただいた対象者をはじめ、各自治体および施設職員の方々、筑波大学田中研究室の大学院生の協力によって遂行できた。ここに記して感謝の意を表す。本研究結果の一部は、日本体育学会第61回大会（愛知）にて報告した。

文 献

- Aoyagi, Y. and Shephard, R.J. (2010) Habitual physical activity and health in the elderly: the Nakanajojo study. *Geriatr. Gerontol. Int.*, 10 Suppl 1: S236-243.
- Buman, M.P., Hekler, E.B., Haskell, W.L., Pruitt, L., Conway, T.L., Cain, K.L., Sallis, J.F., Saelens, B.E., Frank, L.D., and King, A.C. (2010) Objective light-intensity physical activity associations with rated health in older adults. *Am. J. Epidemiol.*, 172: 1155-1165.
- Caspersen, C.J., Powell, K.E., and Christenson, G.M. (1985) Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.*, 100: 126-131.
- 福原俊一・鈴嶋よしみ (2004) SF-36v2 日本語版マニュアル. NPO 健康医療評価研究機構, 京都, pp. 89-97.
- Fried, L.P., Tangen, C.M., Walston, J., Newman, A.B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W.J., Burke, G., and McBurnie, M.A. (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 56: M146-156.
- Gauchard, G.C., Tessier, A., Jeandel, C., and Perrin, P.P. (2003) Improved muscle strength and power in elderly exercising regularly. *Int. J. Sports Med.*, 24: 71-74.
- Guralnik, J.M., Simonsick, E.M., Ferrucci, L., Glynn, R.J., Berkman, L.F., Blazer, D.G., Scherr, P.A., and Wallace, R.B. (1994) A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J. Gerontol.*, 49: M85-94.
- 木村みさか・森本好子・寺田光世 (1991) 都市在住高齢者の運動習慣と体力診断バッテリーテストによる体力. *体力科学*, 40: 455-464.
- 小口理恵・牧迫飛雄馬・加藤仁志・石井芽久美・古名丈人・島田裕之 (2008) 地域在住高齢者における運動内容と身体組成, 運動機能の関連について. *理学療法科学*, 23: 705-710.
- 厚生労働省 (2006) 健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～報告書. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou02/pdf/data.pdf>, (参照日2011年12月14日)
- 古谷野亘 (1987) 地域老人における活動能力の測定—老研式活動能力の開発—. *日本公衆衛生雑誌*, 31: 637-641.
- Liu, C.J. and Latham, N.K. (2009) Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database. Syst. Rev.*, CD002759.
- Nakamura, E., Miyao, K., and Oseki, T. (1988) Assessment of biological age by principal component analysis. *Mesch. Ageing Dev.*, 46: 1-18.
- 村上晴香・宮地元彦 (2010) 日本における運動基準・エクササイズガイドの策定およびその普及について. *臨床スポーツ医学*, 27: 1187-1192.
- Pahor, M., Blair, S.N., Espeland, M., Fielding, R., Gill, T.M., Guralnik, J.M., Hadley, E.C., King, A.C., Kritchevsky, S.B., Maraldi, C., Miller, M.E., Newman, A.B., Rejeski, W.J., Romashkan, S., and Studenski, S. (2006) Effects of a physical activity intervention on measures of physical performance: Results of the lifestyle interventions and independence for Elders Pilot (LIFE-P) study. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 61: 1157-1165.
- Paterson, D.H. and Warburton, D.E. (2010) Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 7: 38.
- Podsiadlo, D. and Richardson, S. (1991) The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 39: 142-148.
- Rossiter-Fornoff, J.E., Wolf, S.L., Wolfson, L.I., and Buchner, D.M. (1995) A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 50: M291-297.
- 清野 諭・藪下典子・金 美芝・根本みゆき・松尾知

- 明・深作貴子・奥野純子・大藏倫博・田中喜代次 (2009) 特定高齢者の体力を把握するためのテストバッテリー. 日本公衆衛生雑誌, 56: 724-736.
- 重松良祐・中村容一・中垣内真樹・金 憲経・田中喜代次 (2000) 高齢男性の日常生活に必要な身体機能を評価するテストバッテリーの作成. 体育学研究, 45: 225-238.
- 総務省 (2007) 男女別平均寿命. <http://www.stat.go.jp/data/sekai/02.htm>, (参照日2011年12月14日)
- Stewart, A.L., Mills, K.M., King, A.C., Haskell, W.L., Gillis, D., and Ritter, P.L. (2001) CHAMPS physical activity questionnaire for older adults: outcomes for interventions. *Med. Sci. Sport Exerc.*, 33: 1126-1141.
- 田中茂穂 (2006) 生活習慣病予防のための身体活動・運動量. *体育の科学*, 56: 601-607.
- 田中喜代次・松浦義行・中塘二三生・中村栄太郎 (1990) 主成分分析による成人女性の活力年齢の推定. *体育学研究*, 35: 121-131.
- 田中喜代次・中村容一・坂井智明 (2004) ヒトの総合的 QoL (qualiti of life) を良好に維持するための体育科学・スポーツ医学の役割. *体育学研究*, 49: 209-229.
- 角田憲治・辻 大士・尹 智暎・村木敏明・大藏倫博 (2010) 地域在住高齢者の余暇活動量, 家庭内活動量, 仕事関連活動量と身体機能との関連性. *日本老年医学会雑誌*, 47: 592-600.
- 漆畑俊哉・衣笠 隆・相馬優樹・三好寛和・長谷川聖修 (2010) 女性前期高齢者のバランス能力を改善させる運動介入: 無作為比較試験. *体力科学*, 59: 97-106.
- Ware, J.E. Jr and Sherbourne, C.D. (1992) MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med. Care*, 30: 473-483.
- 吉田祐子・熊谷 修・杉浦美穂・古名丈人・吉田英世・金 憲経・新開省二・渡辺修一郎・鈴木隆雄 (2005) 域在宅高齢者における運動習慣の継続と心拍数の縦断変化. *体力科学*, 54: 295-304.
- (平成23年5月6日受付)
(平成23年12月9日受理)

Advance Publication by J-STAGE
Published online 2012/2/16