

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-chi, 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の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、共変数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)	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
Height, cm	147.9 ± 5.5	146.9 ± 5.6	146.7 ± 5.0	148.4 ± 5.1	149.4 ± 5.6	< 0.05
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
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
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

†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

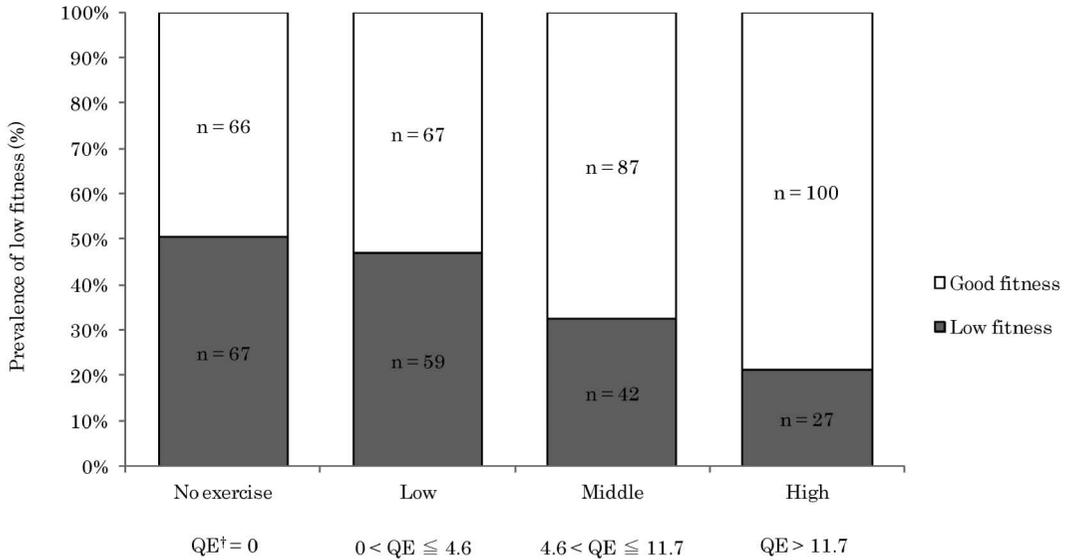


Fig. 1 Prevalence of the low fitness for each QE category (n=515).
 †QE (quantity of exercise) = Σ METs·hour/week

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

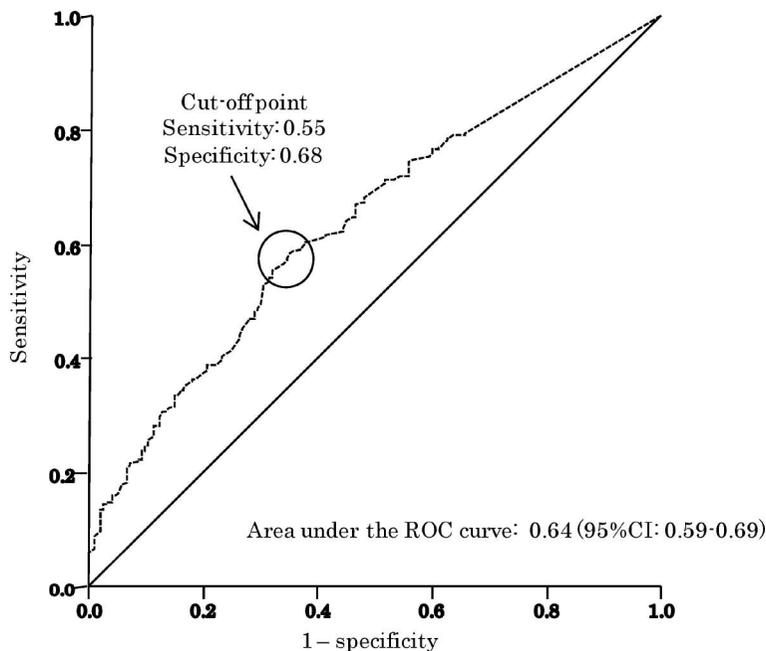


Fig. 2 Receiver operating characteristic (ROC) curve plots for discriminating low fitness according to the quantity of exercise.

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聴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。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 Nakanojo 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・鈴鶴よしみ (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 論・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 (quality 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