

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。

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

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 ($1 - \text{特異度} = 0$, 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

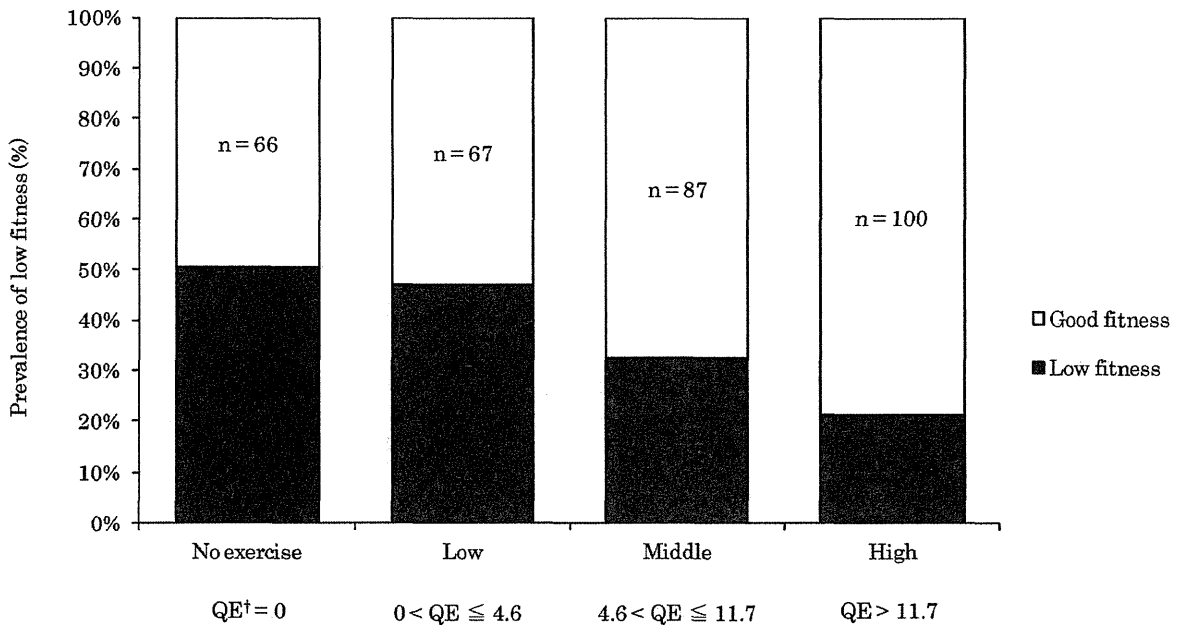


Fig. 1 Prevalence of the low fitness for each QE category (n=515).
 †QE (quantity of exercise) = Σ METs·hour/week

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

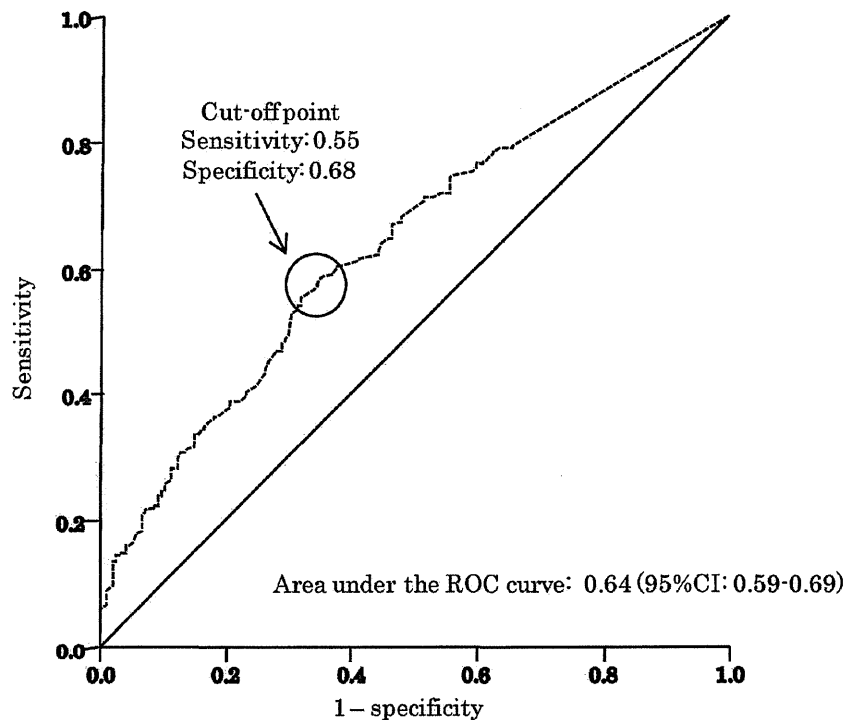


Fig. 2 Receiver operating characteristic (ROC) curve plots for discriminating low fitness according to the quantity of exercise.

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 Nakanajo 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)
- 古谷野直 (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 (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

7

特集 生活習慣病と認知症 ～負の連鎖を断ち切るために～

運動による認知症と生活習慣病への対応

田中喜代次¹⁾、大藏倫博²⁾、小林裕幸³⁾

1)筑波大学体育系・筑波大学大学院 人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻 教授

2)筑波大学体育系・筑波大学大学院 人間総合科学研究科 体育科学専攻 准教授

3)筑波大学附属病院 水戸地域医療教育センター 水戸協同病院 総合診療科 准教授

生活習慣病の予防・改善ための運動量は、1週あたりに1200～2000 kcal程度と考えられ、取り組む種目に応じて強度、時間、頻度に工夫をこらすのがよい。1時間程度の軽運動であれば週5～6回が勧められる。強度は大きいほど体力増進効果が高まる一方で、ケガの確率も高まるため、強度の増す動作は短め（一過性）に留めるとよい。運動の種類は何でもよく、一般に有酸素（リズム）系、レジスタンス（筋力）系、ストレッチ（柔軟）系を組み合わせるのが基本である。

認知症予防の運動は、音楽や手拍子などのリズムに合わせながら、仲間とゆったり行える体操系、ダンス系、ステップ系などがよい。また、高め強度の筋力系が有効との報告もある。楽しいひとときと感じられるような雰囲気づくりが重要で、徐々に技能的に難度を高めていけるプログラムがよい。認知症予防といっても、生活習慣病予防の運動と基本的に異なるものでないため、加齢や体力低下に伴って徐々に小集団での楽しい教室という側面を強調していくことが肝要である。

はじめに

老化抑制や元気長寿は、人類に共通の願望であろう。その表れのひとつとして、健康寿命の延伸やanti-aging、そしてquality of life (QoL: 生活の質、人生の質、身体の質)の保持といった、人々を魅了する言葉が飛び交い、それらは種々の健康関連商品や医療機関(クリニック)の代名詞にも使われている。しかし、ヒトの健康は中高年期にさまざまな様相を経て、不可避免的に徐々に害されていくものであり、なかでも呼吸循環系・筋骨格系・脳などの機能低下は著しい。それらの累積結果として、主に動脈硬化を主因とする心血管系疾患に冒される人が加齢とともに増えるが、最近では認知症にかかる人も増加の

一途にある¹⁾。いずれの疾患についても、日々の生活習慣のあり方が少なからず影響を及ぼす¹⁾。

平成20年度の国民健康栄養調査²⁾によると、日本国民の2/3～3/4が栄養バランス不足または運動不足といわれ、種々の慢性疾患(いわゆる生活習慣病)への罹患率が高まっている。慢性疾患に罹患した後は、患者にとって治療が最優先となるが、それと併せて、疾病に耐える体力を養うための栄養補給と運動を継続していくことが元気長寿実現に重要である。本章では、生活習慣病の有効な予防・改善法として、また、認知症予防に対する有効な手段のひとつとして、運動はいかにあるべきかについて、筆者らの研究成果や運動指導実績を交えながら解説する。

表1 ステージ別の運動の効果的な取り組み方法

ステージ	特徴	取り組み
初期	好き(運動が趣味)	自由に楽しむ
	どちらともいえない	得意種目をみつけ、仲間と交流する
	嫌い	食生活改善から取り組む
基本的な生活習慣の運動志向		
BMI	25未満	立位種目を多めに含める
	25～30	座位、仰臥位、伏臥位での運動、もしくは水中運動とする
	30以上	食生活改善を主体とし、運動は散歩だけでもよい
年齢	50歳未満	好みの種目・好みの方でよいが、ケガ防止に留意する
	50～64歳	ウォーキング、レジスタンス運動など(血圧上昇に注意)
	65歳以上	散歩、軽いマシン運動、ダンベル運動、家庭内器具運動など
運動場(カギは持ち)	確保できる	フィットネスクラブ、スイミングクラブなどに通う
	とどろき確保できる	ウォーキング、家庭内器具運動
	ほとんど確保できない	家庭内器具運動(パーソナルトレーナーを雇う)

表2 運動によって効果を得るための原則

ある器官の機能をより発達させるためには、その器官が持つ日常的な機能水準以上に働かせる必要がある。ある一定期間以上繰り返すことで、その機能は発達する。

①強度の原則

強い負荷をいきなり加えると、からだは耐え切れず疲弊するので、最初は軽い(適度な)負荷から始めなければならない。しかし、いつまでも軽い負荷にとどまっていると、機能はその負荷と平衡したところから変化しなくなる。この機能をさらに発達させるためには、漸次負荷を高めていく必要がある。

②頻度の原則

運動は習慣的に反復実践してはじめて効果がみられるようになる。散発的、あるいは一時的・集中的な運動では十分な効果が期待できず、ときには事故の原因になりうる。

③個性の原則

個人に合った運動とは、その人の体力、健康、好み、その他のさまざまな条件を考慮すべきものである。条件の異なる人たちが画一的に運動を行うと、ある人には効果がなく、他人には苦痛となりうるため、各人に適した運動を工夫してみつける必要がある。

④適性の原則

ある特定器官だけでなく、全身の器官・機能を高めるよう工夫することが望ましい。とくに生活習慣病などの1次予防に主眼をおいた運動では、全身持久性体力だけでなく、筋力、柔軟性、平衡性、敏捷性、巧緻性などの体力要素、身体機能が高められるよう工夫することが重要となる。

⑤意識の原則

運動を行う場合、その目的を十分に把握したうえで、身体の活動部位(筋肉群・器官など)に意識をおき、感覚を研ぎ澄ますことが大切である。これによりフィードバック機能が円滑に働き、技能の習得力が高まり、効果を実感しやすくなる。

生活習慣病予防のための運動とは

生活習慣病 (lifestyle-related diseases) とは、食事、運動、休養、喫煙、飲酒などの生活習慣が、その発症・進行に関与する疾患群と定義されている。生活習慣病の改善には、これらの習慣すべてを適正な状態に維持することが理想だが、なかでも運動の習慣化は多くの国民にとって困難な課題といえる。そこで本章では、運動の必

要性ととも、具体的な取り組み方について解説する。なお、「運動＝スポーツやトレーニング」と捉えるのではなく、就労中の身体活動(歩数増加を心がける)や自宅内での身体活動(清掃、洗車)など、ちょっとした工夫の積み重ねでも、長期的にみれば有効であることに留意すべきであろう。また、運動は1人で取り組んでもよいが、できるだけ仲間をみつけて一緒に行くことで習慣化がはかれやすい。とくに、使用器具や食生活に関するパートナーとの相互情報交換、トレーナーからの専門的アドバイスなどは有益である。運動実践に際しては、表1と表2に示した原則

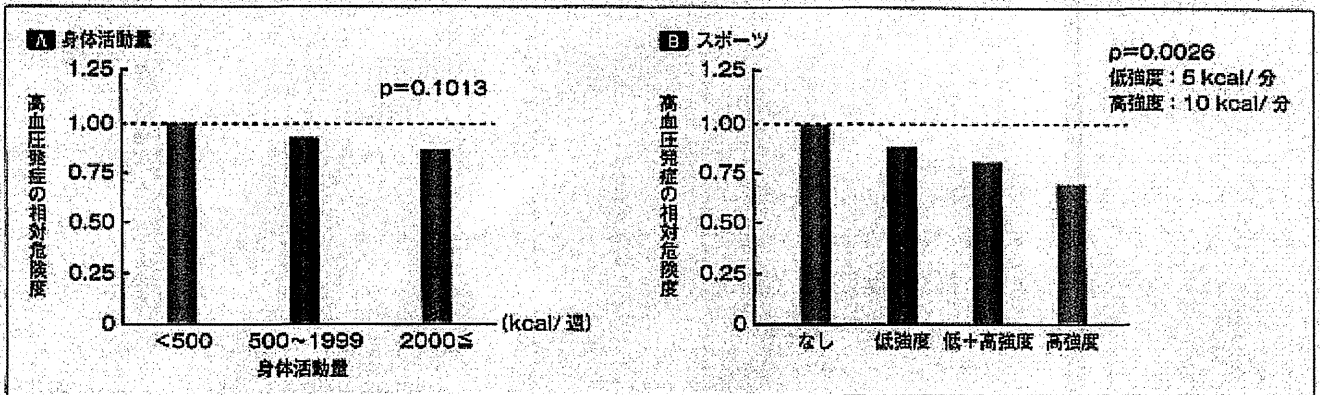


図2 運動習慣と高血圧発症との関連性(文献³⁾を参考に作図)

表3 高血圧患者に勧められる運動(文献⁵⁾より引用)

運動の種類	積極的に指導	指導可能	慎重に指導
ウォーキング	○	○	△
ジョギング	○	○	△
エアロバイク/ランニング	○	○	△
水中ウォーキング	○	○	△
水泳	○	○	△
自転車(強度が弱い)	○	○	△
テニス(ダブル)	○	○	△
筋力強化運動(器具なし)	○	○	△
エアロビクス	○	○	△
水泳	○	○	△

○:積極的に指導, ○:指導可能, △:慎重に指導
*水中ウォーキングについては, 入水時の血圧上昇に伴う事故を防止するために, とくに「指導者なし」の場合, 十分ウォームアップと注意が必要である。対象者の体調によっては○か△とするのがよい。

や取り組み方法を踏まえることで, 運動の効果と安全性を高めることができる。

生活習慣病予防に必要な運動量と強度

Paffenbarger Jr.ら(1991)³⁾は, ペンシルバニア大学を卒業した5463名の男性を対象に, 高血圧と身体活動データの関連性を縦断的に解析している(図2)。その結果, 1週あたりの日常身体活動量を3段階に分類すると, 身体活動量が多い者ほど高血圧症を発症する相対危険度が低くなる傾向にあった。また, スポーツをしていない者に比べて, 低強度(5 kcal/分, 約4 METs)または, 高強度(10

kcal/分, 約8 METs)のスポーツをしている人では, 相対的な死亡危険度が各々0.88と0.70と低かった。Sessoら(2000)⁴⁾がハーバード大学の卒業生1万人以上(平均年齢57.7歳)を対象に, 運動と冠動脈疾患の関連性を分析した報告によると, 年齢, 高血圧, 糖尿病, 喫煙, アルコール, 体型, 両親の短命といった危険因子の影響を統計学的に調整した場合でも, 1週あたりの運動による消費エネルギーが500 kcal以下の群よりも, 1000 kcal以上の群で, 死亡危険度が低かった。筆者らの20年にわたる観察研究では, 循環器系や代謝内分泌系の問題を慢性的に抱えていながらも長寿命の人がいる。因果関係は説明できないが, その多くは運動を習慣化できており, 最低でも週2回, 1回あたり90分の運動教室に参加していることから, 1週あたりの運動量は少なくみても1200 kcalであると考えられ, 自宅での運動を加えると1200~2000 kcal程度と推測できる。一方で, 身体活動量を過度に増大させると, そのデメリットが顕在化することがあり, 推奨される身体活動(日常生活活動+エクササイズ)量は1週あたり2000 kcal程度であろう。

高血圧患者に運動指導を行う際の留意点

運動の種類

高血圧患者に勧められる運動(表3)⁵⁾は原則, 有酸素性運動, レジスタンス(筋力強化)運動, レクリエーションのいずれか, またはそれらの組み合わせであるといえる。ジョ

ギンクも実践可能であるが、高強度にならないよう注意する必要がある。また、水泳も効果の高い運動のひとつであるが、泳力が低い人では強度の調節が難しく、高強度の繰り返しになりがちであることから、指導者は注意して見守ると同時に、個々に合わせて水中ウォーキングや易しいアクアビクスに切り換えるようアドバイスするのがよい。レジスタンス運動に関しては、筋力を発揮する際に呼吸を止めず、かつ負荷が過剰に大きくならなければ積極的に実践するよう指導してもよい。

運動強度と血圧の関係

一般に、最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) の40%以下の弱い有酸素性運動の場合、安静時に比べて収縮期血圧は20～30 mmHgの上昇にとどまる。それ以上の上昇がある場合には、運動強度を下げるか、運動を一過性に中止するよう導くのがよい。また、継続時間が長くなると、拡張期血圧はやや低下する。それ以上の運動強度や、もともと血圧のコントロールがよくない人では、収縮期血圧で200 mmHg以上になることもあるので、とくに運動に取り組んで間もない人には十分に注意すべきである。運動中に毎回、血圧を測定することは現実的とはいえないが、本人の血圧に対する理解を深める意味では、定期的に(1ヵ月または1週間に1回程度)、一定強度の有酸素性運動中の血圧をチェックすることもよいであろう。その場合、運動開始前および開始後10分、20分、30分、60分などのタイミングでチェックする。

運動量(時間と頻度)

筆者らの豊富な現場経験とそれに基づく研究成果からは、週あたり180分間になるよう1日の運動時間と週あたりの運動頻度を調整することが勧められる。実践可能な目安としては、1日30分間を週6回(ほぼ毎日)が理想的である。1日60分間を週3回でも同程度の効果が期待できるが、運動の習慣化という観点からは、毎日の生活に組み込んで(日常化して)行うよう導くほうが、結果的に継続しやすくなる。

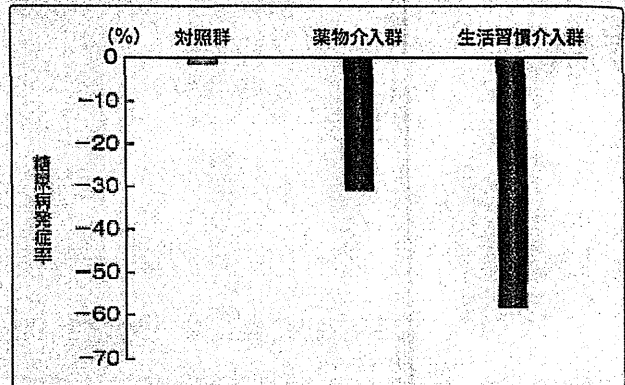


図2 米国糖尿病発症予防研究プログラム (Diabetes Prevention Study)における糖尿病予防効果(文献⁶⁾を参考に作図)

糖尿病患者に運動指導を行う際の留意点

糖尿病の1次予防および耐糖能異常の人(境界型糖尿病)に対する運動プログラムは、基本的には前述の高血圧患者に対する内容と大きな違いはない。厚生労働省国民健康・栄養調査(平成19年)によると、糖尿病患者890万人、糖尿病予備軍1320万人、合計2210万人となっており、国民の6人に1人が該当する。糖尿病患者数は戦後60年あまりで30倍以上に増加し、合併症が深刻化している。糖尿病は、インスリン分泌不全とインスリン抵抗性に基づくもので、インスリンの作用不足が原因で高血糖を呈する疾患である。糖尿病のほとんどが生活習慣病と称される2型糖尿病であり、その背景には、遺伝因子としてインスリン分泌の低下、環境因子としてエネルギーの過剰摂取、高脂肪食、運動不足といった不適当な生活習慣によるインスリン抵抗性(相対的なインスリン作用不足)が考えられる。

米国糖尿病発症予防研究プログラム (Diabetes Prevention Study) では3234名の耐糖能異常者に対し、生活習慣の基本的指導のみを行う①対照群と②薬物介入群(塩酸メトホルミン)、そして食事療法に加えて中等度の身体活動を150分/週、7%の体重減少を目安にした③生活習慣介入群にランダムに振り分けして、糖尿病発症予防効果の追跡調査が行われた。その結果、糖尿病発症率は平均28年の追跡期間後、対照群に比べ薬物介入群で31%、生活習慣介入群で58%も抑制されたことが報告されている(図2)⁶⁾。

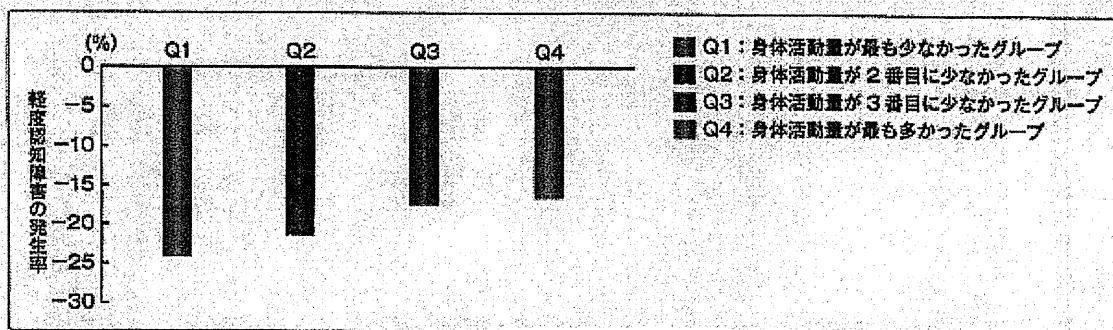


図5 身体活動量と軽度認知障害発生率の関係(文献⁷⁾より一部引用)

糖尿病の予防・改善効果を上げる運動としては、一般的に有酸素性運動とレジスタンス運動の組み合わせが推奨される。有酸素性運動の強度は、最大(最高)酸素摂取量の50～70%前後、頻度は週に3～6回程度が望ましい。レジスタンス運動は週2～3回でも効果が期待できる。楽しみながら運動を実践できるようになれば、種目に応じて自ずと強度・時間・頻度が定まってくるもので、個人に合った強度、時間、回数などはbody talk(身体との対話・体話)をしながら、みずからみつけるとよい。

い10～20名程度の小集団を設定し、高齢者の社会参加を促しつつも、指導者(支援者)の目が行き届き、安全性や効果が得られやすい人数に抑えることを意味する。また、予防プログラムという性格上、日常生活に支障を感じることの少ない健康な高齢者が多く参加しているため、健康志向の高い高齢者にとって満足度の高まる内容にすることも必要と考えられる。

研究成果からみた運動による認知症予防効果

日常生活における身体活動量(歩行距離)の多いグループは、少ないグループと比べて、6～8年後に軽度認知障害が発生する確率が低い(0.62)⁷⁾。この理由として、継続的な運動実践や、長期にわたって十分な身体活動量を維持することが認知機能レベルの保持につながり、認知症の発症リスクを低下させるためと考えられている。Larsonら(2006)は、65歳以上の高齢者1740人を平均6.2年間にわたり追跡したところ、追跡開始時点で週3回以上の運動(1日15分以上のウォーキング、ハイキング、サイクリング、体操、水泳、アクアビクス、ストレッチなど)を行っていた群の認知症発症率は13.0/1000人・年であったのに対し、週3回未満の群は19.7/1000人・年であり、週3回以上の運動の習慣化によって認知症発症率が0.62倍にまで低下することを報告している⁸⁾。7年間にわたるハワイの日系男性の調査では、1日に0.25マイル(400m)以下の歩行群は、2マイル(3200m)以上の群と比べて1.8倍アルツハイマー病に罹患しやすかったと報告している。以上の研究より、毎日30～60分間程度のエクササイズが、認知

認知症予防のための運動とは

いつの時代もヒトは疾病に罹患することをおそれ、罹患したことによって自信を喪失しがちである。最近では、がんよりも認知症をおそれる人が増えているが、それは認知症の悲惨さを実感しているからであろう。しかし、たとえ認知症に罹患したとしても、上手に認知症と向き合いながらQoLを維持することは可能である。近年、軽度の認知症やがん患者においても、「生きがいや幸福感を得る手段のひとつ」として運動を活用できる時代に移りかわってきている。

認知症予防プログラムに必要な条件として、①小地域内介入、②小集団活動、③目的の共有化、④主体性の尊重、⑤自己効力感の促進などが挙げられる。「小地域内介入」とは、高齢者が自宅から徒歩で10～15分以内で到達できる範囲内(小学校区など)に拠点を置き、地域のニーズをくみ取った、参加しやすい環境を整備することである。「小集団活動」とは、個別でもなく50人以上の多人数でもな

- 期待される効果
- 身体機能の向上
転倒予防効果
 - 認知機能の低下防止
認知症予防効果
 - 社会参加・活動の促進
QoL 改善
活動量増加
友人づくり
閉じこもり防止

ステップパターン例

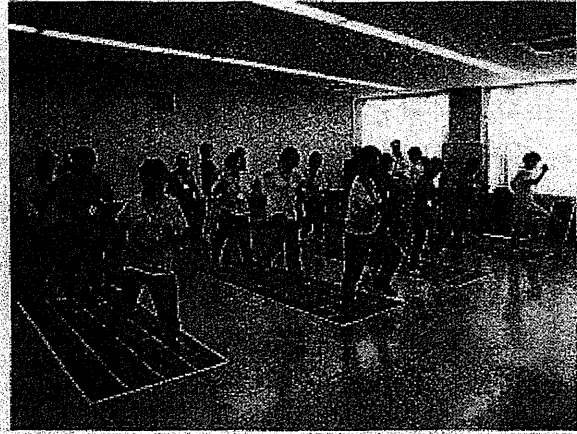
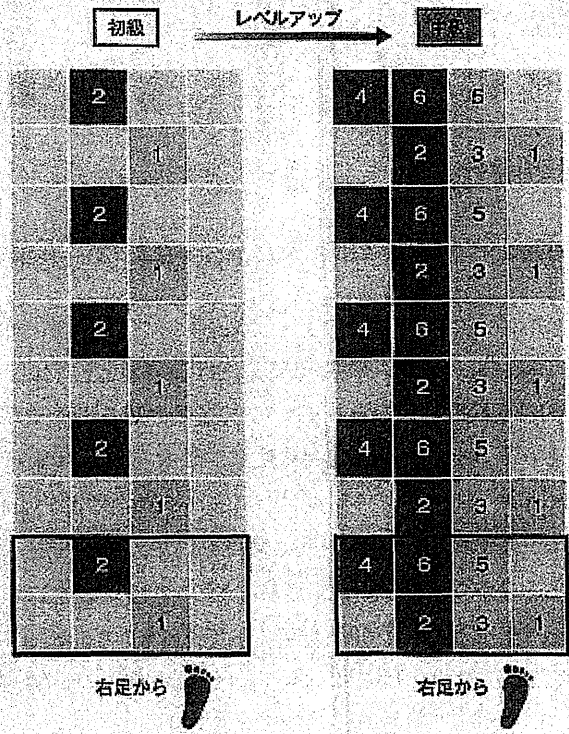


図4 スクエアステップとは(文献¹⁰⁾より一部引用)

症予防もしくは発症の遅延化に有効であると考えられる。さらに近年では、筋力トレーニングが高齢者の認知機能を改善するとの報告もみられる⁹⁾。

一方、活潑な身体活動が認知症予防に有効に働くことについては、単に生理学的観点からだけでは説明しきれないとの指摘がある。身体活動量(たとえば歩行数など)の増加は、社会参加(会合に出席する、友人と食事や趣味を楽しむ、ボランティア活動に参加するなど)の機会(頻度や従事する時間数)の増加と関連が深い。社会参加の機会が多いということは、ある場所から別の場所へと移動する身体活動量(歩行数)が増加するだけでなく、外部から受ける心理的・社会環境的刺激量が多くなることを意味する。つまり、身体活動量は単に運動量を表しているだけでなく、同時に社会とのつながり(曝露量、時間)の多寡も表している可能性があり、身体活動と認知症予防との関連を考えるうえで留意すべき事項といえる。

認知症予防運動プログラムの具体例

スクエアステップエクササイズ(square-stepping exercise: SSE) (■図4)¹⁰⁾は、25 cm 四方のマス目で区切られたマット上をさまざまなステップ・パターンを記憶した後でステップを行うエクササイズである。SSEでは、マス目のなかに正確に足を運ぶ必要があるため、身体機能としての調整力やバランス能力だけでなく、認知機能としての記憶力、注意力、集中力も必要とされる。高齢者がSSEを継続実践することにより、身体機能の向上だけでなく、認知機能の保持にも効果があることが確認されている。1回あたりの教室時間は120分間であり、その内訳は、10分間の準備運動、40分間のSSE、そして5分間の休憩を入れた後、20分間のレクリエーション、15分間の筋力運動と整理運動へと続く。最後の30分間は和室に座布団を敷き、

お茶を飲みながらリラックスした雰囲気の中で講話を聴いたり、参加者同士または参加者とスタッフで会話を楽しむ。これは、健康づくりや介護予防に関する知識を習得すると同時に、知的活動に参加することによる脳機能賦活も企図している。さらに、他者との会話を通じた社会ネットワークを広げることや、お茶当番を決めるなどの役割を担うことを通じた教室参加へのモチベーションの維持など、広義の心理社会機能を高められるプログラム構成とした。

大蔵ら (2010)¹⁰⁾ は、上記のプログラムを週1回の頻度で3ヵ月間 (全11回) 行ったところ、ファイブコグ検査による注意 (18.9点→21.5点)、記憶 (14.7点→17.9点)、思考能力 (10.1点→11.1点) および5つの認知機能要素の合計得点 (65.3点→73.3点) において有意な向上が認められたことを報告している。

運動による認知症予防のメカニズム

運動が認知機能を向上させるメカニズムのひとつとして、循環器系機能の改善が挙げられる。認知機能は脳細胞内プロセスの影響を強く受けることが知られているが、循環器系機能の改善が脳細胞内プロセスに好影響を与えるとの報告がある¹¹⁾。さらに別の可能性として、インスリン様成長因子 (insulin-like growth factor ; IGF-1) や脳由来神経栄養因子 (brain-derived neurotrophic factor ; BDNF) などの神経成長因子が、ニューロン新生を促進し、結果としてシナプスの残存率や可塑性を高める可能性も考えられる^{12,14)}。しかし、運動が認知症予防や高齢期における認知機能の保持・向上をもたらすメカニズムの詳細は現在のところ不明であり、今後の解明が待たれる。

一方、運動が脳機能に間接的に与えるよい効果として、アルツハイマー病の危険因子とされる肥満の予防や脳血管障害の予防がある。継続的な運動は、高血圧発症の抑制、脂質代謝悪化の抑制 (改善)、血小板凝集能の抑制、神経

成長因子の増加、肥満の抑制につながり、その結果として、アルツハイマー病の予防や発症の遅延化をもたらすと考えられる。このような観点から、運動の習慣化は生活習慣病の予防・改善と認知症の予防というダブルの効果を期待できる。生活習慣病と認知症を連続した病態と捉え、できるかぎり早期から運動を習慣化し、徹底した予防に備えることが理想である。

おわりに

医学的にみて危険性が潜んでいるからといって運動やスポーツを禁止することは、一番肝心な生きがいを奪い取ることになりかねない。その一方で、運動といえる運動をほとんどしていない高齢の有所見者に対して、要介護予防・寝たきり予防のために有効であるからという短絡的な理由で、運動を強要することもまた適当ではない。高齢になって生きがいに変化してきている、あるいは元気よく生き抜く意欲が低下してきているなかで、運動を半ば強制的に勧められることは、ストレスにもなる。あくまで自分らしく日々を楽しみながら生きるためには、死を想定した運動への取り組み方 (スポーツ死生論) を醸成しながら、良質の健康づくり支援を展開していくことが大切である。

アメリカを中心とする欧米式の科学的運動処方 (実は科学としては、根拠が非常に乏しい域にある) に、中国やインド・日本などの東洋的文化 (食文化、儒教の精神、中国古来の体操など) を加味して、欧米諸国のものより一歩前進した運動処方箋 (科学と感性の融合) をアジア諸国から発信しながら、国民のQoLを支援していくことが望まれる。

文献

- 1) Van Norman KA, Exercise Programming for Older Adults. Human Kinetics, 1995.
- 2) 厚生労働省, 平成 20 年国民健康・栄養調査結果の概要 (<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2009/11/dl/h1109-1b.pdf>).
- 3) Paffenbarger RS Jr. et al., *Ann Med.* 1991; 23: 319-27.
- 4) Sesso HD et al., *Circulation.* 2000; 102: 975-80.
- 5) 田中喜代次 他 編, 中高年者のための運動プログラム—病態別編—, ナッブ, 2006.
- 6) Knowler WC et al., *N Engl J Med.* 2002; 346: 393-403.
- 7) Yaffe K et al., *Arch Intern Med.* 2001; 161: 1703-8.
- 8) Larson EB et al., *Ann Intern Med.* 2006; 144: 73-81.
- 9) Anderson-Hanley C et al., *J Clin Exp Neuropsychol.* 2010; 32: 996-1001.
- 10) 大藏倫博 他, 日本認知症ケア学会誌. 2010; 9: 519-30.
- 11) Kramer AF et al., *J Appl Physiol.* 2006; 101: 1237-42.
- 12) Borst SE et al., *J Am Geriatr Soc.* 2002; 50: 884-8.
- 13) Cotman CW et al., *Trends Neurosci.* 2007; 30: 464-72.
- 14) 本山輝幸 他, 臨床スポーツ医学. 2012; 29: 641-6.

Profile

田中喜代次 (たなか きよじ)

筑波大学体育系・筑波大学大学院 人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻 教授

1952 年生まれ, 1983 年 筑波大学大学院体育科学研究科修了, 同年 大阪市立大学 保健体育科 講師, 1989 年 筑波大学 体育科学系 講師, 1993 年 同 助教授, 2004 年 筑波大学 体育科学系 教授, 現在に至る。所属学会: 日本健康支援学会 理事長, 日本体力医学会 理事, 公益財団法人体力づくり指導協会 理事, メディカルフィットネスフォーラム 会長, アメリカスポーツ医学会 評議員など。

大藏倫博 (おおくら とむひろ)

筑波大学体育系・筑波大学大学院 人間総合科学研究科 体育科学専攻 准教授

1972 年生まれ, 2000 年 筑波大学大学院博士課程体育科学研究科修了, 2003 年 ルイジアナ州立大学 ポスドク研究員, 2004 年 筑波大学 体育科学系 講師, 2010 年 筑波大学 体育系 准教授, 現在に至る。所属学会: 日本体育測定評価学会 常任理事, 日本体力医学会 評議員, 日本肥満学会 評議員, NPO 法人スクエアステップ協会 理事長。

小林裕幸 (こばやし ひろゆき)

筑波大学附属病院 水戸地域医療教育センター 水戸協同病院 総合診療科 准教授

1965 年生まれ, 1990 年 防衛医科大学卒業, 1998 年 防衛医科大学 総合臨床部 助手, 2007 年 同 講師, 2009 年 筑波大学 水戸地域医療教育センター 准教授, 現在に至る。

健康と運動の疫学入門

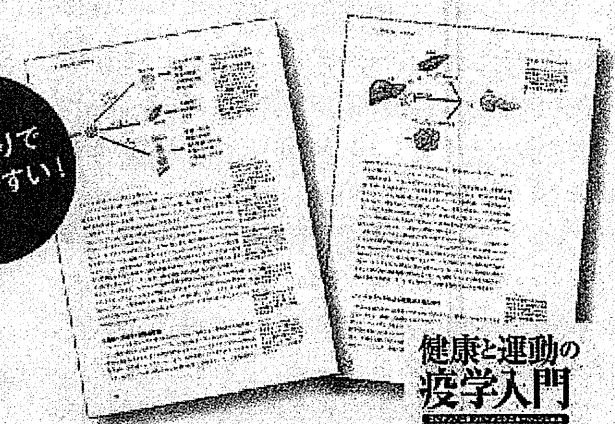
エビデンスに基づくヘルスプロモーションの指南

監修 熊谷秋三 編著 田中喜代次 / 藤井宣晴
澤田 亨 / 内藤義彦

運動疫学におけるわが国初入門書

超高齢社会、ストレス社会の現代において、肥満をはじめとする生活習慣病、ストレス関連疾患、認知症など、運動や身体活動不足が誘発する疾患が急激に増加している。本書は、こうした疾患の発症原因やその変動の様子を明らかにし、さらにはその予防や症状改善に有効な知見を提供する学問「運動疫学」とは何かを紹介するわが国初の入門書である。

2色刷りで
分かりやすい!



B5判 / 240頁 / 本体価格4,980円
2色刷 ISBN978-4-287-19001-2

目次

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 第1章 健康・運動の疫学の基礎 | 第4章 運動行動の政策支援と展望 |
| 第2章 健康支援の基礎理論 | 第5章 運動疫学研究の問題点と今後の課題 |
| 第3章 健康・運動の疫学・各論と対人支援 | |

健康と運動の疫学入門

エビデンスに基づくヘルスプロモーションの指南



医学出版 113-0033 東京都文京区本郷2-27-18 【販売部】 ☎ 03-3813-8881 FAX 03-3818-7888

www.igaku.co.jp

筋力トレーニングが高齢者の認知機能に与える影響

本山輝幸^{*1}, 朝田 隆^{*2}, 木之下 徹^{*3}
大藏倫博^{*4}, 田中喜代次^{*4}

はじめに

わが国では、超高齢社会の到来に伴って認知症高齢者がさらに増加することが見込まれており、これからの医療・介護・福祉の分野における最大の社会問題の一つに位置づけられるであろう。介護保険を利用する認知症高齢者の数は、2005年には約205万人であったが、2035年には約2.2倍の445万人に増えると推計される¹⁾。今後の日本が対応すべき社会的課題は、認知症高齢者に対するケア・システムの整備と同時に、2,700万人以上とも推計されている認知症未発症の地域在住高齢者(軽度認知障害を有する人および一般高齢者)に対する、効率的な認知症予防サービスを講じることであろう。

近年、疫学的研究が進み、認知症の発症に対する生活習慣の関与の強いことが明らかになった。認知症予防の有効策は、認知症発症のリスクファクターである高血圧、不適切な食習慣、知的活動や余暇活動の減少、さらには体力の低下などを直接的に防止するストラテジーを確立することであろう。最近の研究では脳には可塑性があり、認知機能の低下を早期の段階で発見することができれば、運動や認知トレーニングなどの習慣化によって改善が可能であるとする報告は少なくない^{2,3)}。

運動(特に有酸素性運動)が脳機能に直接的に及ぼす効果として、脳における循環器系・代謝系機能の改善⁴⁾と神経伝達物質の増加⁵⁾が仮定されている。また、間接的な効果としては、肥満の予防や脳血管障害の予防などがあげられる。運動の習慣化は、血圧の上昇抑制、血清脂質の適正值化、血小板凝集能の抑制、神経成長因子の増加、肥満抑制などにつながり、それらの相乗効果として、アルツハイマー病の予防や発症の遅延化をもたらすと考えられる。いくつかの疫学的調査研究^{6,7)}は、継続的な運動の実践がアルツハイマー病の発症リスクを低減する可能性を示唆している。事実、有酸素性運動が認知機能に与える効果を検討した研究は数多く、これまでにいくつかのメタアナリシスを用いた論文^{8~10)}でその有効性は認められている。しかし、レジスタンス(筋力)トレーニングが高齢者の認知機能に与える影響を報告した研究^{11~13)}は散見されるにすぎず、その効果についても見解に一致をみない。また、筆者らの知る限り、認知症予防事業の対象となる軽度認知障害(mild cognitive impairment: MCI)の高齢者を対象とした報告はほとんど見当たらない。

若年者や高齢者にかかわらず、人が体を動かそうとする時、脳において誘発された活動電位(電気信号)は運動神経を通過して筋肉へと伝えられ、筋収縮が起こる。そして、筋収縮それ自体が筋への刺激となる。この筋への刺激は筋紡錘から脊髄を通過して脳幹に達し、その後、小脳を介して大脳に到達する。刺激が筋から脳へ伝わる経路は感覚神経である。そこで筆者らは、より多くの運動単

*1 総合能力研究所
*2 筑波大学医学医療系
*3 こだまクリニック
*4 筑波大学体育系

研究発表

表1 対象者の特徴

	全体 (n=31)	一般高齢者 (n=23)	MCI 高齢者 (n=8)	p 値
年齢(歳)	72.1±6.1	70.8±5.7	75.9±5.7	0.094
女性の人数(割合, %)	21(68%)	15(65%)	6(75%)	0.677
教育年数(年)	12.7±2.9	13.0±2.7	12.0±3.8	0.334

位(筋線維)による、より大きな筋力発揮が脳にもたらすフィードバックは、筋収縮による脳への刺激感度を高める(感覚神経が促通する)のではないかと考え、これらのことが結果として、認知機能にも好影響を与えうるとの仮説を立てた。

ゆえに本研究の目的は、比較的高強度の筋力トレーニング実践が、地域在住高齢者の認知機能にいかなる影響を与えるかについて検討することとする。また、ベースラインにおける認知機能水準が筋力トレーニングの効果に影響を与えうるかについても、併せて検討することとした。

方法

1. 対象

本研究の対象者は、神奈川県Y市に在住し、自立した生活をおくる高齢者31名であり、平成21年9~12月の3ヵ月間(週1回、全11回)の筋力トレーニングを中心とした介護予防教室に参加した者とした。

なお、本研究では、目的で記載したように、ベースラインにおける認知機能水準が筋力トレーニングの効果に影響を与えうるかどうかを明らかにすることを主要な目的の一つとしている。そこで、対象者をMCI高齢者と一般(MCIでない)高齢者の2群に分けて検討することとした。MCIとは、認知症とはいえないが、知的に正常ともいえない中間状態を指す¹⁴⁾。本人や家族から、もの忘れの訴えがあることや神経心理検査により年齢からみて記憶障害が確認されるが、基本的な日常生活は正常に行える場合にMCIと判定される。本研究では、一般的なMCI判定法¹⁴⁾を参考に、加齢関連認知機能低下(aging-associated cognitive decline)¹⁵⁾の概念を取り入れることで、記憶能力のスコアが母集団の平均値-1SD未満である場合と定義した。

後で記述する認知機能検査の結果に基づき、一般高齢者とMCI高齢者に分類したところ、一般高齢者群は23名、MCI高齢者は8名となった。なお、平均年齢(一般70.8±5.7歳、MCI75.9±5.7歳)および各群に含まれる女性の割合(一般65%、MCI75%)、教育年数(一般13.0±2.7年、MCI12.0±3.8年)に2群間で有意差はみられなかった(表1)。

なお、本研究では、研究の実施に先立ちY市の地域包括支援センター職員に研究の主旨を説明した。また、すべての参加者には、調査協力を拒否しても不利益を被らないこと、データを研究以外に使用しないこと、プライバシーを保護することについて文書と口頭で説明を行い、本人署名の同意書を得た。

2. 認知機能検査

介護予防教室の前後で、参加者全員の認知機能を評価した。認知機能の評価には、ファイブ・コグ検査¹⁶⁾およびMini-Mental State Examination (MMSE)¹⁷⁾を採用した。

3. ファイブ・コグ検査

本検査は日本人高齢者を対象として開発された認知機能検査であり、5つの認知機能要素(注意、記憶、視空間、言語、思考)が含まれる。日本人の情緒や文化的背景に合わせたテストとして、日本の地域在住高齢者を対象とする認知症予防プログラムの効果判定などで用いられている¹⁸⁾。

当検査に際しては、ファイブ・コグ専用のDVDメディアを使用した。DVDを投入したパソコン画面を液晶プロジェクターでスクリーンに投影し参加者に対して一斉に検査を行った。用意された測定用紙に年齢や教育年数などの記入後、音声と映像に従って、5つの認知機能(① 注意：文字位置照合、② 記憶：手がかり再生、③ 視空間

認知：時計描画，④ 言語：言語流暢性，⑤ 思考：共通概念抽出)に関する課題が与えられた。検査全体に要する時間は説明および練習時間を含め約 45 分間とした。

4. Mini-Mental State Examination (MMSE)¹⁷⁾

MMSE は、1対1の個別面談形式によるスクリーニングテストであり、11項目の質問(時間の見当識、場所の見当識、即時想起、計算、遅延再生、物品呼称、文の復唱、口頭提示、書字提示、自発書字、図形模写)から構成され、信頼性や妥当性が高く、世界中で使用されている。30点満点で評価し、MCI者と健常者のカットオフ値は26/27点である。

5. 介護予防教室(筋力トレーニングのプログラム)

筋力トレーニングは週に1回、筋力トレーニングに精通した経験豊富なインストラクターの指導のもと行われた。使用する部位のストレッチの後、下腿三頭筋から始め、大腿四頭筋、大腿二頭筋、内転筋、大殿筋、腹直筋、大胸筋、脊柱起立筋、広背筋、三角筋、僧帽筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋の順序とした。トレーニング部位を下肢から始めて上肢で終了するのは、筋ポンプ作用を活用することで血流を効率よく上半身に戻し、下肢に血液が滞留して起こる貧血を防ぐためである。各部位に負荷される抵抗は自重(自身の体重)によるものであるが、効率よく大きな負荷がかかるよう関節角度や筋の緊張(収縮)時間を十分に考慮している。トレーニング部位は毎回同じとし、トレーニング回数は、対象者の習熟度や身体の状態を注意深く観察しながら、インストラクターの判断により毎回漸増していった。

なお、トレーニング中は、多くの筋線維を稼働させ、高い筋出力を得て、より強い運動刺激を脳に与えることを意図して、トレーニングする筋肉の部位に集中するよう繰り返し指示した。これは、強い運動刺激が感覚神経を通して脳にフィードバックされることを期待しているためであり、集中という意志的努力により脳幹網様体、特に中脳網様体の上行性インパルスと下行性インパルスの促通による脳機能の賦活を狙いとしている。また、本トレーニングプログラムでは、筋肉の緊張(収縮)時間と強度が長め・高めに設定されてい

る。これは筋中に乳酸を溜め、脳下垂体における成長ホルモンの分泌促進を期待するものである。つまり、このトレーニングは、明らかに速筋線維をターゲットとしたものであり、脳と筋肉の感覚神経の促通、筋肉の超回復、成長ホルモンの分泌量増加に重点をおいた、自重負荷による高強度トレーニングといえる。

統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示した。2群間における各項目の平均値の差に関する検討にはスチューデントのt検定を用いた。同一群の教室前後の比較には対応のあるt検定を行い、併せて効果量(d)も算出した。また、認知機能に与える時間経過(教室前 vs. 教室後)と対象者の特性(一般 vs. MCI)の影響を検討するために、2要因分散分析(1要因のみ対応あり)を行い、その後の多重比較検定では Bonferroni 調整法を採用した。すべての統計処理には SPSS Statistics 17.0 for Windows を用い、統計的有意水準は5%とした。

結果

表2には、介護予防教室の前後における一般高齢者と MCI 高齢者の認知機能の変化を示した。ゴシック体(太字)で表示した部分は、ベースラインにおいて、一般高齢者と MCI 高齢者の間に有意差が認められた項目を示している。すなわち、言語能力を除くすべての認知機能要素で MCI 高齢者は一般高齢者より有意に低値を示した。

また、一般高齢者の認知機能を教室の前後で比較(対応のあるt検定)した場合、視空間能力を除くすべての項目で有意な向上がみられた。MCI 高齢者においては、注意能力と言語能力の2項目を除くすべてで有意な向上がみられた。なかでも、記憶能力は 5.5 ± 2.1 点から 13.9 ± 1.8 点と2.5倍以上(+152%)の向上であった。各群の効果量は表2に示した通りである。

「時間経過」と「対象者の特性」の2要因による交互作用が認められた項目についてグラフ化(視覚化)した。すなわち、図1には視空間能力を、図2には MMSE のデータを示した。いずれも、