〈原 著〉

地域在住高齢者の身体機能と高齢者筋力向上トレーニングによる 身体機能改善効果との関係

新井 武志¹⁾²⁾ 大淵 修一²⁾ 小島 基永²⁾ 松本 侑子²⁾ 稲葉 康子¹⁾

要 約 目的：本研究は、地域在住高齢者の介入前の身体機能レベルと運動介入による身体機能改善効果との関係を明らかにすることを目的とした。**方法：**対象は東京都内の7つの自治体の地域在住高齢者276名(平均年齢 75.3 ± 6.5 歳)であった。個別評価に基づいて高負荷筋力増強トレーニングとバランストレーニング等を組み合わせた包括的な運動トレーニングを3カ月間行った。運動介入の前後に最大歩行速度、Timed Up and Go、開眼・閉眼片足立ち時間、ファンクショナルリーチ、筋力、長座位体前屈などの身体機能測定を行い、各体力要素の改善効果と初期の身体機能レベルとの関係を検討した。**結果：**対象者の運動介入前の平均最大歩行速度は 85.8 ± 30.6 m/分と虚弱な対象であったが、トレーニングの脱落率は8.0%と低値であった。トレーニング後、閉眼片足立ちを除き、すべての身体機能において有意な改善を認めた($p < .01$)。最大歩行速度の変化量以外、身体機能の変化量・変化率は、初期の身体機能レベルと負の相関を示した($|r| = .20 \sim .59$, $p < .01$)。また、重回帰分析の結果、各身体機能の変化量を説明する変数として複数の身体機能要素が抽出された。**結論：**虚弱高齢者を含んだ対象への運動介入の結果、身体機能レベルが低い者ほど、身体機能改善効果が高いことが示された。適切な対象を選択することがトレーニングの効果を高める重要な点であることが示唆される。トレーニングの対象をより明確にして介入を加える、いわゆるハイリスクアプローチが有効であると考えられることができる。

Key words：地域在住虚弱高齢者、高齢者筋力向上トレーニング、身体機能

(日老医誌 2006; 43: 781-788)

緒 言

介護予防には生活習慣病の予防に取り組むだけでは十分でないことが指摘されている¹⁾。高齢者の生活に不具合をもたらし、生活機能が低下していく過程を原因から探れば、筋・骨・関節・神経系といったいわゆる運動器に関係する要因が大きいことがわかる²⁾³⁾。高齢期においては、筋量・骨量の低下、神経系の機能低下などから歩行能力やバランス機能の低下、転倒およびそれに伴う骨折リスクの増加などが指摘され、身体機能を維持、向上させることの重要性が指摘されている^{4)~6)}。

先行研究によれば、後期高齢者や身体機能が弱化した虚弱高齢者など、さまざまな対象において適切な運動介入を行うことによって機能回復が可能とされている^{7)~9)}。しかし、高齢者とひとくくりと言っても、身体機能には個人差が大きく¹⁰⁾¹¹⁾、同じような運動介入を行ったとし

てもその効果の出現のしかたは個人によって異なることが予測される¹²⁾。また、高齢者の転倒リスクの低下を目的とした運動介入の研究をレビューした報告によれば、転倒リスクが極端に高いあるいは極端に低い対象に対する運動介入は効果を挙げにくいことが報告されている^{13)~15)}。

高齢者の数は今後も増加が見込まれているが、予防的施策に利用できる社会的資源(マンパワー、施設、設備、財政等々)は有限である。用いる手段(介入方法)と効果(個々人の機能向上)の現れかたの関係を整理することなしに、限られた資源を有効に活用して効果的な施策を実施することは難しいと考えられる。したがって、これらの背景を考えれば、どのような対象に対してどのような運動介入を行うのが効果的なのか、方法と対象を整理する必要がある。しかし、高齢者個人の身体状況と筋力トレーニングによる効果の現れ方を検討した調査は我々が調査した範囲では見当たらず、その関係は明らかにはなっていない。

そこで本研究では、筋力増強トレーニングを中心とした運動プログラムに参加した地域在住高齢者の身体機能

1) T. Arai, Y. Inaba: 北里大学大学院医療系研究科

2) T. Arai, S. Obuchi, M. Kojima, Y. Matumoto: 東京都老人総合研究所介護予防緊急対策室

受付日: 2006. 3. 15, 採用日: 2006. 6. 30

の改善効果と、初期(運動介入前)の身体機能レベルとの関係について検証した。なお、本研究では大学や研究室といった設定ではなく、地域で実際に行われた事業に参加した地域在住高齢者を調査の対象とし、効果的な介護予防施策の策定に役立つ情報を得ることを目的とした。

方 法

1. 対象

本研究の対象者は、平成16年度に東京都内の7つの自治体にて介護予防・地域支え合い事業として実施された「高齢者筋力向上トレーニング」に参加した地域在住高齢者276名(男性101名、女性175名、平均年齢 75.3 ± 6.5 歳)であった(表1)。参加者は、事前に高齢者筋力向上トレーニングの内容や期待される効果、リスク等を十分に説明され、トレーニング参加の同意を書面にて確認した上で参加した。対象者の測定データは、事業を実施した各自治体において保管され、本研究のために個人情報特定されない形で集積されたものを2次的に使用した。

本事業を実施した自治体では、高齢者筋力向上トレーニングの参加者について、老研式活動能力指標の上位5項目で評価される手段的日常生活動(Instrumental Activity of Daily Living; 以下IADLと略す)になんらかの障害がある者、または公的介護保険制度の要介護認定(要支援から要介護2まで)がある者、または最大の歩行速度が80m/分を下回る者とした。身体的虚弱の定義については、今のところ定まった学術的な定義はないが、本研究では、前述のIADLの障害、あるいはShinkaiら³⁾の調査から高齢者の生活機能予後の予測因子として最も妥当と考えられる最大歩行速度を用いて定義した。地域在住高齢者の平均の最大歩行速度100m/分から約1標準偏差分低い80m/分を下回る者を虚弱と考え対象とした。ただし、事前の検診により、除外基準(表2)に該当するものは除外された。公的介護保険の要介護認定のある者については、厚生労働省の示す介護予防・地域支え合い事業高齢者筋力向上トレーニング実施要綱に従ってトレーニング期間中に介護保険による通所および訪問のリハビリテーションサービスを利用していないことを条件とした。今回は地域の自治体で行われる事業であり、参加の障害となる可能性を考慮し、認知機能の評価は行われていない。しかし、かかりつけ医からのトレーニング参加承諾書および事前の問診等によって、認知症と診断されている者や認知機能の低下が疑われる者が含まれる可能性が低いことを確認した。

2. 方法

1) 基礎資料調査

対象者は事前に身長・体重、Body Mass Index(以下BMIと略す)などの身体測定、老研式活動能力指標等の基礎資料調査を行った。また、参加者は理学療法士による理学的評価、必要に応じて医師による問診等を行った。

2) 身体機能評価項目

対象者は、トレーニングの前後に以下に示した体力測定を行った。各項目の体力測定の方法を以下に簡単に示した。

①最大歩行速度

被検者は、5mの歩行時間測定区間の前後に3mずつの加速および減速路を取った合計11mを歩き、検者はストップウォッチにて被検者が測定区間の5mを通過する時間を測定した。そこから分速を小数点以下第1位まで計算した。被検者に対する教示は「できるだけ速く歩いてください」と統一した。測定は原則として2回行い、大きいほうの分速(m/分)を記録とした。

②握力

市販の握力計を使用し、立位で握力計を体側に保持して測定を行った。測定は利き手あるいは強いほうの手で2回行い、小数点以下第1位まで記録し大きいほうの値(kg)を記録とした。

③ファンクショナルリーチ(以下FRと略す)

被検者は壁の横で開始姿勢(両下肢を肩幅程度に開いた安定した立位姿勢で、壁側の上肢の肘を伸ばしたまま肩関節を90°屈曲した姿勢)をとり、壁側の上肢をその高さを保ったまま最大限前方に伸ばして元の姿勢に戻る動作を行った。検者は、握った拳の先端の開始位置から前方に最大伸ばした位置までの水平移動距離(cm)を小数点以下第1位まで測定した。測定は2回行い大きいほうの値を記録とした。

④長座位体前屈

被検者は、壁を背にして初期姿勢(脊柱を伸ばして、壁に腰部および背部をぴったりつけた長座位姿勢)をとり、その姿勢から把持した測定器のカーソルを膝関節を屈曲させることなくできるだけ前方へ移動させた。検者はカーソルの移動距離(cm)を小数点以下第1位まで測定した。測定は2回行い大きいほうの値を記録とした。

⑤開眼および閉眼片足立ち時間

被検者は検者の開始の合図で片足立ち姿勢(両腕を体側に垂らし、どちらかの足を床面から離す。閉眼の場合は片足を上げて目を瞑った時点から測定を開始)をとり、検者は被検者がその姿勢を維持できなくなるまでの時間

(秒)をストップウォッチにて小数点以下第1位まで測定した。測定は開眼・閉眼それぞれ2回ずつ行い最も大きい値を記録とした。開眼の場合は60秒、閉眼の場合は30秒を上限とした。

⑥ Timed Up and Go Test (以下 TUG と略す)

Podsiadlo D ら¹⁶⁾の方法を参考に、以下のごとく原法を若干改変した方法を用いた。被検者は椅子座位をとり、検者の開始の合図で椅子から立ち上って3m先の目標物(コーン)を歩いて回り(原法では3m先の線で折り返し)再び椅子に座る動作を行った。検者は動作開始から動作終了(臀部が座面に着く)までの時間(秒)をストップウォッチにて小数点以下第2位まで測定した。指示は「できるだけ速く回ってください」に統一した。測定は2回行い最も小さい値を記録とした。

⑦ 膝伸展筋力

被検者はトリートメントテーブルに端座位姿勢をとり、下腿部を下垂させ膝関節を90度屈曲させた開始姿勢をとった。検者は膝関節に痛みがないことを確認し、簡易型膝伸展筋力測定器(Isoforce GT610S:OG技研社製)を外果上方5cmのところに固定した。利き足もしくは強いほうの足の等尺性の最大膝関節伸展筋力(N)を計測した。測定は2回行い最も大きい値を記録とした。

3) トレーニングプロトコル

各自治体が高齢者筋力向上トレーニング事業に用いたプログラムは、過去の研究成果から虚弱高齢者の身体機能改善に有効である¹⁷⁾と考えられる包括的高齢者運動トレーニング(Comprehensive Geriatric Training; 以下 CGT と略す)¹⁸⁾であった。介入および評価のプロトコルは、高齢者筋力向上トレーニング事業に関係するスタッフが参加を義務付けられている研修会を通じて各自治体で統一されているものであった。このプログラムは、筋力やバランス機能、柔軟性など身体諸機能を包括的にトレーニングするものであり、厚生労働省の定める介護予防・地域支援合い事業高齢者筋力向上トレーニングの実施要綱に合致するものであった。CGTは、ウェイトトレーニングマシン(以下マシンと略す)を用いた高負荷の筋力トレーニングにバランストレーニングなどを組み合わせたプログラムを、1回約90分間、週2回、3カ月間にわたって実施するものであった。スタッフとして、医師(非常勤)、看護師、理学療法士、運動指導員等がチームで介入にあたった。スタッフの主な役割として、医師や看護師はエントリー判定や対象者の医学的管理を行った。理学療法士は身体機能(理学療法)評価や痛みの管理、個別運動プログラムの作成および個別対応を行った。運動指導員は準備運動やマシントレーニングな

ど全体プログラムの指導にあたった。毎回、運動開始の前後には、血圧・脈拍などのバイタルサインチェック・簡単な問診・十分なウォーミングアップおよびクーリングダウンを行った。運動実施中は指導員が適宜自覚的な疲労感や体調の変化を聴取し、痛みがある場合は理学療法士が運動の範囲を限定するなどの対応を行った。また、運動中に水分摂取を行わせたりするなど高齢者が安全に運動に取り組めるような管理を行った。

3カ月の期間のうち、最初の1カ月間は、高齢者が運動に慣れるためのコンディショニング期間とした。2カ月目以降は本格的な筋力増強期とし、1回最大挙上重量(One Repetition Maximum Test: 以下 1RM と略す)などを測定、1RMの60%以上の高負荷・低反復(10回の反復を2~3セット)トレーニングを実施した。また、対象者の体力、機能レベルが上がるのに合わせて、マシンを使わないバランストレーニングなどの機能的トレーニングも、より難易度が高いものへと内容を変更した。最後の3カ月目については、機能的トレーニング期とし、マシンを使用した高負荷の筋力トレーニングは継続しながらも、最終的には虚弱高齢者の日常生活動作能力が向上するように、より機能的なトレーニングに時間を割いた。

4) データの解析

各測定項目の介入前後の比較については対応のあるt検定を用いた。t検定において有意な改善のあった項目の介入前後での変化量および変化率を算出し、初期値と変化量の関係についてPearsonの相関係数および年齢を調整した偏相関係数を用いて評価した。高齢者の身体状況によって測定できない項目もあり、そのデータは欠損値としてトレーニングの前後で測定ができた者のデータのみを解析に用いた。(注: Timed up and go testのみトレーニング前の値からトレーニング後の値を引き、改善すると変化量が正の値となるよう計算した)。また、身体機能の改善量に寄与する因子を抽出するため、すべての体力測定の実えた対象者のデータによる多変量解析を行った。解析はステップワイズ法を用いた重回帰分析を用い、従属変数を変化量、独立変数を各体力測定の初期値とした(年齢、性別、身長、体重、BMIは強制投入)。統計処理にはSPSS 13.0 for Windowsを使用し、有意水準はいずれも危険率5%未満とした。

成 績

1. 脱落

トレーニングに参加した276名のうち、最終評価に参加したのは254名であった。期間中に参加を中断し3カ

図1 ファンクショナルリーチの初期値と変化量の関係

表1 自治体別参加者数内訳 (人)

自治体	全体	男	女	平均年齢
A	29	16	13	73.9±5.6
B	27	8	19	74.2±6.7
C	30	8	22	75.8±7.3
D	38	12	26	75.5±4.6
E	58	25	33	78.0±6.8
F	42	23	19	72.3±5.8
G	52	9	43	76.8±6.7
全体	276	101	175	75.3±6.5

表2 エントリー除外条件

1. 最近6カ月以内に心臓発作または脳卒中の発作を起こした
2. 急性の肝臓機能障害または慢性のウイルス性肝炎の活動期である
3. 糖尿病があり、過去に低血糖の発作を起こしたことがある
 - ・空腹時血糖が200mg/dl以上である
 - ・網膜症や腎症などを合併している
4. 収縮期血圧180mmHg以上または拡張期血圧110mmHg以上である
5. 脳血管疾患やアルツハイマー病などで認知症があり、事業参加が不可能であると思われる場合
6. なんらかの心臓病がある
7. 急性期の整形外科的疼痛および神経症状がある
8. 骨粗鬆症で、かつ圧迫骨折の既往がある
9. 参加が困難であると医師が認めた場合

※1～4は絶対除外条件、5は面接者の判断、6～9はかかりつけ医に相談した上で判断する

表3 トレーニング前後での変化

身体機能 (単位)	n	トレーニング前 平均値 ± SD	トレーニング後 平均値 ± SD	p 値	変化量 平均値 ± SD	変化率 (%) 平均値 ± SD
年齢 (歳)	276	75.3±6.5				
身長 (cm)	247	153.4±9.2				
体重 (kg)	276	54.7±10.2				
BMI	247	23.1±3.4				
老研式活動能力指標 (/13)	228	11.4±2.3				
最大歩行速度 (m/分)	245	86.4±30.1	97.5±32.8	.000	11.1±15.9	15.3±22.4
握力 (kg)	254	23.1±7.0	24.3±7.0	.000	1.2±2.9	4.8±14.9
ファンクショナルリーチ (cm)	254	29.2±6.8	31.8±6.7	.000	2.6±5.6	11.9±24.2
長座位体前屈 (cm)	250	29.1±10.8	32.4±9.8	.000	3.3±7.6	21.0±44.5
開眼片足立ち (秒)	245	26.4±22.6	29.9±22.5	.000	3.5±14.3	77.2±240.3
閉眼片足立ち (秒)	229	4.3±4.4	4.7±4.2	.153	0.4±4.3	49.4±125.3
Timed Up and Go (秒)	242	8.5±4.3	7.3±3.6	.000	1.1±2.1	11.4±15.5
膝伸展筋力 (N)	252	234.6±94.9	262.0±103.8	.000	28.3±76.4	19.6±44.7

SD: Standard Deviation

月後の最終体力測定に参加できなかった者は22名 (8.0%) であった。

2. 体力諸要素のトレーニング前後での変化

トレーニング前後での身体機能諸項目の測定結果を表3に示した。参加者の身体機能によっては測定できな

かった項目があり、各項目の被検者数は一定ではない。

表3の平均値については、トレーニング前後の両方の測定が行えた被検者のデータを用いて表示した。

閉眼片足立ち (p=.153) を除いて、すべての身体機能測定項目がトレーニング前後で有意に改善した

表4 身体機能の変化とベースライン測定値との相関係数および年齢で調整した偏相関係数

身体機能 (単位)	n	変化量との相関係数		変化率との相関係数	
		相関係数	偏相関係数	相関係数	偏相関係数
最大歩行速度 (m/分)	245	- 0.09	- 0.09	- 0.32 **	- 0.32 **
握力 (kg)	254	- 0.20 **	- 0.25 **	- 0.34 **	- 0.40 **
ファンクショナルリーチ (cm)	254	- 0.43 **	- 0.49 **	- 0.54 **	- 0.58 **
長座位体前屈 (cm)	250	- 0.47 **	- 0.49 **	- 0.58 **	- 0.59 **
開眼片足立ち (秒)	245	- 0.32 **	- 0.32 **	- 0.31 **	- 0.33 **
Timed Up and Go (秒)	242	0.54 **	0.54 **	0.26 **	0.25 **
膝伸展筋力 (N)	252	- 0.27 **	- 0.32 **	- 0.44 **	- 0.47 **

** : $p < .01$

表5-1 重回帰分析の結果

	従属変数											
	歩行速度の変化量			握力の変化量			ファンクショナルリーチ の変化量			長座位体前屈の変化量		
	R = .158	β	p	R = .479	β	p	R = .612	β	p	R = .568	β	p
		定数	.659		定数	.388		定数	.837		定数	.153
独立変数		年齢	-.073		年齢	-.241		年齢	.285		年齢	-.088
		性別	.043		性別	-.250		性別	-.032		性別	.042
		身長	.398		身長	-.185		身長	-.261		身長	.509
		体重	-.523		体重	.414		体重	-.060		体重	-.705
		BMI	.330		BMI	-.178		BMI	.054		BMI	.526
		歩行	-.117		握力	-.549		FR	-.652		長座	-.557
					長座	-.203		歩行	.223		開眼	.173
					FR	.177			.000			.008

R : 重相関係数, β : 標準化偏回帰係数

表5-2 重回帰分析の結果

	従属変数								
	開眼片足立ちの変化量			Timed up and go の変化量			膝伸展筋力の変化量		
	R = .446	β	p	R = .707	β	p	R = .592	β	p
		定数	.149		定数	.016		定数	.199
独立変数		年齢	-.033		年齢	.044		年齢	-.117
		性別	.118		性別	-.002		性別	-.178
		身長	.758		身長	.928		身長	.678
		体重	-.966		体重	-1.61		体重	-.973
		BMI	.766		BMI	-1.17		BMI	1.51
		開眼	-.485		TUG	.721		膝伸	-.707
						.000			.000
		閉眼	.256		開眼	.159		握力	-.353
		歩行	.157			.007		FR	.179
								閉眼	-.178
								開眼	.146

R : 重相関係数, β : 標準化偏回帰係数

(p<.001).

3. 身体機能の初期値と身体機能の改善効果との関係

身体機能の初期値と変化量, 変化率の相関係数, および年齢で調整した偏相関係数を表4に示した。最大歩行

速度の変化量を除いたすべての項目で、初期値と変化量・変化率は有意な負の相関を認めた ($|r| = .20 \sim .59$, $p < .01$)。ファンクショナルリーチの初期値と変化量の関係を図1に示した。

4. ステップワイズ法を用いた重回帰分析の結果

身体機能の変化量を従属変数とした重回帰分析の結果を表5-1, 5-2に示した。各身体機能の変化量を説明する因子として複数の身体機能の初期値が抽出された。また、年齢については握力 ($\beta = -.241$, $p < .01$)、ファンクショナルリーチ ($\beta = .285$, $p < .01$) のモデルのみで有意な因子となった。

考 察

本研究では、介護予防・地域支え合い事業として都内の自治体で行われたCGTに参加した地域在住高齢者の身体機能の改善効果と参加者のもとの身体機能レベルとの関係について検討した。本研究では虚弱高齢者を対象とすべく、我々が身体的虚弱と考える定義に合致する者を対象者として運動介入を行ったが、本研究から得られた結果をすべての地域在住高齢者を対象とした運動介入に一般化することに限界があることを踏まえて考察する。

高齢者を対象とした運動介入では、様々な原因でプログラムが完了できない者が現れる⁹⁾。高齢者に対する筋力増強トレーニングによる介入研究では、マシンを使うもの、あるいは自宅で行うものであっても脱落率が高いものが多い¹⁹⁾²⁰⁾。今回の対象は、初期の最大歩行速度の平均値は 85.8 ± 30.6 m/分であった。これはShinkaiらが行った地域在住高齢者のデータ³⁾と比べ遅く、年齢の平均をみても75歳を越えており虚弱な高齢者を含んだ対象であったと考えられる。しかし、トレーニングによる脱落率は8.0%と低値であり、過去の研究と直接比較はできないにしても、プログラムのコンプライアンスは高く虚弱な地域在住高齢者にも受け入れやすいプログラムであることが示唆された。筋力増強トレーニングを用いた研究では、高齢者においても筋力が改善することが多くの研究で報告されている^{7)~9)}。Ferri Aらの研究では、1RMの80%の負荷量による週3回、16週間のトレーニングで膝伸展筋力が19.4%向上したことが報告されている²¹⁾。本研究はFerri Aらと比較すると期間、頻度、負荷量ともやや少ないが、下肢筋力(等尺性膝伸展筋力)は約20%の改善と同等の結果を得ている。本研究では、コントロール群がないという研究の限界があるものの、自治体(地域)が高齢者の身体機能向上を目的として実施した運動介入において、CGTプログラムを用いたこ

とは、効果、コンプライアンス、安全面などの点からみて妥当であったと考えられる。

次に、本研究の主題である地域在住高齢者の運動介入による身体機能の改善効果と初期の身体機能レベルとの関係について考察する。トレーニングに対応して筋力・体力が向上する可能性は「トレーナビリティ」と呼ばれている²²⁾。トレーナビリティは年齢、性別、遺伝的要素など身体の内因的因子と、トレーニングの種類・方法、生活環境といった外因的因子の影響を受けると考えられている²³⁾。今回の結果では有意な改善を示した身体機能の変化量・変化率が、初期値と有意な負(TUGの場合は正)の相関を示した。つまり、初期の身体機能が低ければ低いほど高い改善効果が期待できることが示唆された。一般に、筋力トレーニングなどの比較的高強度の運動は若年者あるいは高齢者の中でも比較的元気な者が行うものであると考えられてきた。しかし、本研究の結果は、辻ら¹²⁾が運動による最大酸素摂取量の改善率において示したように、より身体機能の低い者が下肢筋力を中心とした包括的なトレーニングに対してポジティブな反応を示すことを示したものである。加えて、重回帰分析の結果から、その反応には年齢や性の影響が少ないことが示唆された。つまり、CGTに対してはより虚弱な高齢者が高いトレーナビリティを示したものと考えられ、介護予防におけるハイリスクアプローチを考える上で重要な所見であるといえる。高齢者の運動機能の向上には、個別の評価を行い個別の運動処方を組んだものの効果が高いことが知られており²⁴⁾、対象の機能を踏まえた個性化へ対応することが重要であると考えられる。このCGTには医療と体育の専門スタッフが配置され、対象の身体機能やその改善状況に併せてプログラムを改変していく体制がとられており、従来の運動教室では行えなかった低体力者等への個別性の配慮が虚弱高齢者のトレーナビリティを引き出したものと考えられる。具体的には、コンディショニング期間に低負荷・高反復のトレーニングを行って運動の習熟度を高め、筋・関節等の運動対応能を高めたこと、ウェイトトレーニングマシンを用いて筋力トレーニングの負荷量を確実にコントロール(漸増)させたこと、機能的なトレーニングで日常生活活動能力の向上につながるトレーニングを入れたこと、理学療法士などが疾患やそれに伴う痛み等を管理したことなどが寄与したのではないかと考えられる。

今回の結果で、虚弱高齢者を中心とした対象において筋力のみでなくバランスおよび歩行機能も改善したことは、身体機能諸要素に対して包括的な対応を行ったことによるものであると考えられる。高齢者の歩行速度は下

肢筋力との密接な関係が指摘されている²⁵⁾²⁶⁾。また、高齢者においては、下肢筋力とバランス機能が密接に関係していることも指摘されており²⁷⁾、筋力トレーニングによって歩行速度、階段の昇り降り、バランス機能などが有意に改善することが報告されている²⁸⁾。しかし、一方でChandlerら²⁹⁾の報告にあるように、筋力増強トレーニングのみの介入による筋力の向上は、バランス機能の向上には寄与しないとの報告もある。また、重回帰分析の結果では、身体機能の変化量には複数の身体機能の初期値が関係していることが示された。このような背景を考えると、筋力増強のみ、あるいはバランストレーニングのみといった偏った運動、また、専門家が指導せずに自宅で続けるようなトレーニングや全員で同じ運動を行うグループトレーニングといった紋切り型の運動介入では、身体機能の低い虚弱高齢者の身体機能の改善効果は限られたものになる可能性が考えられる。

今回、CGTを用いることによって、身体機能の低下がある程度進んだ場合でも対応が可能になることが示唆されたが、今後、地域で実施されている様々な運動プログラムにおいても同様の調査を行い、方法と対象およびその効果について整理していくことが必要である。

文 献

- 1) 鈴木隆雄, 大淵修一: 指導者のための介護予防完全マニュアル 包括的なプラン作成のために, 財団法人東京都高齢者研究・福祉振興財団, 東京, 2004, p15.
- 2) Fujiwara Y, Shinkai S, Kumagai S, Amano H, Yoshida Y, Yoshida H, et al.: Longitudinal changes in higher-level functional capacity of an older population living in a Japanese urban community. *Arch Gerontol Geriatr* 2003; 36: 141-153.
- 3) Shinkai S, Watanabe S, Kumagai S, Fujiwara Y, Amano H, Yoshida H, et al.: Walking speed as good predictor for onset of functional dependence in Japanese rural community population. *Age Ageing* 2000; 29: 441-416.
- 4) Brown M, Sinacore DR, Host HH: The relationship of strength to function in the older adult. *J Gerontol* 1995; 50: M55-M59.
- 5) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988; 319: 1701-1707.
- 6) Rantanen T, Guralink JM, Ferrucci L, Leveille S, Fried LP: Coimpairments: Strength and balance as predictors of severe walking disability. *J Gerontol* 1999; 54: M172-M176.
- 7) Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ: High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990; 263: 3029-3034.
- 8) Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al.: Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994; 330: 1769-1775.
- 9) Meuleman JR, Brechue WF, Kubilis PS, Lowenthal DT: Exercise training in the debilitated aged: Strength and functional outcomes. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 312-318.
- 10) 木村みさか, 平川和文, 奥野 直, 小田慶喜, 森本武利, 木谷輝夫ほか: 体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連. *体力科学* 1989; 38: 175-185.
- 11) 南 雅樹, 出村慎一, 佐藤 進, 春日晃章, 松沢甚三郎, 郷司文男: 高齢者における形態および体力要因の加齢変化とその性差. *体力科学* 1998; 47: 601-615.
- 12) 辻 一郎: 介護予防の重要性を考える—健康寿命の視点より—, *理学療法* 2005; 22: 622-626.
- 13) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson M.C, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH: Interventions for preventing falls in elderly people, *Cochrane Database Syst Rev* 2003; (4): CD000340. Review.
- 14) Tinetti ME, Baker DI, McAvay G, Claus EB, Garrett P, Gottschalk M, et al.: A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med* 1994; 331: 821-827.
- 15) Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matters B, Shan A, et al.: The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: A randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 1685-1692.
- 16) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go"; a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-148.
- 17) 大淵修一: 平成12年度 老人保健健康増進等事業 介護予防としての高負荷筋力増強訓練の応用に関する調査事業報告書, 2001.
- 18) 大淵修一, 佐竹恵治: 介護予防 包括的高齢者運動トレーニング CGT/Comprehensive Geriatric Training, 総合医学社, 東京, 2004.
- 19) 西端 泉: 高齢者のマシントレーニングを使用したレジスタンストレーニングに伴う最大挙上負荷の増加. *体力科学* 2000; 46: 850.
- 20) McCool JF, Schneider JK: Home-based leg strengthening for older adults initiated through private practice. *Prev Med* 1999; 28: 105-110.
- 21) Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van Hoecke J, Narici MV: Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *Acta Physiologica Scand* 2003; 177: 69-78.
- 22) 金子公宥: トレーニングの科学, 現代体育・スポーツ体系第8巻 (浅見俊雄, 宮下充正, 渡辺 融編) 初版, 講談社, 東京, 1984, p13-14.
- 23) 村上晴香, 林 純一, 久野譜也: 運動の効果にみられる個人差, 高齢者の生活機能増進法 地域システムと具体的ガイドライン (岡田守彦, 松田光生, 久野譜也編), ナッパ, 東京, 2000, p211.
- 24) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH: Interventions for preventing falls in elderly people, *Cochrane Database Syst Rev*

- 2001;(3):CD000340. Review.
- 25) Judge JO, Underwood M, Gennosa T: Exercise to improve gait velocity in older persons. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74: 400-406.
 - 26) 山崎裕司, 横山仁志, 青木詩子, 黒澤保壽, 山田純生, 青木治人ほか: 高齢患者の膝伸展筋力と歩行速度, 独歩自立との関係. 総合リハ 1998; 26: 689-692.
 - 27) 笠原美千代, 山崎裕司, 青木詩子, 横山仁志, 大森圭貢, 平木幸治: 高齢患者における片脚立位時間と膝伸展筋力の関係. 体力科学 2000; 50: 369-373.
 - 28) Brill PA, Probst JC, Greenhouse DL, Schell B, Macera CA: Clinical feasibility of a free-weight strength training program for older adults. J Am Board Fam Pract 1998; 11: 445-451.
 - 29) Chandler JM, Duncan PW, Kochersberger G, Studenski S: Is lower extremity strength gain associated with improvements in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders. Arch Phys Med Rehabil 1998; 79: 24-30.

The evaluation of the relationships between physical factors and effects of exercise intervention on physical functions in community-dwelling older people

Takeshi Arai¹⁾²⁾, Shuichi Obuchi²⁾, Motonaga Kojima²⁾, Yuko Matumoto²⁾ and Yasuko Inaba¹⁾

Abstract

Aim: It is necessary to determine the effect of exercise on each individual in order to target a person for an exercise regimen intended to prevent specific health defects in the elderly. The purpose of this study was to evaluate the relationship between physical conditions and changes in functional measurements after exercise intervention.

Methods: Two hundred seventy-six subjects aged 60 years and older practiced exercise intervention for three months. The measurements were maximal walking speed, one-leg standing with eyes opened or closed, functional reach test, timed up and go test, sit and reach, handgrip strength, and knee extensor strength. We evaluated the associations between physical measurements and changes in functional measurements.

Results: Except for one-leg standing with eyes closed, all measurements of physical function were significantly improved after exercise intervention. The changes in functional measurements showed significant negative correlations with the initial physical performance measurements, except for maximal walking velocity.

Conclusions: These results provided valuable information on more effective strategies for improving or maintaining physical functions of community-dwelling older people. Comprehensive approaches that adapt the methods of training to the fitness level of each subject are needed to effectively improve the physical function of older people.

Key words: *Community-dwelling older people, Resistance training for senior, Physical function*

(Jpn J Geriatr 2006; 43: 781-788)

1) Graduate School of Medical Science, Kitasato University

2) Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, Department for Prevention of Dependence on Long-term Care