

【資 料】

虚弱高齢者における自重負荷およびラバーバンドを用いた筋力トレーニング効果に関する研究

坂戸 洋子¹⁾ 田 辺 解¹⁾ 半谷美夏²⁾ 久野 譜也¹⁾

EFFECTS OF WEIGHT-BEARING AND RUBBER BAND TRAINING ON FRAIL ELDERLY

YOKO SAKATO, KAI TANABE, MIKA HANGAI and SHINYA KUNO

Abstract

This study examined the effects of weight-bearing training on frail elderly whose level of care service is "care level 1" or "support required".

Thirty-seven frail elderly (67-94 years old, mean age 82.8 ± 6.8 years, men : N=8, 67-94 years, mean age 81.5 ± 9.8 years, women : N=29, 69-92 years, mean age 83.1 ± 5.8 years) participated in weight-bearing training including the use of a rubber band to improve physical function and lower limb muscle strength for eight weeks.

Subjects were measured by a physical fitness test before and after the training. Ninety-two percent of the subjects completed the study. There was a significant improvement in knee extension maximum strength (1 RM) ($p < 0.01$, $n = 32$), functional reach ($p < 0.01$, $n = 30$), and sit-and-reach ($p < 0.01$). There was a significant correlation between initial fitness level and improvement value (sit and reach : $r = -0.362$, $p < 0.05$, $n = 33$, functional reach : $r = -0.563$, $p < 0.01$, $n = 31$, stand up and sit down test : $r = -0.729$, $p < 0.01$, $n = 31$, stepping : $r = -0.433$, $p < 0.05$, $n = 33$, normal walking speed : $r = -0.393$, $p < 0.01$, $n = 34$).

In conclusion, these results suggest that weight-bearing training may be a feasible and effective means of preventing muscle weakness and physical frailty for frail elderly. However, it is suggested that individual training programs need to be designed considering initial level of physical fitness.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2007, 56 : 365~376)

key word : health promotion, frail elderly, weight-bearing training

I. 緒 言

2000年に介護保険制度が導入されてから約5年の間に介護認定者数は約180万人(約72%)増加し、その中でも介護度が低い軽度要介護者の認定者数は、介護認定者数の半分近く(約215万人)を占めるに至っている¹⁾。このような状況下において厚生労働省は、2006年4月より要介護状態になることを予防すること、あるいは要介護状態にあってもその悪化を

できる限り防ぐことを目的とした介護予防を中核とした新制度の実施に踏み切った。この理由として、軽度の要介護者の著しい増大及び、最近の研究で高齢者であっても適切な筋力トレーニングなどの運動が、生活機能の改善をもたらす、介護度の程度を軽減できる可能性が示されたからであると考えられる²⁾。一方、福永は、対象者の具体的な生活機能水準に合わせた適切な運動プログラムの設定に関する研究報告は少ないと指摘し³⁾、久野はマシンを使用

¹⁾ 筑波大学大学院 人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

筑波大学 総合研究棟D327号室

²⁾ 筑波大学大学院 人間総合科学研究科 先端応用医学専攻 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

Doctoral program of sports medicine, Graduate school of comprehensive human sciences, University of Tsukuba

Doctoral program of advanced Biomedical Applications, Graduate school of comprehensive human sciences, University of Tsukuba

する筋力トレーニングは、実施対象者数が限られることと、熟練した指導者が現状では圧倒的に不足しているため、早期の普及と安全性と効果の点から、自重を負荷とした筋力トレーニングの普及を急ぐべきであると述べている²⁾。しかしながら、とくに介護認定者やその予備群にあたる虚弱高齢者に対する適切な筋力トレーニングプログラムを構築するための研究結果はほとんど見られないのが現状である。また、虚弱高齢者に対して運動効果を認めた報告^{4~6)}は、医師や理学療法士の管理指導の下で実施されているものが多いが、介護予防サービスを提供する施設において必ずしも医師や理学療法士の配置義務があるわけではない。したがって、これまで運動を実施したことがない対象者や明らかに低体力である虚弱高齢者が対象であっても安全に実施できる運動プログラムが必要であり、広く普及するためには、マシンによる方法に加え、介護予防サービス提供施設や家庭においても安価で指導者負担が少なく実施できるような運動様式についても効果の検討が必要であると考えられる。

そこで本研究では、介護の現場で実際に使用できる筋力トレーニングプログラムの開発という視点で、自重負荷を中心とした筋力トレーニングが虚弱高齢者の体力や身体機能の変化に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。先行研究においては、平均70歳の自立高齢者を対象に週5回の実施で筋力トレーニングの効果が認められているが⁷⁾、介護予防事業における運動器機能向上の対象者⁸⁾のような虚弱高齢者においては、より少ないトレーニング回数ならびに負荷、種目および頻度が同一の集団プログラムであっても筋力トレーニング効果が得られるという仮説の下に実施した。

II. 被験者および方法

A. 被験者

本研究の被験者は、身体機能の低下が主となり要支援および要介護1に認定され、訪問介護サービスまたはデイ(通所)サービスを利用している高齢男性8名(67~94歳, 平均年齢 81.5 ± 9.8 歳), 女性29名(69~92歳, 平均年齢 83.1 ± 5.8 歳), 合計37名(67~94歳, 平均年齢 82.8 ± 6.8 歳)であった。なお、本研究においては、実施時点での介護保険法(2006年4月の介護保険改定以前の評定)による評価によって

認定されている介護度を示した。被験者の大部分が要支援および要介護1に認定されていたが、非該当、要介護2, 3に該当する者も各1名含まれていた(表2)。本研究における被験者の介護サービス利用回数は、 2.1 ± 1.4 回であった。また、本研究の趣旨およびプログラム内容を理解できない程度の認知症を伴う被験者は本研究の対象からは除外した。

体力測定および調査にあたり、事前に本研究の目的、方法、内容を文書ならびに口頭にて説明を行い、本人および家族の同意を書面にて得られた者のみが本研究に参加した。なお、本研究は、筑波大学人間総合科学研究科研究倫理委員会の承認を得て実施した。

なお、本研究に参加した37名は、メディカルチェックにより運動教室に参加可能と判断され、かつトレーニング参加を希望した者であった。また、トレーニング前後の測定およびトレーニングに8週間参加可能であった34名をトレーニング前後における分析対象とした。

B. トレーニング内容

トレーニングプログラムには、歩行能力と関連のある大腰筋⁹⁾および下肢筋力¹⁰⁾の増加を主たる目的に自重負荷を中心に一部ラバーバンド(セラバンド, Hygienic corporation, 張力: 極弱(ベージュ))を使用する筋力トレーニング¹¹⁾を用いた。筋力トレーニングの期間は、2005年3月から5月までの8週間であり、実施場所は、デイサービス提供施設および参加者自宅であった。図1に示すように、トレーニング開始から2週間は4種目(ヒップアンドトランクフレクション, ニーエクスエンション, ヒップエクステンション, 椅子立ち座り), 3週目以降は2種目(ラバーバンドを用いた腕引き上げおよび腕押し出し)を加えた6種目を実施した。また、トレーニング開始2週間は被験者がトレーニングに慣れるための調整期間とし、この時期はいずれの種目も5から10回を1セットずつ実施し、正しいフォームや呼吸法を習得することに重点を置いて実施した。3週目以降はいずれの種目も10回2セットを実施した。なお、トレーニング負荷は自重およびラバーバンドのみとし、実施角度や負荷に用いるラバーバンドの強度は全被験者とも統一して実施した。1週間当たりのトレーニング回数は、図1に示す①~

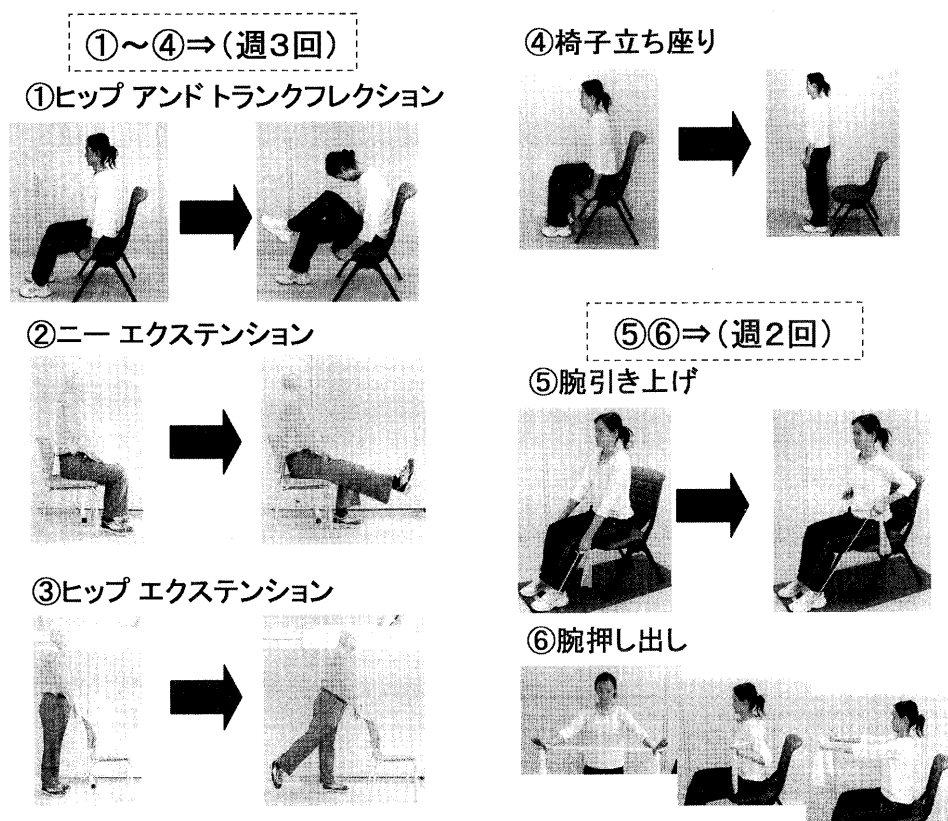


図1. トレーニング種目および実施回数

- トレーニング初期2週間は①～④の4種目を週3回、5～10回、各1セット実施。3週目からは、週3回、10回、各2セット実施。
- ⑤⑥の2種目は、3週目から追加し3～4週目は週2回、5～10回、各1セット実施。5週目からは、週2回、10回、各2セット実施。

④を週3回とし、⑤⑥の2種目は週2回の実施とした。デイサービス利用者はデイサービス利用時および自宅にて、訪問介護サービス利用者は自宅のみにてトレーニングを実施した。なおデイサービスにおいては、運動指導研修を受けた介護職員の指導のもとでトレーニングを実施した。また、訪問介護サービス利用者のトレーニングにおいても、週1～2回は運動指導研修を受けた介護職員のもとでトレーニングを実施した。デイサービス利用者のうち週1～2回しかデイサービスを利用していない被験者および訪問介護サービス利用者における残りの1～2回は被験者本人のみまたは家族の支援により実施した。

C. 調査および体力測定項目

1. 体力測定

体力測定項目は、握力、長座体前屈、開眼片足立ち、ファンクショナルリーチ、椅子立ち座りテスト、座位ステップ、6m歩行、6m最大努力歩行、および

膝伸展筋力(1回最大挙上重量: 1RM)の9種類であった。握力、長座体前屈、開眼片足立ちテストについては、65歳～79歳を対象とした文部科学省新体力テストの方法を参考に実施した。

長座体前屈の実施時に床面への移動が困難な被験者については、安定したベッドを壁面に固定し、ベッド上にて測定を行った。

開眼片足立ちは、安全性と簡便性を考慮し、靴は脱がずに、手の位置は腕と体幹から成す角度が概ね45度以内となるように実施した。

ファンクショナルリーチは、立位にて両手を開いた状態で床に対して水平位置に両腕を挙上し、立位姿勢および挙上した腕の水平状態を保ちながら出来るだけ前方に上半身を移動させ、床に対する垂直位置で両手が移動した距離を1cm単位で測定した。なお、1cm未満は切り捨てとした。

椅子立ち座りテストは立位の状態からスタートし、座る→立つという動作5回を出来るだけ早く繰り返してもらい、要した時間を少数第1位まで測定

した。テストの際は、手すりの使用や手を補助に使用しないように伝えて実施したが、実施不可能な被験者については、手すりおよび手を補助に使用することを認めた。

座位ステップは、30 cm の幅に引いたライン(1.5 cm 幅)内に椅座位で足を閉じた状態から開始し、15 秒間に出来るだけ素早く足を開閉してもらい、閉じることができた回数を測定した。なお、ライン上を踏んだり、引きずったりした時は無効となる事を被験者にあらかじめ伝え、そのような場合は回数から除いた。

歩行テストを実施する距離は、Fiatarone ら⁴⁾および MacCool ら⁵⁾の報告を参考に 6 m とし、測定路(6 m)の前後には、約 1.5 m の予備路を設けた。測定路を歩くのに要した測定時間および測定距離は、測定路の開始ラインを超えた 1 歩目から終了ラインを超えた 1 歩目までを測定した。歩幅の違いによる誤差をなくすために、開始ラインから 1 歩目までの距離および終了ラインから終了後 1 歩目までの距離を実測し、分析の際には、実際に歩いた距離を測定距離として用いた。また、普通歩行テストは「普段どおりに歩いてください」、最大努力歩行テストは「できるだけ速く歩いてください」と指示し、いずれも 2 回ずつ歩行時間を測定した。なお、著しく歩行困難な被験者の測定は 1 回のみとし、補助器具の使用なしでは歩行不可能な被験者には補助器具の使用を認めた。なお、分析の際には速度(m/min)に換算した値を用い、普通歩行以上に速く歩行ができない被験者については、普通歩行の測定値を最大努力歩行の測定値にも用いた。

下肢筋力は、膝伸展筋力(1 回最大挙上重量: 1 RM)の測定によって評価を行った。測定には、膝伸展用トレーニングマシン(ノーチラス, コンビウエルネス社, 東京)を用いた。体重の10%以下の軽い負荷で 3 ~ 5 回の練習をした後に挙上回数ができるだけ 5 回以内で終了するように負荷を調整し測定を行った。また、腰痛および膝痛により測定時に痛みが生じる被験者については、膝伸展筋力の測定を実施しなかった。

筋力以外の測定項目については、基本的に 2 回実施し、成績がよい方を分析の際に用いた。また、筋力については、挙上できた最大負荷を分析の際に用いた。

2. 日常生活動作(ADL)の調査

日常生活動作については、食事、整容、入浴、更衣など10項目について Barthel index¹²⁾を用いて自立度の評価をトレーニング前の体力測定時に行った。また、要介助高齢者用 ADL 指標¹³⁾17項目、および老研式活動能力指標¹⁴⁾13項目についても調査を行い、日常生活における身体機能および活動能力の評価として用いた。Barthel index については100点を満点とし、要介助者用 ADL 指標および老研式活動能力指標については、「できる(はい)」を1点、「できない(いいえ)」を0点とし、合計得点を評価に用いた。

D. 分析および統計処理

各測定値は、平均値±標準偏差で表した。測定した各項目についてトレーニング前後で比較検討を行う際には対応のある t-test を用いた。項目間の関係を比較検討する際には、Pearson の相関係数を用いた。介護度別、トレーニング実施回数別など、層別に変化量の違いを比較する際には、一元配置の分散分析を用いた。また、初期歩行速度別の変化率の比較にはノンパラメトリック検定を用いた。なお、統計学的有意水準は、危険率 5 %未満とした。

Ⅲ. 結 果

A. 被験者の身体特性および ADL

被験者の身体特性および ADL 調査結果を表 1 に示した。被験者の BMI は、 23.3 ± 4.2 と標準的な体格であった。自立度の指標である Barthel Index の

表 1. 被験者の年齢, 身体特性および ADL

	N	平均値	標準偏差
年齢(歳)	37	82.8 ± 6.8	
男性	8	81.5 ± 9.8	
女性	29	83.1 ± 5.8	
身長(cm)	37	150.8 ± 8.2	
男性	8	161.9 ± 5.9	
女性	29	147.7 ± 5.8	
体重(kg)	37	53.2 ± 12.2	
男性	8	64.4 ± 10.2	
女性	29	50.2 ± 11.0	
体格指数(BMI: kg/m ²)	37	23.3 ± 4.2	
男性	8	24.5 ± 2.8	
女性	29	22.9 ± 4.5	
Barthel Index(自立度: 100点満点)	36	92.8 ± 9.9	
要介助者用ADL指標(17点満点)	31	14.3 ± 2.2	
老研式活動能力指標(13点満点)	31	8.6 ± 3.5	

表2. 被験者の介護度

介護度	非該当	N
	要支援	11
	要介護1	23
	要介護2	1
	要介護3	1

平均値は 92.8 ± 9.9 点(100点満点), 日常の活動能力を示す老研式活動能力指数の被験者平均値は 8.6 ± 3.5 点(13点満点), 要介護者用 ADL 指標の被験者平均値は 14.3 ± 2.2 点(17点満点)であった。

B. 筋力トレーニング実施状況および実施回数

筋力トレーニングに参加した37名のうち3名(8.1%)がトレーニング期間中に参加を中断し, 34名(91.9%)がトレーニングを完遂した。中断者のうち1名は趣味活動のため時間がとれないことが理由であった。他の2名は体調不良によるものが理由であったが, トレーニングに起因する体調変化ではなかった。なおトレーニング前後の体力テストに参加が可能であった本研究の分析対象者34名における筋力トレーニング実施回数は, 8週間で 14.9 ± 6.1 回, 週当たり 1.9 ± 1.0 回であり, 週3回のトレーニングプログラムに対する実施率は 62.0 ± 25.6 %であった。

C. 体力測定結果

1. 筋力トレーニング前後における変化

筋力トレーニング前後の体力測定結果を表3に示した。握力については, 片麻痺を有する被験者の麻痺側の測定は実施しなかった。長座体前屈および膝伸展筋力の測定については, 腰痛または膝痛のため実施困難な被験者に対しては測定を実施しなかつ

た。ファンクショナルリーチおよび開眼片足立ちについては, 立位不安定な被験者のうち実施困難な被験者に対しては測定を実施しなかった。座位ステップにおいては, 測定可能な程度に足を上げることができなかった被験者については測定を実施しなかった。歩行テストについては, トレーニング前の測定において補助具を使用した被験者についてはトレーニング後においても同じ条件で測定を実施した。なお, 表3に示す平均値はトレーニング前後両方の測定に参加可能であった被験者のデータのみ表示を行った。

筋力トレーニング前に比べ, トレーニング後の長座体前屈($p < 0.05$, $n = 33$), ファンクショナルリーチ($p < 0.01$, $n = 31$), 膝伸展筋力($p < 0.01$, $n = 30$)が有意に改善した(表3)。一方, 握力, 開眼片足立ち, 椅子立ち座りテスト, 座位ステップについてはトレーニング前後において有意な変化は認められなかった(表3)。

歩行テストについても, 普通歩行速度および最大努力歩行速度ともにトレーニング前後において有意な変化は認められなかった(表3)。また, 初期の普通歩行速度が高い被験者と低い被験者における変化を比較するために, 初期の普通歩行速度が全被験者の平均 $-0.5SD$ 未満であった7名と平均 $-0.5SD$ 以上であった27名に群分けし, 筋力トレーニング前後における普通歩行速度の変化を比較した。その結果, 両群ともに筋力トレーニング前後で有意な変化は認められなかったが, 普通歩行速度の変化率は, 平均 $-0.5SD$ 未満群が平均 $-0.5SD$ 以上群に比べて有意に高い傾向が認められた($p < 0.05$, 表4)。

椅子立ち座りテストの実施状況を表5に示した。トレーニング前の測定において手すりの使用なしに

表3. トレーニング前後の体力測定結果

	N	トレーニング前		トレーニング後		t値	有意差
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
握力 右手(kg)	32	16.7 \pm 6.6		16.8 \pm 5.6		-0.112	n.s.
握力 左手(kg)	33	15.7 \pm 5.3		16.1 \pm 4.9		-0.115	n.s.
長座体前屈(cm)	33	27.5 \pm 11.3		30.0 \pm 10.9 *		-2.074	$p < 0.05$
開眼片足立ち(秒)	26	12.8 \pm 24.1		14.8 \pm 31.5		-0.622	n.s.
ファンクショナルリーチ(cm)	31	20.3 \pm 7.9		23.7 \pm 7.0 **		-2.800	$p < 0.01$
椅子立ち座り(秒/5回)	31	12.3 \pm 5.4		11.5 \pm 3.8		0.936	n.s.
座位ステップ(回/15秒)	33	15.5 \pm 4.8		16.8 \pm 4.6		-1.871	n.s.
膝伸展筋力:1回最大挙上重量:1RM(kg)	30	26.1 \pm 11.3		28.3 \pm 10.9 **		-2.963	$p < 0.01$
膝伸展筋力:1RM (体重当たり:kg/wt)	30	0.49 \pm 0.17		0.53 \pm 0.17 **		-3.576	$p < 0.01$
普通歩行速度(m/min)	34	50.1 \pm 16.2		49.4 \pm 15.0		0.587	n.s.
最大努力歩行速度(m/min)	34	65.0 \pm 22.0		65.1 \pm 22.4		0.348	n.s.

表4. 初期歩行速度別の変化

普通歩行速度(m/min)	N	トレーニング前			トレーニング後			変化率		
		平均値	標準偏差		平均値	標準偏差	p値	平均値	標準偏差	p値
平均-0.5SD未満群	7	30.7	± 9.3		32.8	± 6.9	0.080	2.1	± 7.0	0.045
平均-0.5SD以上群	27	57.1	± 11.9		55.3	± 12.4	0.130	-1.8	± 7.4	

※前後比較

※群間比較

表5. 椅子立ち座りテストが実施できなかった被験者の変化

<トレーニング前>		<トレーニング後>
A プレ測定で手すりを使用し5回実施	→	手すりの使用なしに5回実施
B 手すりを使用しても継続的動作ができず実施不可	→	手すりを使用し5回実施
C 手すりを使用し2回のみ実施(5回の測定不可)	→	手すりを使用せずに5回実施
D 手すりを使用しても継続的動作ができず実施不可	→	手すりを使用せずに5回実施

※各1名のデータ

は椅子立ち座り動作5回の実施ができなかった4名は(うち3名は手すりを使用しても実施不可), トレーニング後の測定においては手すりの使用なしに5回の立ち座り動作が可能となった.

2. 初期体力レベルと測定項目変化量の関係
トレーニング前測定値と体力測定変化量の間における相関関係については, 長座体前屈($r=-0.362$, $p<0.05$, $n=33$), ファンクショナルリーチ($r=-0.563$, $p<0.01$, $n=31$), 椅子立ち座りテスト(r

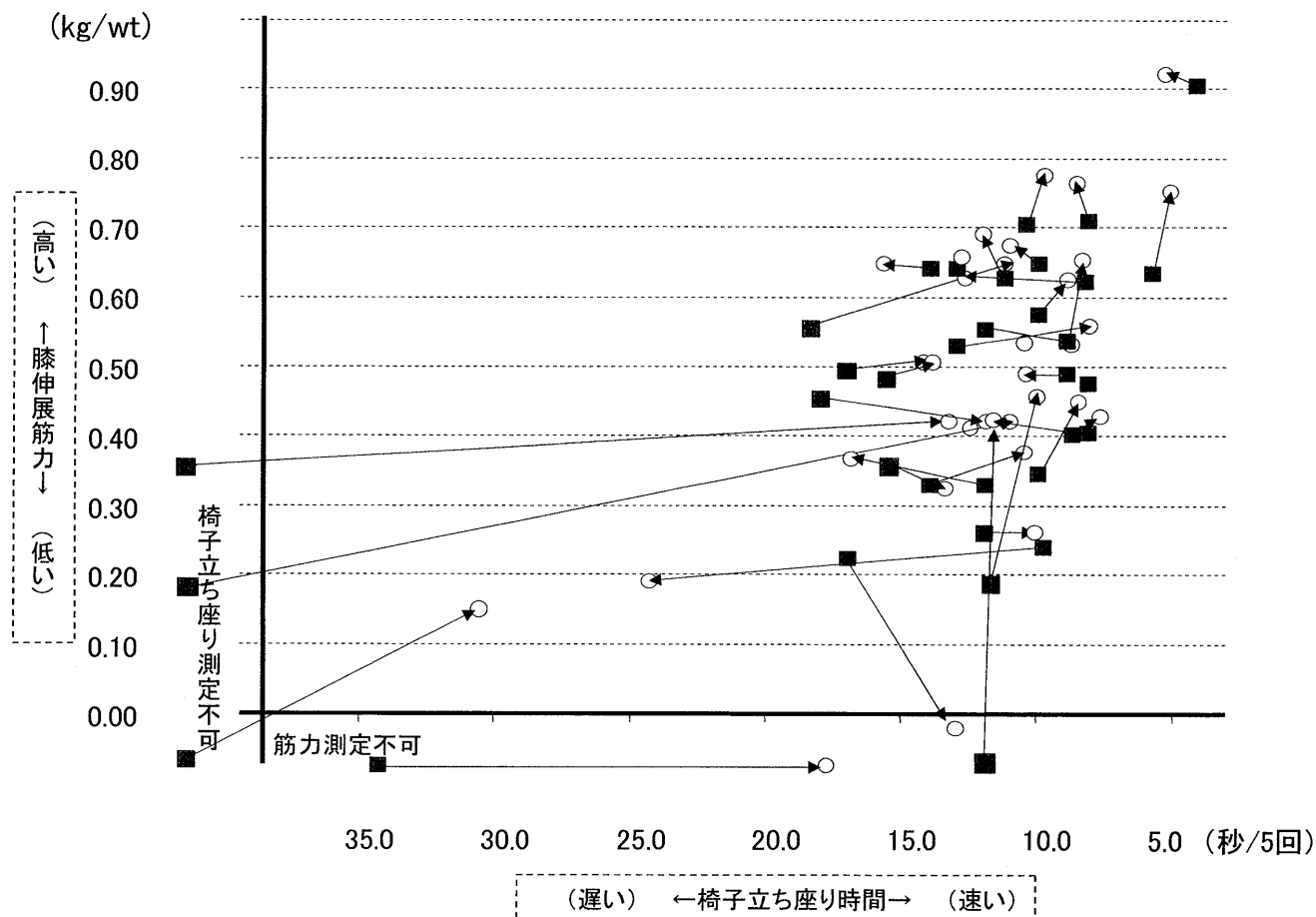


図2. トレーニング前後における椅子立ち座りテストと膝伸展筋力の変化の方向性
■のプロットがトレーニング前の値を, ○のプロットがトレーニング後の値を示し, 変化の方向を矢印で示すまた, マイナスエリアのプロットは測定不可であった被験者の値を示す.

$= -0.729$, $p < 0.01$, $n = 31$), 座位ステップ($r = -0.433$, $p < 0.05$, $n = 33$), 普通歩行速度($r = -0.393$, $p < 0.01$, $n = 34$)においていずれもトレーニング前測定値と各項目変化量との間に有意な負の相関関係が認められた。

トレーニング前測定値と体力測定変化量の間における相関係数が特に高値を示した椅子立ち座りテストと膝伸展筋力について、トレーニング前後における変化の方向性を図2示した。膝伸展筋力の増加と椅子立ち座りタイムの改善が正比例しているケースもあれば、わずかな筋力の増加とともに椅子立ち座りタイムが著しく改善されたケースも認められた。また、膝伸展筋力は増加したものの、椅子立ち座りタイムには変化が認められなかったケースや、椅子立ち座りタイムが遅くなったケースも認められた。

介護度別にみた体力測定における各項目変化量、および介護度別にみたトレーニング実施回数においては、いずれも介護度別に有意差は認められなかった。また、週あたりのトレーニング実施回数が1回未満群、1回以上2回未満群、2回以上群の3群に分けて体力測定における各項目変化量について比較したが、群間に有意差は認められなかった。なお、トレーニング実施回数とトレーニング前体力測定値、あるいは体力測定における各項目変化量との間にはいずれの項目においても有意な相関関係は認められなかった。また、トレーニング実施回数とサービス利用回数、年齢との間においても有意な相関関係は認められなかった。

Ⅳ. 考 察

A. 体力の変化

本研究は、自重負荷およびラバーバンドによる負荷を用いた8週間の筋力トレーニングが虚弱高齢者の体力や身体機能の変化に及ぼす影響について検討することを目的とした。

トレーニング前後の測定に参加可能であった34名について、トレーニング前後の体力測定値を比較したところ、膝伸展筋力($p < 0.01$)、長座位前屈($p < 0.05$)、ファンクショナルリーチ($p < 0.01$)の3項目に統計的に有意な改善が認められた。また、初期の普通歩行速度が低値(平均 -0.5 SD 未満)を示した被験者においては歩行速度の変化率が大きい傾向を示したり、椅子立ち座りテストにおいて「実施で

きない」または「手すりの使用なしには実施できない」などトレーニング前の測定において統計処理上評価できないケースに該当した被験者4名がいずれもトレーニング後には椅子立ち座りテストを実施できるようになったりと、一部の被験者においては大きな身体機能の変化が認められた。また、トレーニングによる改善においては、筋力の増加と椅子立ち座りタイムの改善が正比例しているケースもあれば、わずかな筋力の増加とともに椅子立ち座り動作が著しく改善されたケースも認められた。一方で、筋力は増加したものの椅子立ち座り動作には変化が認められなかったケースや反対に椅子立ち座りタイムが遅くなったケースも認められ、変化の様相は一定でなかった。

本研究で認められた膝伸展筋力の改善率は8.4%程度であり、従来のマシンを利用した筋力トレーニングが50%程度の改善率を示す¹⁵⁾ことと比較すると決して大きな変化とは言えない。しかしながら、8週間という短期間の実施であったことや実施回数が実際には週2回程度と少なかったにもかかわらず、筋力や柔軟性といった身体機能の改善が認められたことは、今回用いた自重負荷やラバーバンドによる低強度の負荷であっても虚弱高齢者が筋力トレーニングによる適応を引き起こす負荷として有用である可能性を示唆する。また、低強度(40% 1RM程度)の動的な筋力トレーニングは血圧上昇率が低く¹⁶⁾、高血圧で治療下にある高齢者であっても適切な呼吸法で実施することにより血圧の急上昇を抑えることができる¹⁷⁾ことが知られている。本研究のようなトレーニング方法によって比較的低強度の負荷で実施する場合における自重負荷筋力トレーニングは、高血圧を有する割合が高い虚弱高齢者が実施するトレーニング様式として適していると考えられる。

一方、マシンによる筋力トレーニングは、可動域を規定した上で低負荷を用いて実施することが可能であり、自重を支えられないような虚弱高齢者においては有効な手段であると考えられる¹⁸⁾。また、先行研究^{4,6)}においても、虚弱高齢者を対象にマシンを用いた筋力トレーニングの効果が示されている。しかしながら、マシンを用いた筋力トレーニングは、虚弱高齢者においても効果が示されている一方でマンツーマンに近い指導体制が必要になること

や専門性の高い運動指導員を必要とすること, マシンの設置に高額な費用がかかるという課題もある。また, これらのことは厚生労働省による介護予防市町村モデル事業報告書¹⁹⁾においてマシンを実際に用いた筋力トレーニングを実施した市町村から数多く指摘された現場での課題であり, 介護予防のための筋力トレーニング方法としてより実用可能かつ効果的な方法が求められていると考えられる。本研究で用いた自重負荷を中心とした筋力トレーニングは, 安定した椅子があれば場所を選ばず実施でき, 指導者1人で複数の対象者を指導することが可能である。さらに, 自重負荷を用いた筋力トレーニングは, 実施速度を変えたり自重を手で支えたりすることによって負荷をより軽減することができ, 本研究においても, 要介護1に認定されている被験者を含む全ての被験者が自重負荷を中心とした筋力トレーニングの実施が可能であった。以上のことから, 本研究で用いた自重負荷を中心とした筋力トレーニングは, 介護予備群に相当する虚弱高齢者や新・予防給付の対象者でもある軽度要介護者が十分実施可能であり, かつ効果が期待できるトレーニング様式であると考えられる。

B. トレーニングによる変化量と実施回数の関係

本研究では, 訪問介護サービス利用者であっても週に1回はスタッフがトレーニングに立ち会い, トレーニング実施方法の確認および継続支援を行った。デイサービスを週3回利用している被験者を除き, 週1~2回は自宅にて本人のみあるいは家族の支援によりスタッフの介在なしにトレーニングを実施したことになる。本研究における実施回数は, 週3回の実施を提示したプログラムに対して, 平均週 1.9 ± 0.8 回, 実施率 $62.0 \pm 25.6\%$ と指示内容より低い値であった。しかしながら, トレーニング実施回数と体力測定変化量との間, トレーニング実施回数とトレーニング前体力測定値や介護度, サービス利用回数, 年齢との間にはいずれも有意な相関関係は認められなかった。これらの結果はトレーニング実施回数がトレーニングによる体力測定変化量に影響を及ぼしていないことと, トレーニング実施回数が被験者の年齢や介護度, 初期体力レベルに影響を受けていないことを示唆する。久野は, マシンを用いた筋力トレーニングにおいて, 高齢者を対象に週1

から2回のトレーニングを1年間継続することによって筋量の増加および筋量の維持が認められたことを示した²⁰⁾。また, 高橋と久野は, 自立高齢者における自重負荷を用いた週5回の筋力トレーニングを6ヶ月継続し, トレーニング初期に認められた効果をその後も維持できることを示した⁷⁾。これらの結果をふまえると, 8週間の筋力トレーニングにおいては, トレーニング頻度が少ないことの影響は認められなかったが, トレーニングを長期間継続する場合に, 得られた効果を維持・増加させるためには, トレーニング実施頻度が影響してくる可能性が考えられる。トレーニング頻度という点での最適回数については本研究の結果から結論を出すことはできないが, 少ないトレーニング回数でも効果が得られた被験者も認められたことから, 本研究のような虚弱高齢者を対象とした場合には, 週1から2回程度であってもトレーニング効果が期待できる可能性が考えられる。

C. 歩行能力の変化

筋力トレーニングの目的はあくまで生活に必要な日常動作を行うための身体機能の維持増進であり, 決して筋力増加のみを目的としているわけではない。しかしながら, 下肢¹⁰⁾や大腰筋⁹⁾の筋力や筋量が生活機能の一つである歩行能に密接に関係していることや下肢筋力とバランス能との間には密接な関係があること^{21,22)}, 筋力トレーニングによって歩行速度や階段昇降能, バランス能が改善された²³⁾という報告, 脚筋力は身体活動量と身体活動能力の両方に関係があるという報告²⁴⁾からも筋力トレーニングや下肢筋力の増加は体力や歩行, 階段昇降などの日常生活に必要な身体機能を維持または改善させる重要な要因であると考えられる。しかしながら, 本研究においてはトレーニング開始前においてもトレーニング後においても, 筋力と歩行速度の間に相関関係は認められず, 筋力の変化率と歩行速度の変化率においても相関関係は認められなかった。これらの結果は, 本研究の結果からは, 筋力の向上が歩行能力の改善に有効であったことを示すことはできないと考えられる。その一方で, 初期歩行速度が低かった被験者は, 初期歩行速度が高かった被験者に比べて歩行速度の改善率が顕著に大きいことが示された。したがって, 歩行能力が低い高齢者において

は、筋力トレーニングが歩行速度改善に関連する可能性を示唆する。

本研究の対象のような虚弱高齢者においては、下肢筋力は同程度あるにもかかわらず著しく歩行困難な対象者と歩行には全く問題がない対象者が認められる。また、歩行能力は一定レベル以上を示すものの、椅子立ち座り動作が著しく困難な対象者やその反対のケースも認められる。歩行能力を始めとした日常生活に必要な動作や身体機能は下肢筋力や大腰筋筋力との関係が先行研究により認められている^{9,10,21,22)}。しかしながら、その一方で歩行能力を規定する要因は筋力の他に歩調の減少の関与についても示唆されている²⁵⁾。また、Muhlberg²⁶⁾は虚弱高齢者におけるサルコペニアについても不活動による神経筋活動の低下が影響を及ぼしていることを示している。したがって、不活動は歩行能力や筋力低下にも影響を及ぼすと考えられる。加齢に伴い速筋線維の顕著な萎縮²⁷⁾が認められ、結果として筋量や筋力の低下に影響を及ぼし、これらの現象を抑制するために筋力トレーニングが有効であることは既に明らかとなっている^{28,29)}。しかしながら、本研究においては筋力トレーニングによる神経筋活動の増加にともない筋力が向上したにもかかわらず歩行能力が改善しなかった被験者も認められ、筋力の向上が歩行能力の改善に貢献しないケースもある可能性が示された。これらの対象者においては、トレーニングに歩行動作そのものを入れることや筋力トレーニング以外で神経筋活動を増やす方法を取り入れることも検討が必要であると考えられる。全体においては、8週間という短期間の筋力トレーニングは歩行能力の改善に効果をもたらすという結果を見出すことはできなかったが、本研究の実施頻度は先行研究⁷⁾よりも低く、期間も短いためこれらの点については、より長期の検討が必要であると考えられる。

D. 初期体力レベルと体力測定項目変化量の関係

本研究においては、トレーニング前の測定値が高いほど改善量が小さい(あるいはトレーニング前の測定値が低いほど改善量大きい)という関係が、椅子立ち座りテスト($r=-0.729$, $p<0.01$, $n=31$)、長座体前屈($r=-0.362$, $p<0.05$, $n=33$)、ファンクショナルリーチ($r=-0.563$, $p<0.01$, $n=31$)、

座位ステップ($r=-0.433$, $p<0.05$, $n=33$)、普通歩行速度($r=-0.393$, $p<0.05$, $n=34$)において認められ、トレーニング前後の改善量が初期体力測定レベルに影響を受けていることが明らかとなった。これらのデータは、本研究において全ての被験者に用いた同一のトレーニング負荷、回数では相対的に同じようなトレーニング効果を得るためには体力が高い被験者にとっては不適切な負荷、回数であった可能性を示唆する。介護認定を受けている本研究の対象者のような虚弱高齢者であっても一定のトレーニング効果を得るためには初期の体力レベルや身体機能を評価した上での個別プログラムが必要である。自重負荷を用いた筋力トレーニングにおいても種目、可動域、実施頻度および実施回数を変えることによってトレーニング負荷を調節することが可能である。より効果を得るための最適トレーニング頻度や実施回数等の検討については今後の課題である。

E. 本研究の限界

本研究では、8週間の自重負荷ならびにラバーバンドを用いた筋力トレーニングにおいて筋力、柔軟性および動的バランス能力の顕著な改善が認められた。しかしながら、本研究の被験者である虚弱高齢者層においては、同じ体力レベルの対照群の設定は非常に困難であり、結果として本研究においては筋力トレーニング実施群のみの設定で検討を行った。したがって、トレーニング前後で認められた有意差がトレーニングによる変化であると結論づけるには更なる検討が必要であると考えられる。

VI. ま と め

本研究は、自重負荷を中心とした筋力トレーニングが虚弱高齢者の体力や身体機能の変化に及ぼす影響について検討することを目的に実施した。

その結果、トレーニング前後で膝伸展筋力($p<0.01$)、長座体前屈($p<0.05$)、ファンクショナルリーチ($p<0.01$)の3項目に統計的に有意な改善が認められた。一方、歩行能力において有意な変化は認められなかった。

以上の結果から、自重負荷を中心とした筋力トレーニングは、虚弱高齢者の筋力や柔軟性といった身体機能を改善させる可能性が示唆された。

また, トレーニングによる体力測定項目の変化にはトレーニング開始前の体力レベルが影響を及ぼしている可能性が示唆された。虚弱高齢者に対する筋力トレーニングにおいても, トレーニング負荷や頻度を決める際には, 初期の体力レベルを考慮した個別プログラムが必要であることが示唆された。

(受理日 平成19年3月23日)

文 献

- 厚生労働省老健局老人保健課. 介護サービス施設・事業所調査, 統計資料, (2006), 厚生労働省 HP
- 久野譜也. 介護予防における運動と地域システム構築の視点, (2004), 体育の科学, **54**, 852-857
- 福永哲夫. 生活機能の維持増進および疾病の予防, 地域における高齢者の健康づくりハンドブック: 松田光男, 福永哲夫, 烏帽子田彰, 久野譜也編, NAP, 東京, (2003), 112-113
- Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., Roberts, S. B., Kehayias, J. J., Lipsitz, L. A. and Evans, W. J., Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. (1994), New Engl. Jour. Med., **330**, 1769-1775
- McCool JF. and Schneider, J. K., Home-based leg strengthening for older adults initiated through private practice. (1999), Prevent. Med., **28**, 105-110
- 新井武志, 大淵修一, 柴 喜崇, 島田裕之, 後藤寛司, 大福幸子, 二見俊郎. 高負荷レジスタンストレーニングを中心とした運動プログラムに対する虚弱高齢者の身体機能改善効果とそれに影響する身体・体力諸要素の検討. (2003), 理学療法学, **30**, 377-385
- 高橋康輝, 久野譜也. 高齢期における筋萎縮とトレーニング. (2005), 体育の科学, **55**, 608-661
- 辻一郎. 総合的介護予防システムについてのマニュアル. In: 介護予防に関する各研究班マニュアルについて. (2005), <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/topics/051221/index.html>
- 金 俊東, 久野譜也, 相馬りか, 増田和実, 足立和隆, 西嶋尚彦, 石津政雄, 岡田守彦. 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響. (2000), 体力科学, **49**, 589-596
- 大森圭貢, 山崎裕司, 横山仁志, 青木詩子, 笠原美千代, 平木幸治. 高齢入院患者の脚伸展筋力と歩行自立度・歩行速度の関連. 理学療法, (1999), **16**, 913-917
- 長谷部佳奈子. 筋力トレーニングの指導方法, 介護予防のための筋力トレーニング指導法, 久野譜也編, NAP, 東京, (2006), 47-71
- Mahoney, F. I. and Barthel D. W., Functional evaluation: The Barthel index. (1965), Md. State Med. J., **14**, 61-65
- 出村慎一, 佐藤 進, 小林秀紹, 春日晃章, 豊島慶男. 要介助高齢者の日常生活動作能力調査票の作成. (1999), 日本公衆衛生雑誌, **46**, 25-34
- 古谷野 亘, 柴田 博, 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, (1987), **34**, 109-114
- Hagerman, F. C., Seamus, J., Walsh, S. J., Staron, R. S., Hikida, R. S., Gilders, R. M., Murray, T. F., Toma, K. and Ragg, K. E., Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, Cardiovasculae, and Metabolig Responses. (2000), J. Gerontol., **55**, B336-B346
- 鯉坂隆一. 運動の安全基準. 地域における高齢者の健康づくりハンドブック: 松田光男, 福永哲夫, 烏帽子田彰, 久野譜也編, NAP, 東京, (2003), 46-49
- 鈴木康文, 鯉坂隆一, 田辺 匠, 大槻毅, 菅原 順, 久野譜也, 松田光生. 高血圧を有する中高齢者における下肢レジスタンス運動の安全性および呼吸指導の効果, (2003), 体力科学, **52**, 185-192
- 竹内孝仁. 介護予防の立場から—パワーリハビリテーション—, (2005), 臨床スポーツ医学, **22**, 323-328
- 介護予防サービス事業評価委員会. 「事後報告書に記載された評価・課題・留意点等」介護予防市町村モデル事業報告書, 厚生労働省老健局老人保健課, 厚生労働省 HP, (2005), 50-60
- 久野譜也. 元気に歩くための筋肉の鍛え方, 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, 松田光男, 久野譜也編, NAP, 東京, (2000), 46-55
- 琉子友男, 石川成道, 鈴木聡子, 小野 晃, 大賀隆之, 渋谷公一. 短縮性収縮専用マシンを用いたスクワットトレーニングが高齢者の下肢筋力およびバランス能力に及ぼす影響. (2005), 日本生理人類学会誌, **10**, 45-51
- Lord, S. R., Ward, J. A. and Williams, P., Exercise effect on dynamic stability in older women: A randomized controlled trial, (1996), Arch. Phys. Med. Rehabil., **77**, 232-236
- Brill, P. A., Probst, J. C., Greenhouse, D. L., Schell, B. and Macera, C. A., Clinical feasibility of a free-weight strength-training program for older adults. (1998), J. Am. Board Fam. Pract., **11**, 445-451
- Rantanen, T., Guralink, J. M., Ferrucci, L., Leveille, S. and Fried, L. P., Compairments: Strength and balance as predictors of sever walking disability. (1999), J. Gerontol., **54**, M172-M176
- Kaneko, M., Morimoto, Y., Kimura, M., Fuchimoto, K. and Fuchimoto. T., A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly women. (1991), Can. J. Sport. Sci., **16**, 223-228
- Muhlberg, W. and Sieber. C., Sarcopenia and frailty in geriatric patients: Implications for training and prevention. Z. Geront. Geriatrie., (2004), **37**, 2-8
- Lexell, J., Taylor, C. and Sjostrom, M., What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and

- proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. (1988), *J. Neurol. Sci.*, **84**, 275-294
- 28) Hakkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassia, H., Malkia, E., Kraemer, W. J., Newton, R. U. and Alen, M., Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J. Appl. Physiol.*, (1998), **84**, 1341-1349
- 29) Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Newton, R. U., Nindl, B. C., Volek, J. S., McCormick, M., Gotshalk, L. A., Gordon, S. E., Fleck, S. J., Campbell, W. W., Patukian, M. and Evans, W. J., Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. (1999), *J. Appl. Physiol.*, **87**, 982-992