

原 著

高齢者に対する筋力増強訓練が身体能力に
及ぼす効果に関するクロスオーバー研究

中村一平^{1, 2)}, 奥田昌之²⁾, 鹿毛治子^{1, 2)}, 國次一郎²⁾, 杉山真一²⁾,
藤井昭宏¹⁾, 松原麻子¹⁾, 丹 信介³⁾, 芳原達也²⁾

山口医療福祉専門学校¹⁾ 宇部市大字際波1614-9 (〒759-0207)
山口大学医学部環境情報系・公衆衛生学講座²⁾ 宇部市南小串1丁目1-1 (〒755-8505)
山口大学教育学部スポーツ健康科学教室³⁾ 山口市吉田1677-1 (〒755-0831)

Key words : 高齢者, 筋力増強訓練, 身体能力, クロスオーバーデザイン, 運動介入

和文抄録

【目的】現在まで高齢者の介護予防や体力増進に関する多くの研究が行われているが、コントロール群との比較を行っているものは数少ない。今回、運動介入の効果を検証するため、同一町内に居住し、同じ介護老人福祉施設で同じサービスを受けている高齢者を居住地区と通所曜日により2群に分け、対照群をおき非介入期間を設け運動介入時期をずらしてクロスオーバー研究を行った。

【方法】ある介護老人福祉施設の「生きがい活動支援通所事業」の参加者に、研究調査に関して文書で説明を行い、書面で同意を得た女性25名(80.3±3.4歳)を対象とした。2003年6月~2004年1月に、介入先行群10名に3カ月間に5回の運動介入を行い、3カ月後に介入する群を入替え、介入後行群15名に同様の運動介入を行った。また、介入期間中はホームプログラムを促した。運動は特別な道具が要らず簡単なものとし、ウォーミングアップ5分、ストレッチング15分、筋力増強15分、クールダウン5分の計40分間で、デイサービスの時間に行った。測定項目は、握力、背筋力、10m歩行速度・歩数、40・30・20cm台からの立ち上がり、40cm台昇降、開眼・閉眼片足立ち、タンデム歩行安定性、Daniels

らの徒手筋力検査法、老研式活動能力指標とした。

【結果と結論】クロスオーバー研究でコントロールとなる非介入期間と比べて介入期間のトレーニング実施により背筋力(p=0.032)が増強した。介入期間の前後では背筋力の他に、股関節屈曲力、膝関節屈曲力・伸展力、足関節底屈力が増加したが、これらも非介入期間と比較すると有意差はなかった。クロスオーバー研究の制限はあるが、地域高齢者のデイサービス利用者で平均80歳の高齢者場合には、月2回の運動指導のみで自宅でのトレーニングを促しても身体能力の向上という効果はでにくいと考えられる。

緒 言

平成12年4月の介護保険制度施行時の要介護者等の数は全国で約218万人であったが、平成14年11月に約333万人、平成15年11月には約374万人に達し、特に要支援、要介護1の認定者数が増加した¹⁾。このような状況の中、介護サービスの提供ばかりでなく、要介護状態にならないようあるいは要介護度を悪化させない介護予防の取り組みも重要である。体力維持や孤立防止を目指したさまざまな介護予防対策が展開され、現在まで高齢者の介護予防、体力維持・向上に関してトレーニングの有効性を検証する多くの研究が行われている。これらの報告の対象

平成16年10月21日受理

は、65歳以上の自立した在宅高齢者や虚弱高齢者、安静臥床により体力の低下した高齢者などであり、トレーニングでは筋力訓練、自転車エルゴメーター、体操やレクリエーション、トレーニングマシンを使用するなど様々な方法を試み、筋肉量（大腿周径囲）、柔軟性、歩行速度・歩数、バランス機能（ファンクショナルリーチ；直立位で両足を動かさずに90度挙上した両上肢の指先が前方へ到達する最大距離、片足立ち）などが改善している²⁷⁾。

しかし、これらの研究においてはコントロール群との比較を行っているものは数少なく、比較研究されていても、運動を行っていない人や運動指導を受けていない地区との比較が多く選択バイアスが生じやすい。また、介護サービスなど他の機能改善のための手法が取り入れられていることもあり、機能改善が運動そのものによる効果であるかどうか不明確であり情報バイアスが生じやすい。

そこで本研究は、運動介入を行うことによって身体能力に改善があるかどうかを明らかにするために、同一町内に居住し、同じ介護老人福祉施設で同じサービスを受けている高齢者を居住地区と通所曜日にしたがって2群に分け、対照群において非介入期間を設け、運動介入の時期をずらすことによりクロスオーバーデザインとして行った。運動内容は、これまでの報告では特別な機械器具を使用することから日常生活の中で自主的に継続して行うことが難しいトレーニングメニューもあるため、高齢者が日常生活の中で行えるよう特別な道具が要らず簡単なものとした。

方 法

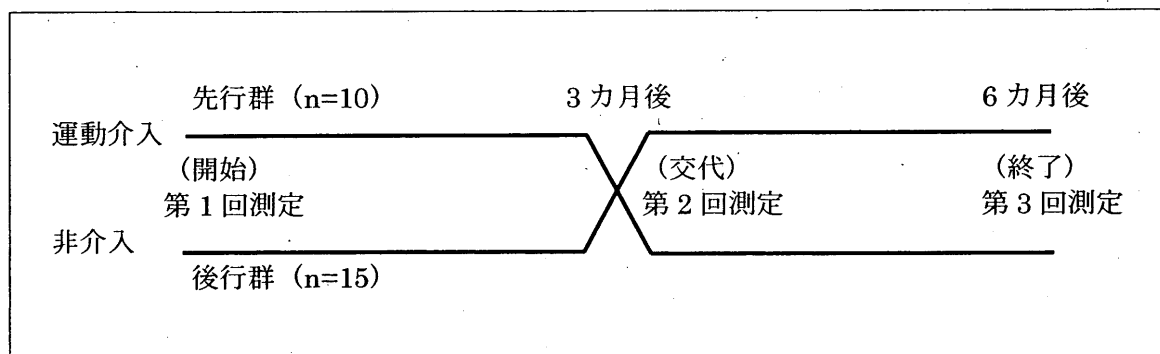
1. 対 象

山口県のある介護老人福祉施設の「生きがい活動支援通所事業」^{®)}に参加している居宅高齢者35名に対して、トレーニングの実施方法、研究調査に関して文書で十分な説明を行い、34名から書面による同意を得た。このうち研究期間中に他施設・病院への転所・入院者が3名、測定時に欠席のためデータ収集が不完全であった者3名、橈骨骨折によりリタイアした者1名、慢性関節リウマチの者1名および男性参加者1名を除き女性25名（平均年齢 80.3 ± 3.4 歳）を対象とした。なお、初回測定時に参加していなかった者や骨関節疾患・痴呆等による介護保険サービス利用者にもトレーニングには自由に参加してもらった。

2. 研究期間と研究デザイン

2003年6月から2004年1月の期間に対象者を居住地区と通所曜日によって2群に分けた。まず、介入先行群10名に3カ月間に5回の運動介入を行い、先行群に運動を指導している期間は介入後行群15名には説明のみとして、3カ月後に介入する群を入れ替えるクロスオーバーデザインで行った（図1）。

先行群と後行群は、同一町内の異なる地区に居住しているがベースラインに有意差はなかった（表1、2）。また、対象に視力障害および痴呆を有する者はいなかった。



運動介入期と非介入期の経時的関係を示した。各群とも介入期に運動を5回実施し、身体測定を開始時、介入交代時、終了時に合計3回実施した。

図1 運動介入・非介入のクロスオーバーデザイン

3. トレーニングの内容

今回実施した運動の目的は、筋力増強による身体能力の向上であった。筋力増強は握力と下肢筋力の増強を主体とした。トレーニングは、安全に配慮して椅子座位、立位の場合は椅子の背を支えとして行った。内容はウォーミングアップ5分間、ストレッチング15分間、筋力増強15分間、クールダウン5分間の合計40分間程度で、通常のデイサービスの時間を利用して行った。

筋力増強は15分間程度とし、アメリカスポーツ医学会の指針を参考に参加者の平均がBorgの自覚的運動強度12~13（ややきつい）を目安に10種目で構成し、握力の運動1種目、下肢筋力増強運動9種目（座位で股関節屈曲、膝関節伸展、足関節背屈、足趾の屈曲、立位でスクワット、股関節外転、股関節内転、股関節伸展、足関節底屈）を左右各10回反復した^{9, 10)}。参加者全員が同じトレーニングメニューを行った。

ウォーミングアップは座位で、楽しく分かりやすくできるように「みんなの体操」(NHK教育テレビ・毎朝6時30分放映)の前半約5分間を利用し、ビデオを見ながら行った。クールダウンは深呼吸と呼吸療法のリラクゼーションの手技を取り入れた¹¹⁾。

運動介入の頻度が少ないので、9種目の下肢筋力増強運動はホームプログラムとしてパンフレットを渡し自宅でのトレーニングを促した。なお、研究期間中は医師の診察と継続的な医学的管理を行った。

4. 測定項目と分析

身体特性として初回測定時に身長、体重、BMI、ウエスト・ヒップ比、下肢長、視力を測定した。

運動介入の効果判定のための測定項目は、上肢筋力の指標として握力、下肢支持性・体幹伸展力の指標として背筋力を測定した。これらは測定方法が確立されており測定値の信頼性が高いとされる¹²⁾。歩行、起立、昇降能力の指標として10m歩行速度（普通・全力）と10m歩数（普通・全力）、40・30・20cm台からの立ち上がり、バスのステップを想定した40cm台昇降¹³⁾を測定した。バランス機能の指標として開眼・閉眼片足立ち、タンデム歩行安定性（バランスを崩さずにつま先と踵をつけて前方へ歩行する）を測定した。また、下肢筋力増強の効果判定のためにDanielsらの徒手筋力検査法¹⁴⁾（股関節屈曲・伸展・外転、膝関節屈曲・伸展、足関節底屈）を行った。ADLは社会的側面を相対的に判定できる老研式活動能力指標を用いた¹⁵⁾。

40cm台昇降は前方から昇って前方へ降りる動作が、難なく可能2点、何とか可能1点、不可能を0点とした。40・30・20cm台からの立ち上がりは、手をつかずに20cm台から可能3点、30cm台から可能2点、40cm台から可能1点、不可能を0点とした。タンデム歩行安定性は4歩連続して可能4点、踏みはずす3点、継ぎ足姿勢がとれない2点、杖について可能1点、不可能を0点とした。

測定は同一測定項目は同一検査者が行い、精度管

表1 先行群と後行群の身体特性・能力のベースラインの比較

	先行群 (SD) n=10	後行群 (SD) n=15	p 値
年齢 (歳) †	81.6 (3.7)	79.3 (3.1)	0.101
身長 (cm) †	144.7 (6.6)	145.1 (5.2)	0.891
体重 (kg) †	51.1 (9.5)	48.3 (7.3)	0.452
BMI (kg/m ²) †	24.4 (4.7)	22.9 (3.0)	0.396
ウエスト・ヒップ比 †	0.9 (0.1)	0.9 (0.0)	0.727
下肢長 (cm) †	77.2 (2.8)	76.4 (3.0)	0.505
視力 †	0.3 (0.2)	0.4 (0.2)	0.298
握力 (kg) †	17.7 (4.0)	17.5 (3.5)	0.908
背筋力 (kg) †	28.9 (4.9)	30.6 (6.9)	0.458
10m 速度 (秒) †	9.4 (3.5)	9.9 (2.8)	0.652
10m 歩数 (歩) †	20.7 (5.9)	19.9 (3.6)	0.717
開眼片足立ち (秒) †	7.9 (8.6)	8.6 (10.1)	0.851
閉眼片足立ち (秒) †	2.1 (1.0)	2.6 (2.2)	0.449
ADL \$	13 (12, 13)*	12 (10.5, 13)*	0.238
股屈曲 \$	3.8 (0.4)	3.7 (0.6)	0.527
股伸展 \$	3.8 (0.8)	3.3 (0.6)	0.134
股外転 \$	3.9 (0.7)	3.3 (0.8)	0.091
膝屈曲 \$	3.5 (0.5)	3.7 (0.6)	0.491
膝伸展 \$	3.7 (0.7)	3.8 (0.7)	0.720
足底屈 \$	3.7 (0.7)	3.7 (0.7)	0.909

† 対応のない t 検定、\$ Mann-Whitney の U 検定、*ADL は中央値 (25%タイル, 75%タイル) を示した。

表2 先行群と後行群の40cm台昇降、台からの立ち上がり、タンデム歩行の比較

(得点)	先行群	後行群	p 値
40 cm 台昇降			
2 点	2 人	3 人	0.984
1	3	5	
0	5	7	
40・30・20 cm 台			
3 点	4 人	8 人	0.933
2	4	5	
1	2	2	
0	0	0	
タンデム歩行			
4 点	7 人	8 人	0.900
3	2	6	
2	1	1	
1	0	0	
0	0	0	

χ² 検定

理に努めた。測定は、運動介入前と3カ月の運動介入後または3カ月の観察期間後に行い、対象1人につき3回ずつ実施した。

身体能力に関する測定項目に関して運動介入前後、先行群と後行群の介入前後の変化、および非介入期間と介入期間の変化について比較した。

また、ホームプログラムの実施状況を実施カードで2週間に1回確認し、期間中に実施率(実施日数/期間日数)が50%以上の者14名を実行群、10%未満の者11名を非実行群として身体能力の変化を比較した。

これらの測定値は、平均値(SD)で表し、2群間の比較では期間前後での変化率および変化差で表した。ADLは中央値(25%タイル, 75%タイル)で表した。検定は、t検定およびMann-WhitneyのU検定またはWilcoxon符号付順位検定を行った。40cm台昇降, 40・30・20cm台からの立ち上がり, タンデム歩行安定性は χ^2 検定またはWilcoxon符号付順位検定を行った。

結 果

1. 運動介入前後および先行群と後行群の介入前後の比較

運動介入前後の変化は、背筋力が平均31.0kgから35.5kgに増加し(p=0.002)、徒手筋力検査でも股関節屈曲力(p=0.004)、膝関節屈曲力(p=0.047)、膝関節伸展力(p=0.023)、足関節底屈力(p=0.029)が有意に増加した。また、40cm台昇降(p=0.011)も有意に改善した(表3, 4)。

先行群では、背筋力(p=0.048)、股関節屈曲力(p=0.008)、膝関節屈曲力(p=0.026)、足関節底屈力(p=0.031)と40cm台昇降(p=0.046)が有意に増加し、後行群でも背筋力(p=0.013)が有意に増加した。しかし、両群とも10m歩行速度・歩数、開眼・閉眼片足立ち、タンデム歩行安定性には有意な改善はなかった。

また、非介入期間では先行群の身体能力には有意

表3 介入前後の身体能力測定値の変化(筋力, 歩行, 片足起立, ADL)

	全被験者 (n=25)			先行群 (n=10)			後行群 (n=15)		
	介入前 (SD)	介入後 (SD)	p 値	介入前 (SD)	介入後 (SD)	p 値	介入前 (SD)	介入後 (SD)	p 値
握力 (kg) †	18.3 (3.6)	17.3 (4.0)	0.024	17.7 (4.0)	17.0 (5.0)	0.439	18.8 (3.5)	17.6 (3.3)	0.018
背筋力 (kg) †	31.0 (8.8)	35.5 (9.6)	0.002	28.9 (4.9)	35.0 (8.9)	0.048	32.5 (10.5)	35.8 (10.3)	0.013
10m 速度 (秒) †	9.3 (2.7)	8.9 (3.5)	0.193	9.4 (3.5)	9.5 (4.6)	0.806	9.2 (2.2)	8.5 (2.7)	0.062
10m 歩数 (歩) †	20.1 (4.2)	20.3 (5.2)	0.497	20.7 (5.9)	20.5 (7.5)	0.794	19.7 (2.8)	20.2 (3.1)	0.104
開眼片足 (秒) †	8.5 (9.6)	7.0 (8.0)	0.335	7.9 (8.6)	10.9 (10.5)	0.091	8.9 (10.5)	4.4 (4.6)	0.036
閉眼片足 (秒) †	2.1 (1.1)	2.3 (1.4)	0.242	2.1 (1.0)	2.0 (1.3)	0.711	2.1 (1.3)	2.5 (1.4)	0.108
ADL §	12* (10, 13)	11* (9, 13)	0.047	12.5* (12, 13)	11.5* (10.25, 12)	0.057	12* (8.5, 12.5)	11* (8.5, 13)	0.609
股屈曲 §	3.8 (0.5)	4.4 (0.7)	0.004	3.8 (0.4)	4.7 (0.5)	0.008	3.9 (0.5)	4.3 (0.8)	0.076
股伸展 §	3.9 (0.7)	3.8 (0.9)	0.660	3.8 (0.8)	4.2 (0.6)	0.072	3.9 (0.6)	3.5 (1.0)	0.076
股外転 §	3.9 (0.6)	4.1 (0.9)	0.276	3.9 (0.7)	4.5 (0.7)	0.095	3.9 (0.6)	3.9 (0.9)	0.790
膝屈曲 §	3.7 (0.5)	4.1 (0.8)	0.047	3.5 (0.5)	4.2 (0.6)	0.026	3.9 (0.5)	4.1 (0.9)	0.421
膝伸展 §	3.8 (0.6)	4.3 (0.8)	0.023	3.7 (0.7)	4.2 (0.6)	0.120	3.9 (0.5)	4.3 (1.0)	0.093
足底屈 §	3.9 (0.7)	4.3 (0.8)	0.029	3.7 (0.7)	4.5 (0.7)	0.031	4.1 (0.7)	4.2 (0.9)	0.572

† 対応のある t 検定、§ Wilcoxon 符号付順位検定、*ADL は中央値 (25%タイル, 75%タイル) を示した。

表4 介入前後の40cm台昇降, 40・30・20cm台からの立ち上がり, タンデム歩行の変化

(変化)	全被験者・介入前後	p 値	先行群・介入前後	p 値	後行群・介入前後	p 値
40 cm 台昇降						
1点増	9人		4人		5人	
変化なし	15	0.011	6	0.046	9	0.102
1点減	1		0		1	
40・30・20 cm 台						
1点増	5		2		3	
変化なし	17	0.480	6	1.000	11	0.317
1点減	3		2		1	
タンデム歩行						
1点増	6		3		3	
変化なし	17	0.157	7	0.083	10	0.655
1点減	2		0		2	

Wilcoxon 符号付順位検定

な変化はなく、後行群の股関節伸展力 ($p=0.003$)・外転力 ($p=0.025$) が有意に増加した (表5)。

2. 非介入期間と介入期間の身体能力測定値の変化の比較

対象25名の非介入期間 (3カ月間) と介入期間 (3カ月間) における変化を比較した。背筋力が非介入期間に0.5%減少し、介入期間に16.2%増加し、有意差 ($p=0.032$) があった。また、有意差はなかったが、股関節屈曲力が非介入期間には変化がなく介入期間には0.6段階 ($p=0.053$) 増加した (表6)。10m歩行速度・歩数、開眼・閉眼片足立ち、ADL、40cm台昇降、40・30・20cm台からの立ち上がり、タンDEM歩行安定性には有意差はなかった。

3. ホームプログラムの実行群と非実行群の比較

ホームプログラムの実行群 ($n=14$) と非実行群 ($n=11$) の介入前後の変化を比較すると、背筋力がそれぞれ20.7%、10.3%増加し、10m歩行速度がそれぞれ5.7%、4.6%速くなったが両群に有意差はなかった。また、実行群で開眼・閉眼片足立ちの時間が16.7%、12.8%増加したのに対して、非実行群ではそれぞれ4.6%、1.4%減少したが両群に有意差はなく、下肢筋力の変化にも有意差はなかった (表7)。40cm台昇降、40・30・20cm台からの立ち上がり、タンDEM歩行安定性も両群に有意差はなかった。さらに、これらの機能を年齢因子を調整して共分散分析を行ったが、両群に有意差はなかった。

日常の運動習慣は、実行群が散歩7名、散歩と畑仕事2名、体操2名、散歩と体操1名、ゲートボー

表5 非介入期間 (前後) の身体能力の変化 (全被験者, 先行群, 後行群)

	全被験者 (n=25)			先行群 (n=10)			後行群 (n=15)		
	前 (SD)	後 (SD)	p 値	前 (SD)	後 (SD)	p 値	前 (SD)	後 (SD)	p 値
握力 (kg) †	17.3 (4.1)	17.8 (4.5)	0.407	17.0 (5.0)	16.3 (5.7)	0.486	17.5 (3.5)	18.8 (3.5)	0.102
背筋力 (kg) †	32.4 (7.9)	32.0 (9.3)	0.776	35.0 (8.9)	31.2 (7.6)	0.137	30.6 (6.9)	32.5 (10.5)	0.234
10m 速度 (秒) †	9.8 (3.5)	9.0 (2.3)	0.063	9.5 (4.6)	8.8 (2.5)	0.370	9.9 (2.8)	9.2 (2.2)	0.078
10m 歩数 (歩) †	20.2 (5.3)	20.1 (4.5)	0.927	20.5 (7.5)	20.8 (6.4)	0.627	19.9 (3.6)	19.7 (2.8)	0.666
開眼片足 (秒) †	9.8 (10.2)	8.4 (9.6)	0.238	10.9 (10.5)	6.8 (8.2)	0.077	8.6 (10.1)	8.9 (10.5)	0.820
閉眼片足 (秒) †	2.6 (1.8)	2.2 (1.3)	0.196	2.0 (1.3)	1.7 (1.6)	0.431	2.6 (2.2)	2.1 (1.3)	0.269
ADL §	12* (10, 13)	12* (10, 13)	0.268	11.5* (10.25, 12)	11.5* (10.25, 12.75)	0.665	12* (10.5, 13)	12* (8.5, 12.5)	0.085
股屈曲 §	4.1 (0.8)	4.1 (0.7)	0.834	4.7 (0.5)	4.5 (0.7)	0.484	3.7 (0.6)	3.9 (0.5)	0.299
股伸展 §	3.7 (0.7)	4.0 (0.7)	0.032	4.2 (0.6)	4.1 (0.9)	0.772	3.3 (0.6)	3.9 (0.6)	0.003
股外転 §	3.8 (1.0)	4.1 (0.7)	0.130	4.5 (0.7)	4.4 (0.7)	0.773	3.3 (0.8)	3.9 (0.6)	0.025
膝屈曲 §	3.9 (0.7)	4.1 (0.6)	0.073	4.2 (0.6)	4.4 (0.7)	0.346	3.7 (0.6)	3.9 (0.5)	0.233
膝伸展 §	4.0 (0.7)	4.1 (0.6)	0.233	4.2 (0.6)	4.4 (0.7)	0.346	3.8 (0.7)	3.9 (0.5)	0.773
足底屈 §	4.0 (0.8)	4.2 (0.7)	0.275	4.5 (0.7)	4.3 (0.8)	0.346	3.7 (0.7)	4.1 (0.7)	0.071

† 対応のある t 検定、§ Wilcoxon 符号付順位検定、*ADL は中央値 (25%タイル, 75%タイル) を示した。

表6 非介入期間と介入期間の身体能力測定値の変化率および変化差の比較 (n=25)

	非介入前 (SD)	非介入後 (SD)	変化率・差 (SD)	介入前 (SD)	介入後 (SD)	変化率・差 (SD)	p 値
握力 (kg) †	17.3 (4.1)	17.8 (4.5)	+4.5% (0.2)	18.3 (3.6)	17.3 (4.0)	-5.3% (0.1)	0.129
背筋力 (kg) †	32.4 (7.9)	32.0 (9.3)	-0.5% (0.2)	31.0 (8.8)	35.5 (9.6)	+16.2% (0.2)	0.032
10m 速度 (秒) †	9.8 (3.5)	9.0 (2.3)	-6.6% (0.2)	9.3 (2.7)	8.9 (3.5)	-7.7% (0.2)	0.844
10m 歩数 (歩) †	20.2 (5.3)	20.1 (4.5)	-1.0% (0.1)	20.1 (4.2)	20.3 (5.2)	-0.9% (0.1)	0.968
開眼片足立ち (秒) †	9.8 (10.2)	8.4 (9.6)	-10.0% (0.4)	8.5 (9.6)	7.0 (8.0)	-3.5% (0.6)	0.479
閉眼片足立ち (秒) †	2.6 (1.8)	2.2 (1.3)	-7.5% (0.3)	2.1 (1.1)	2.3 (1.4)	+3.8% (0.4)	0.367
ADL §	12 (10, 13)*	12 (10, 13)*	-0.6 (2.0)	12 (10, 13)*	11 (9, 13)*	-0.6 (1.4)	0.557
股屈曲 §	4.1 (0.8)	4.1 (0.7)	0.0 (0.7)	3.8 (0.5)	4.4 (0.7)	+0.6 (0.7)	0.053
股伸展 §	3.7 (0.7)	4.0 (0.7)	+0.3 (0.6)	3.9 (0.7)	3.8 (0.9)	-0.1 (0.8)	0.099
股外転 §	3.8 (1.0)	4.1 (0.7)	+0.3 (0.8)	3.9 (0.6)	4.1 (0.9)	+0.2 (0.9)	0.682
膝屈曲 §	3.9 (0.7)	4.1 (0.6)	+0.2 (0.5)	3.7 (0.5)	4.1 (0.8)	+0.4 (0.8)	0.292
膝伸展 §	4.0 (0.7)	4.1 (0.6)	+0.1 (0.4)	3.8 (0.6)	4.3 (0.8)	+0.5 (0.8)	0.117
足底屈 §	4.0 (0.8)	4.2 (0.7)	+0.2 (0.7)	3.9 (0.7)	4.3 (0.8)	+0.4 (0.8)	0.426

† 対応のある t 検定 (変化率)、§ Wilcoxon 符号付順位検定 (変化差)、*ADL は中央値 (25%タイル, 75%タイル) を示した。

表7 実行群 (n=14) と非実行群 (n=11) の介入前後の変化率および変化差の比較

	実行群			非実行群			p 値
	介入前 (SD)	介入後 (SD)	変化率・差 (SD)	介入前 (SD)	介入後 (SD)	変化率・差 (SD)	
年齢	79.8 (3.8)			80.7 (3.0)			0.513
握力 (kg) †	17.8 (3.9)	17.0 (4.5)	-4.4% (0.1)	19.0 (3.4)	17.7 (3.4)	-6.4% (0.1)	0.710
背筋力 (kg) †	30.4 (7.2)	36.3 (8.9)	+20.7% (0.2)	31.9 (10.7)	34.4 (10.7)	+10.3% (0.2)	0.251
10m 速度 (秒) †	9.1 (1.8)	8.5 (1.8)	-5.7% (0.2)	9.5 (3.7)	9.4 (5.0)	-4.6% (0.1)	0.848
10m 歩数 (歩) †	19.8 (2.8)	19.8 (2.7)	+0.2% (0.1)	20.5 (5.7)	21.0 (7.3)	+1.6% (0.1)	0.678
開眼片足立ち (秒) †	7.8 (8.4)	8.0 (9.5)	+16.7% (0.7)	9.3 (11.3)	5.8 (5.9)	-4.6% (0.6)	0.413
閉眼片足立ち (秒) †	2.0 (1.0)	2.5 (1.3)	+12.8% (0.4)	2.1 (1.3)	2.0 (1.6)	-1.4% (0.4)	0.387
ADL §	12* (12, 13)	12* (9.5, 12.75)	-0.2 (1.3)	12* (10, 13)	10* (8.5, 12.5)	-1.1 (1.5)	0.148
股屈曲 §	3.8 (0.4)	4.5 (0.7)	+0.7 (0.7)	3.9 (0.5)	4.4 (0.8)	+0.5 (0.7)	0.347
股伸展 §	3.9 (0.6)	3.7 (0.9)	-0.2 (0.6)	3.8 (0.8)	3.9 (0.9)	+0.1 (0.7)	0.318
股外転 §	3.9 (0.6)	4.1 (0.7)	+0.2 (0.7)	3.9 (0.7)	4.2 (1.1)	+0.3 (0.8)	0.724
膝屈曲 §	3.8 (0.6)	4.2 (0.6)	+0.4 (0.9)	3.6 (0.5)	4.0 (1.0)	+0.4 (0.8)	0.953
膝伸展 §	3.9 (0.7)	4.4 (0.6)	+0.5 (0.9)	3.7 (0.5)	4.1 (1.0)	+0.4 (0.8)	0.542
足底屈 §	3.9 (0.7)	4.3 (0.7)	+0.4 (0.7)	4.0 (0.8)	4.4 (0.9)	+0.4 (0.7)	0.927

† 対応のない t 検定 (変化率), § Mann-Whitney の U 検定 (変化差), *ADL は中央値 (25%タイル, 75%タイル) を示した。

ル1名, 運動習慣なし1名に対して, 非実行群は散歩4名, 散歩と畑仕事1名, 畑仕事2名, 運動習慣なし4名であった。

考 察

1. 本研究における運動介入の効果について

今回クロスオーバーで研究を行い, 非介入期間と介入期間の変化を比較した。クロスオーバー研究でコントロールとなる非介入期間と比べて介入期間のトレーニング実施により背筋力が増強した。先行群は介入後にウォッシュアウトの期間を設定できなかったため真の非介入期間とは異なるが, 介入期間に背筋力が増強したのは運動介入による効果と考える。介入期間だけでは, 介入前後で背筋力の他に, 股関節屈曲力, 膝関節屈曲力・伸展力, 足関節底屈力が増加した。これらの筋力訓練は, 自分で抵抗を加えたり自体重の負荷が加わっており, 変化がなかった股関節伸展力・外転力は下肢重のみの負荷であったことが異なっていた。負荷量が差に表れたものとする。しかし, これらの筋力も非介入期間と比較すると有意差はなかった。

このように介入期間と非介入期間の身体能力測定値に有意差がなかったことは, 先行群の介入後にウォッシュアウトの期間がなかったため持越し効果 (carry-over-effect) により真の非介入期間とはならなかったことが原因している可能性がある。すなわ

ち, 先行群では, 1) 介入終了後も機能が上昇する, 2) 介入終了後も機能が維持される, 3) 介入終了後に機能が低下するという3つの場合が考えられる。1) の場合は後行群と併合することで有意の差が出にくくなり, 2) の場合は後行群と同じ効果になり, 1), 2) では, 持越し効果があるかもしれない。3) の場合は有意差が出やすくなる。今回は, 後行群の非介入期間には機能が上昇することはあっても低下せず, 先行群の非介入期間には上昇も低下もしなかった。従って, 先行群では非介入期間に持越し効果がクロスオーバーデザインで有意差があまりでなかったという結果に大きな影響を与えたとは考えにくい。後行群の非介入期間で股関節伸展力・外転力が有意に増加したのは, 身体能力の測定と研究協力への意識が教育的効果⁶⁾として表れたのかもしれない。

厳密なクロスオーバーデザインにするためには先行群の介入効果が元に戻りベースラインの測定値とほぼ同じ値になるまでウォッシュアウトの期間を設けなければならない。しかし, 研究期間が長期化することや実際にデイサービスを受けている高齢者を対象とするには困難であり, できればデイサービス対象者に限らず対象数が十分あってRCT (無作為化比較試験) ができるなら, その方が望ましいだろう。

2. 先行研究との介入効果と介入頻度の比較

先行研究をみると、いずれも対照群と比較したものではないが、介入前後で筋力が増加した例は、安静臥床等により体力が低下した高齢者14名（男性6名、女性8名、平均年齢79.5歳）に週3～5回・6週間の筋力トレーニングと自転車エルゴメーターを実施し、膝関節伸展力が有意に増加したもの¹⁷⁾や、転倒予防教室の参加者41名（男性18名、女性23名、平均年齢71.0±5.7歳）に、1kgの重錘ベルトを用いて週2回・3カ月間で24回、膝関節伸展、股関節外転など4種目の運動を行い膝関節伸展力が有意に増加したもの¹⁸⁾など、高負荷トレーニングを実施している。歩行能力の改善例では、指導内容は不明だが、女性20名（平均年齢69.1±3.5歳）に対する運動介入によって、10m歩行速度・歩数、最大1歩幅が有意に改善している³⁾。バランス機能や柔軟性に関しては、女性25名（平均年齢75.3±3.4歳）や高齢者114名（男性73名、女性41名、平均年齢74.5±5.8歳）の調査により、大腿四頭筋の筋力がバランス機能に影響するという報告^{19, 20)}がある。また、10種類のプログラム（ストレッチング、開眼片足立ち、筋力トレーニング、両手合わせ相撲、片手握手相撲、閉眼その場足踏み、アクロスウォーキング、ジャンケンウォーキング、新聞紙トレーニング、足の指・アーチの手入れ）を実施した例は、虚弱高齢者20名（平均年齢不明）に月1回・4カ月間の集団指導と週1回20～40分間の家庭訪問による指導を行い、最大1歩幅と開眼片足立ちが有意に改善している⁴⁾。

機械器具を使用した研究では、地域在住高齢者18名（平均年齢72.6±4.4歳）に1回15分間のトレッドミル運動を週2回・4週間実施して、歩行速度、長座位前屈、ファンクショナルリーチ、握力に有意な改善があった例²⁾、虚弱高齢者14名（男性9名、女性5名、平均年齢76.4歳）に高負荷運動トレーニングと低負荷運動トレーニングを週3～5回・6週間試みて、高負荷運動トレーニングの方が筋力増加率が高く、10m歩行速度が有意に速くなったものがある⁹⁾。また、虚弱高齢者69名（平均年齢78.6±7.6歳）に1回90分間、週2回・3カ月間の高負荷レジスタンストレーニングを行い、1RM（Repetition Maximum）テスト、最大歩行速度、ファンクショナルリーチ、開眼・閉眼片足立ちが有意に増加した例⁷⁾や、女性15名（平均年齢73.2±1.2歳）に高速度

抵抗運動を、女性15名（平均年齢72.1±1.3歳）に低速度抵抗運動をそれぞれ1週間に3回、16週間行わせた結果、身体能力の改善に差がなかった例²¹⁾などが報告されている。

転倒予防教室や高齢者支援事業では、女性40名（平均年齢65.7±6.0歳）にストレッチ、筋力強化、バランス訓練、歩行訓練を行った結果、運動習慣のある群だけ歩行能力が改善したもの²²⁾や、66名（男性8名、女性58名、平均年齢不明）を対象にバランス能力の向上を目標に介入したが、タンDEM歩行安定性にのみ有意差が認められたもの²³⁾、さらには、教育的効果^{16, 24)}や経済的効果^{25, 26)}を述べたものなど、これまでにさまざまな介入研究が行われている。一方で、効果を判定できなかったり²⁷⁾、少なかった例^{28, 29)}や、逆に機能が低下した例^{26, 30)}もある。

本研究では特別な道具を必要としない低負荷運動を行ったが、筋力増強に効果があった先行研究では機械器具を使用した高負荷運動が主体となっている。また、本研究では、10m歩行速度・歩数、バランス機能に有意な変化はなかったが、これらの身体能力が改善した例では、体操や機械器具を用いた筋力トレーニングに加えて、バランス訓練^{4, 7, 31)}や歩行訓練^{2, 4, 31)}、レクリエーション、ゲーム、ダンス^{4, 5, 32)}などの動的な運動プログラムを組み合わせ、測定項目と関連する運動プログラムが含まれていたことが効果として表れたのかもしれない。

介入頻度では、効果が報告された研究は前述のように週2回・3カ月間で24回のトレーニングを実施した例¹⁸⁾、月1回・4カ月間の集団指導と週1回20～40分間の家庭訪問による指導を組み合わせ、1回15分間の運動を週2回・4週間²⁾、週3～5回・6週間^{6, 17)}、1回90分で週2回・3カ月間⁷⁾などであり、効果が表れなかった研究では、月4回・11カ月間合計38回³⁰⁾や週1回・10カ月間²⁹⁾の例を除き、介入回数が3回²⁸⁾、4回²²⁾、5回²⁷⁾、6回²³⁾であった。

本研究では、直接介入5回にホームプログラムを組み合わせ、身体能力の改善を図った。運動プログラムを筋力増強中心に組み立て、ホームプログラムも負担感を少なくするために下肢筋力増強訓練だけにとどめた結果、個々の筋力は改善したが、日常生活に必要な歩行能力やバランス機能などの身体能力に変化はなかった。

3. トレーニングの継続性について

運動習慣に関する先行研究では、75歳以上の在宅高齢者を対象に介入地区（487名）と非介入地区（348名）を設定して約1年間の介入プログラム（転倒予防教室の開催、体操の普及、転倒予防の情報提供、体力づくり）を実施した結果、介入地区で「定期的に散歩する」割合が37.7%から41.9%に、「定期的に体操をする」割合が26.9%から32.5%に増加している³³⁾。また、長野県K村における調査研究による性・年代別基本統計量では、日常の運動習慣は、80-84歳の一般女性で35.2%³⁴⁾であり、加藤らが行った転倒予防教室での調査では、参加女性40名（平均年齢65.7±6.0歳）中、運動習慣があったのは26名（65%）であった²²⁾。本研究対象の運動習慣は25名中、20名（80%）に上り日常から運動に対する意識が高かったが、ホームプログラムの実施率が50%以上であった者は14名（56%）にとどまった。牧内の報告では、1月1回・全4回の虚弱高齢者20名を対象とした転倒予防教室の間に、週1回ホームヘルパーを派遣してホームプログラムの実施状況を日誌に記録した結果、運動実施日数率が87.3%⁹⁾に上っている。本研究の対象は日常の運動習慣が高いため、ホームプログラムを行う必要性を感じていなかったのかもしれない。また、ホームプログラムを促す際に運動のイラストと実施カードを渡したが、運動内容が下肢筋力増強運動のみで単調であったこと、個別的な指導が欠けていたこと、一人一人の運動理解度を確認しなかったことなどが原因で実施率が低くなったものと考えられる。

運動の効果を上げ、継続して行うためには1) 運動の効果を信じている、2) 快感をもって行える、3) 評価してくれる人がある、4) 負担感が少ない、5) 意欲が高い、6) 継続に自己効力感があることが挙げられる³⁵⁾。また、運動を継続しようとする強い意志（adherence）に影響する要因³⁶⁾として1) 社会的要因、2) 実施者本人に関する要因、3) 環境要因、4) 運動を行う施設要因、5) 運動プログラムに関する要因がある。特に、運動プログラムに関する要因は、プログラムが適切で満足できるものであること、実施者に個別化の機会があることが重要とされている^{36, 37)}。

直接的な介入頻度が少ないことをホームプログラムで補おうと試みたが、実行群と非実行群の介入前

後の変化率・差の比較では、有意な変化はなかった。これは、ホームプログラムの実行者が56%にとどまったことや運動プログラムの要因とともに個人任せの運動であったために著明な効果が表れなかったものと考えられる。

本研究では、介入前後で背筋力、下肢筋力、40cm台昇降が増加したが、クロスオーバーデザインによる非介入期間と介入期間の変化率・差の比較では背筋力が改善し、日常生活活動に関連すると考えられる歩行能力、バランス機能は変化がなかった。今回のトレーニングメニューは、他の研究に比して運動負荷と介入頻度が少ないとしても、地域で行われている転倒予防教室の内容とあまり変わらないものである。しかし、対象の平均年齢（80.3±3.4歳）が先行研究のいずれよりも高く、地域在住の自立した高齢者であることが異なっていた。現在、わが国では介護予防事業に重点を置こうとしているが、生活環境や身体能力が多様な在宅高齢者に対する運動介入の効果を高めるためには、今後、介入頻度の検討とともにバイオフィードバックなどの方法で個人個人に合わせた運動負荷をかけながら、負担感がなく継続して自宅でも行えるトレーニングメニューを作成していく必要がある。

引用文献

- 1) 宮崎敦文. 介護保険制度の現状と課題. 平成15年度山口県介護保険研究大会抄録集 2004: 5.
- 2) 上出直人, 大淵修一, 柴喜崇. 歩行トレーニング装置が地域在住高齢者の運動機能に及ぼす影響について. 理学療法学 2003; 30: 421-427.
- 3) 古西勇, 黒川幸雄, 小林量作. 市町村における転倒予防教室の評価. 日本公衆衛生雑誌 2003; 50: 320.
- 4) 牧内隆雄. 市町村で実施している転倒・骨折予防事業. MEDICAL REHA 2003; 31: 54-61.
- 5) 植木章三, 河西敏幸, 高戸仁郎, 坂本謙, 島貫秀樹, 芳賀博, 伊藤常久, 安村誠司, 新野直明, 蘭牟田洋美, 吉田祐子, 鈴木優子. 転倒予防事業が地域在宅後期高齢者の運動機能に及

- ぼす影響. 日本公衆衛生雑誌 2003; 50: 734.
- 6) 逢坂悟郎, 小山 毅, 亀井正幸. 虚弱高齢者に対する体力増強訓練その2 筋力トレーニングの負荷方法についての検討. リハ医学 2002; 39: S358.
 - 7) 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. 理学療法学 2003; 30: 377-385.
 - 8) 厚生労働省. 平成15年版厚生労働白書. ぎょうせい, 東京, 2003, 73-74.
 - 9) アメリカスポーツ医学会. 運動処方指針. 南江堂, 東京, 2003, 228-229.
 - 10) 渡會公治, 大西祥平, 稲波弘彦, 久保 明. Medical Conditioning Guide. 診断と治療社, 東京, 1994, 46-51.
 - 11) 町田和子. 呼吸理学療法 第6回3学会合同呼吸療法認定士認定講習会テキスト. 日本胸部外科学会・日本呼吸器学会・日本麻酔学会合同呼吸療法認定士認定委員会, 東京, 2001, 135.
 - 12) 青木純一郎, 前嶋 孝, 吉田敬義. 日常生活に生かす運動処方. 杏林書院, 東京, 2000, 173-175.
 - 13) 武藤芳照, 黒柳律雄, 上野勝則, 太田美穂. 転倒予防教室. 日本醫事新報社, 東京, 2002, 89-91.
 - 14) Helen J H, Jacqueline M. 新・徒手筋力検査法. 協同医書出版社, 東京, 2003, 7-8.
 - 15) 早川宏子. 作業療法学全書第10巻. 協同医書出版社, 東京, 2000, 71-72.
 - 16) Ness K K, Gurney J G, Ice G H. Screening, Education, and Associated Behavioral Responses to Reduce Risk for Falls Among People Over Age 65 Years Attending a Community Health Fair. Physical Therapy 2003; 7: 631-637.
 - 17) 小山 毅, 逢坂悟郎, 亀井正幸. 虚弱高齢者に対する体力増強訓練その1~当院での訓練プログラムについての検討. リハ医学 2002; 39: S357.
 - 18) 浅川康吉, 遠藤文雄, 高橋龍太郎. 高齢者の筋力トレーニングにおける筋力増強効果の関連要因. 理学療法学 2003; 30: 351.
 - 19) Ikezoe T, Asakawa Y, Tsutou A. The Relationship between Quadriceps Strength and Balance to Fall of Elderly Admitted to a Nursing Home. J Phys Ther Sci 2003; 15: 75-79.
 - 20) 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. 高齢者における片脚立位時間と膝伸展力の関係. 体力科学 2001; 50: 369-374.
 - 21) Sayers S P, Bean J, Cuoco A, LeBrasseur N K, Jette A, Fielding R A. Changes in Function and Disability After Resistance Training: Does Velocity Matter? American J of Phys. Med & Reh 2003; 82: 605-613.
 - 22) 加藤智香子, 猪田邦雄, 松本恵美子, 松田幸子, 南田美保, 青木眞弓, 島岡 清. 地域保健所における「転倒予防教室」の参加者特性と介入効果. 理学療法学 2003; 30: 48.
 - 23) 小松泰喜, 上内哲男, 田中尚喜, 黒柳律雄, 上野勝則, 武藤芳照, 太田美穂, 征矢野あや子, 上岡洋晴, 岡田真平, 木村貞治. バランス能力からみた転倒予防プログラムにおける身体機能の変化. 理学療法学 2002; 29: 14.
 - 24) 関根千晶, 井上和彦. 転倒教室. 医学のあゆみ 2002; 203: 812-814.
 - 25) 松嶋康之, 千坂洋巳, 丸山道男, 佐伯 覚, 蜂須賀研二. 転倒予防教室の運動療法. CLINICAL REHA 2001; 10: 965-968.
 - 26) 岡崎大資, 宮口英樹, 甲田宗嗣, 寄光 静, 宇根久美子, 川村博文, 鶴見隆正. 地域保健センターにおける転倒予防教室への取り組み. PTジャーナル 2002; 36: 329-336.
 - 27) 岡崎哲也, 松嶋康之, 蜂須賀研二. 診断と予防. 総合リハ 2002; 30: 1297-1302.
 - 28) 赤羽勝司, 木村貞治. 「高齢者リフレッシュ事業」における健脚度の経時的変化. 理学療法学 2002; 29: 105.
 - 29) 分木ひとみ, 河島克彦, 弘部重信. 虚弱高齢者に対する転倒予防アプローチの効果. 理学療法学 2002; 29: 147.
 - 30) 井上佐和子, 小松泰喜, 上内哲男, 富樫早美,

- 三谷 健, 上岡洋晴, 岡田真平, 田村邦彦. 施設入居高齢者に対する運動指導介入による身体機能の変化. 理学療法学 2002; 29: 104.
- 31) 木藤伸宏. 地域住民主導による健康教室. 健康増進マニュアル 日本理学療法士協会, 東京, 2003, 134-144.
- 32) 重松良祐, 田中喜代次. 転倒予防教室で提供した高齢者向けの運動プログラム. 日本体力医学会大会抄録集 2002; 785.
- 33) 芳賀 博, 植木章三, 河西敏幸, 高戸仁郎, 坂本 譲, 鳥貫秀樹, 伊藤常久, 安村誠司, 新野直明, 蘭牟田洋美, 吉田祐子, 鈴木優子. 地域高齢者における転倒予防に関する介入研究第2報. 日本公衆衛生学会雑誌 2003; 10: 735.
- 34) 小松泰喜, 武藤芳照. 高齢者の転倒予防・対策と理学療法. 理学療法 2001; 18: 879.
- 35) 宗像恒次, 徐 淑子, 橋本佐由里, 藤山博英, 奥富庸一. 高齢者健康増進プログラム参加者における精神健康と運動継続行動. NAP高齢者の生活機能増進法, ナップ, 東京, 2000, 119-128.
- 36) 大工谷新一. 運動指導成功のための秘訣. 健康増進マニュアル 日本理学療法士協会, 東京, 2003, 45-53.
- 37) 浅川康吉, 高橋龍太郎. 転倒・転落リスクの高い患者の身体的機能. EBナーシング 2002; 2: 9-14.

Crossover Designed Study on the Effect of Muscle Strengthening Training for Healthy Elderly Women in the Community.

Ippei NAKAMURA^{1, 2)}, Masayuki OKUDA²⁾, Haruko KAGE^{1, 2)},
Ichiro KUNITSUGU²⁾, Shinichi SUGIYAMA²⁾, Akihiro FUJII¹⁾,
Asako MATSUBARA¹⁾, Nobusuke TAN³⁾ and Tatsuya HOBARA²⁾

1) *Yamaguchi Health and Welfare College,*

1614-9 Kiwanami, Ube, Yamaguchi 759-0207, Japan

2) *Department of Public Health and Human Environment & Preventive Medicine,*

Yamaguchi University School of Medicine,

1-1-1 Minami Kogushi, Ube, Yamaguchi 755-8505, Japan

3) *Department of Exercise and Health Science Faculty of Education,*

Yamaguchi University,

1677-1 Yoshida, Yamaguchi, Yamaguchi 753-8513, Japan

SUMMARY

Many authors have reported on the effect of muscle strengthening training for elders. However, there are few prospective studies comparing the effectiveness of intervention against controls.

This study was to determine whether an intervention with training was effective to strengthen muscles and improve physical performance.

A total of 25 women, 80.3 ± 3.4 years of age (mean \pm SD) were recruited. They lived in the same community and received day services at the same facility. They were divided into 2 groups using a crossover design. Each of the groups carried out the training 5 times in 3 months alternately. The training consisted of 10 exercises for grasping and lower extremities. Subjects were encouraged to carry out the exercise program at home. The researchers also recorded which subjects carried out the exercises at home between training sessions.

There were no significant changes between variable ratio of the intervention period and non-intervention period, except back strength ($p=0.032$). There were also no significant changes between the home program group and the subjects who did not carry out the exercises at home.

Further study is indicated to determine effective means of increasing muscle strength and physical performance to maintain independence.