

中高年齢者における筋力および柔軟性トレーニングが  
筋力、関節可動域および ADL に及ぼす影響

所属領域名	健康科学
著者名	加藤卓郎
論文指導教員	大津一義

合格年月日 平成 14 年 2 月 28 日

論文審査委員

大津一義

中村 順二

土屋 基

## 目次

	頁
第1章 緒言	1
第2章 関連文献の考証	4
第1節 中高齢者の生理的変化	5
(1) 筋力	5
(2) 柔軟性	6
第2節 中高齢者の体力向上のためのトレーニング効果	7
(1) 筋力トレーニングの効果	7
(2) 柔軟性トレーニングの効果	9
(3) 筋力と柔軟性を組み合わせたトレーニングの効果	10
第3節 中高齢者におけるADL	11
(1) ADLの定義	11
(2) ADLの測定方法	12
(3) ADL向上のためのトレーニング方法	16
第3章 目的	19
第4章 方法	20
第1節 被験者	20
第2節 測定項目と測定方法	21
(1) 体力要素	21

① 筋力	21
② 柔軟性	21
(2) ADL	23
① 手腕作業能力	23
② 身辺作業能力	23
③ 歩行動作能力	23
第3節 トレーニング方法	23
第4節 トレーニング期間および場所	26
第5節 統計処理	26
第5章 結果	27
第1節 体力の変化	27
第2節 ADLの変化	28
第6章 考察	29
第7章 結論	38
第8章 要約	39
謝辞	
引用文献	
欧文要約	

## 第1章 緒言

現在、我が国では平均寿命の延長と出生率の低下にともない、2000年には老年人口（65歳以上）が2000万人を超え、全体の17.5%となり<sup>75)</sup>、本格的な高齢社会を迎えた。さらに、10年後の2010年には、その割合が22.0%になると推測され<sup>33)</sup>、高齢社会が急速に進んでいることが示唆される。そのため、中高齢者特有の生活習慣病をはじめとする疾病や障害が社会的な問題として注目を浴びるようになってきている。中高齢者は、一般的に加齢に伴う生理機能の減退による身体活動能力の低下や、日常生活動作能力（ADL:Activities of Daily Living）が低下し、運動不足状態になり、やがて寝たきりの生活に陥る危険性がある。そのため、活動的余命の延長を目的とした健康づくり、体力の維持・増進、生活の質（QOL:Quality of Life）の向上が求められている。

アメリカスポーツ医学会（ACSM:American College of Sports Medicine）<sup>7)</sup>は、筋力トレーニングの効果が、高齢者の筋量や筋力の維持・改善、機能的能力の改善、さらにQOLを向上させると勧告した。Evans<sup>14)</sup>は、高齢者における筋力トレーニングの方法としては、大筋群を中心に、ゆっくりと可動域全体を使用できる運動が望ましいと報告した。また、ADLと密接な関係にある体幹や下肢の筋力は、姿勢の保持や移動などの能力を維持・改善するために必要不可欠である<sup>38)64)</sup>と考えられるようになった。また、加齢による関節可動域の減少と、それに伴う姿勢の安定性の減少、関節変形症の増大が報告され<sup>62)</sup>、柔軟性の強化もまた、必要不可欠なものであると考えられるようになり、中高齢者に対する筋力および柔軟性トレーニングを課すような試みが盛んに行われるようになってきた。



しかし、Girouard と Hurley<sup>21)</sup>によると、高齢者の体力向上のために柔軟性トレーニングと筋力および柔軟性を組み合わせたトレーニングを比較検討した結果、両トレーニングとも筋力と柔軟性を向上させるが、筋力および柔軟性を組み合わせたトレーニングは柔軟性のみのトレーニングに比べ、わずかな柔軟性が増加であった。このことから、組み合わせた一方の筋力トレーニングが柔軟性に影響を与え、抑制する傾向があることを指摘している。したがって、筋力トレーニングは、柔軟性トレーニングと組み合わせるだけでなく、単独の直接的な影響についても検討する必要がある。

そこで、中高齢者において、筋力トレーニング、柔軟性トレーニング、筋力と柔軟性を組み合わせたトレーニングが筋力および柔軟性に及ぼす影響を検討する必要がある。

さらに、中高齢者においては、筋力や柔軟性といった要素や医学的な評価によって健康を判断するのではなく、高齢者の生活のありようを規定する大きな要因であり、生活機能の自立性を指標とする ADL の評価がとても重要である。Phillips と Haskell<sup>57)</sup>は、高齢者における ADL において、筋力、筋持久力および柔軟性といった体力要素によって支えられ、影響を受けていると報告している。そのため、これらの体力要素に焦点を当て、ADL について考え、トレーニングプログラムを構成していくことが重要である。そこで、星本ら<sup>24)</sup>は持久的トレーニングと筋力トレーニングが ADL に及ぼす影響を検討し、どちらも ADL に有効なトレーニングであると報告しているが、柔軟性トレーニングにおける検討がされていない。

したがって、本研究では中高齢者における運動プログラムにおいて、筋力トレーニング、柔軟性トレーニング、組み合わせたトレーニングが、筋力および柔軟性にどのような影響

を及ぼすかを検討するとともに、それらのトレーニングが中高齢者にとって特に重要である ADL に及ぼす影響を検討することを目的とした。

## 第2章 関連文献の考証

我が国における平均寿命は2000年において、男性77.6歳、女性84.6歳と報告され<sup>25)</sup>、世界でもトップクラスの平均寿命を示している。65歳以上の老年人口は、1990年には1500万人に満たなかったのに対し、2000年には2000万人を超え、全体の17.5%になった<sup>75)</sup>。このように、我が国では高齢者の人口が急速に増加し、高齢社会へ移行した。この現象は、文明の進歩や医療の発達によるものと考えられる。

しかし、その一方で、心身ともに健全で自立した生活を送ることができず、介助を要する寝たきり状態の中高齢者が増加しているのも事実である。そのため、長生きをしている全ての高齢者が健康であるとはいえない状況である。将来、この傾向はさらに強まり、寝たきり状態の中高齢者が増加することは明らかである。これを受けて、厚生労働省は<sup>35)</sup>21世紀における国民健康づくり運動として、すべての国民が健やかで心豊かに生活できる活力ある社会とすることとした。このため、壮年期死亡の減少や健康寿命の延伸およびQOLの向上を実現することを目的として「健康日本21」をかかげ、国を挙げて高齢社会の問題点に取り組むことを強固している。また、中高齢者が自立した生活を送れるようにするためにも、日常生活の中に運動を取り入れることが健康の維持・増進、生きがい発見の場につながり、さらにはADLの向上につながると考えられる。そして、それが中高齢者にとって最も大切なよりよいQOLの追求に結びつくと考えられる。

そこで、加齢変化および中高齢者の体力ならびに、中高齢者にとって大切なQOLと密接な関係にあるADLに着目して文献考証を進めることとした。

## 第1節 中高齢者の生理的変化

### (1) 筋力

中高齢者における加齢変化には、生理的変化を中心に様々なことが考えられる。その中には、身体組成、筋力、柔軟性の変化などが挙げられる。Fronteraら<sup>17)</sup>は、加齢に伴う、身体組成の除脂肪体重において10年ごとの総減少量を調べたところ、男性において2.5 kg、女性において2.0 kg減少したと報告した。さらに、40年間の除脂肪体重の減少は、男性10 kg、女性8 kgであり、それぞれ16%、20%の減少率であったと報告している。また、Clarysら<sup>10)</sup>は、体脂肪率において55歳から94歳の人々は年齢とともに増加すると報告した。これらの研究を受けて、Goingら<sup>22)</sup>は、中年までは除脂肪体重は減少し、体脂肪は急速に増加し、結果的に体重も増加すると報告した。一方、高齢者は除脂肪体重および体脂肪ともに減少し、体重も減少すると報告した。この報告から、除脂肪体重の減少は筋量の減少と比例関係にあるため、年齢とともに筋量が著しく減少していることが示唆される。Steen<sup>65)</sup>は、70歳の人々における筋量が、若い時期の最高の数値に比べて40%減少していると報告した。以上の結果から、Goingら<sup>22)</sup>は、筋出力の低下や体を支持する能力が低下すると考察した。

筋力は、30代までは増加するが、その後50代になるとその値は減少するとLarssonら<sup>37)</sup>によって報告された。RogersとEvans<sup>60)</sup>は、20代と70代における筋力において30%の減少を示し、筋の断面積では40%減少することを横断的な研究によって報告した。このように、筋力は加齢に伴って顕著に低下していることが結論づけられた。特に、下肢の筋

肉は上肢の筋肉に比べ、筋の断面積が大きいいためその分筋原線維が多く、加齢に伴って筋原線維が萎縮すると、筋原線維の多い下肢は上肢に比べて顕著に減少傾向がみられると報告された<sup>72)</sup>。Hunterら<sup>26)</sup>は、膝伸展力において20代前半で $193 \pm 13 \text{Nm}$ であったのが、70歳後半では $81 \pm 9 \text{Nm}$ に低下したと報告した。さらに、横山ら<sup>73)</sup>は、 $60 \text{度/s}$ の角速度における膝伸展ピークトルクを測定することによって、下肢筋群における加齢変化を研究した結果、20歳から39歳までの群、40歳から59歳までの群、60歳以上の群において、各群間の各項目で有意に低下することが認められた。これらの研究報告は、中高齢者がますます増加していくこの高齢社会において、自立した生活を送るために必要な筋力、特に下肢の筋力の重要性を示唆している。

## (2) 柔軟性

柔軟性において、ACSM<sup>1)</sup>は一般的に加齢に伴って低下すると勧告している。衣笠ら<sup>31)</sup>は、18歳から83歳までの男性において体前屈が80歳時では79%低下したと報告した。渡辺ら<sup>70)</sup>は、四肢の関節可動域において特に、肩関節の外旋・水平伸展、股関節の伸展・外転・内転・外旋・内旋、足関節の背屈で顕著に低下したと報告した。

このように、加齢に伴って様々な機能が衰退し、運動不足がさらにこれらの体力要素の減退を相乗させ、やがて日常生活にも支障が出てくると考えられる。その結果、自立した生活を送ることが困難になり、寝たきりの状態に陥ってしまい、個人間の問題だけでなく社会全体の問題へと発展することが考えられる。そのため、ACSM<sup>1)</sup>では、高齢者にこれらの加齢現象を少しでも緩和して、より健康で、より自立した生活を送ることができ、

さらに ADL の改善そして QOL の向上のために運動を取り入れることを勧めている。そこで、高齢者におけるトレーニングの効果に関する研究について考証を進めることとした。

## 第2節 中高齢者の体力向上のためのトレーニング効果

### (1) 筋力トレーニングの効果

中高齢者における筋力トレーニングは、いきみや怒責による血圧の上昇などを引き起こす恐れがあり、慎重に行うべきであると考えられてきた。Cononie ら<sup>11)</sup>は、平均年齢 70 から 79 歳の高齢者において 3 日/週の頻度で 6 ヶ月間のノーチラスマシーンをを用いた筋力トレーニングを行わせた結果、上肢と下肢に有意な増加を示し、血圧への悪影響はなかったと報告した。さらに、近年身体的な機能の向上のみならず、メンタル・ヘルスや社会性にも大きな効果を及ぼすことが明らかにされたため、中高齢者に筋力トレーニングを実践することが奨励されるようになった<sup>68)</sup>。さらに、我が国では寝たきりの高齢者が約 100 万人と推定されているが、その 10~20%は大腿骨骨折によるものである。この大腿骨の骨折は、一般的に筋力低下によって引き起こされる転倒によるものがほとんどである。したがって、筋力トレーニングは転倒予防のために筋力の増強だけではなく、日常生活の自発的活動の向上もできると報告された<sup>69)</sup>。このように、筋力トレーニングは、中高齢者においても日常生活で介護を受けることなく自分の力で過ごしていくために、積極的に取り入れる必要があると考えられる。これらの研究を受けて、中高齢者における筋力トレーニングに関する研究は多数報告されている。

Tracy ら<sup>67)</sup>は、65 歳から 75 歳までの男女に 3 日/週の頻度で 9 週間の高強度の膝伸展レジスタンストレーニングを Keiser K-300 脚伸展マシンを用いて行った結果、1RM は男性で  $27 \pm 3\%$ 、女性で  $29 \pm 4\%$  増加し、また、筋量は男性、女性両方とも約 12% の増加を示し、筋質はそれぞれ  $14 \pm 4\%$ 、 $16 \pm 4\%$  増加したと報告した。Frontera ら<sup>16)</sup>は、12 週間の膝伸展・屈曲マシンを用いた筋力トレーニングを 3 日/週の頻度で、1RM の 80% の強度で 1 セット 8 回を 3 セット実践した結果、以前座位中心の生活をしていた男性 (62 ~ 72 歳) で大腿部の周計が約 2.1cm 増加し、伸展力は右で 116.7%、左で 107.4% の増加、屈曲力は左右ともに 226.7% 増加した。また、Cybex II ダイナモメーターによる等速性最大トルクは、 $60^\circ / s$  において伸展力は 10.0%、屈曲力は 18.5% 増加し、 $240^\circ / s$  において伸展力は 16.7%、屈曲力は 14.7% 増加したと報告した。さらに、Menkes ら<sup>46)</sup>の研究では、平均年齢  $59 \pm 2$  歳の不活動で鍛錬されていない男性に対して 16 週間の 3 日/週の頻度のマシントレーニングを行った。この結果から、膝伸展力は 3RM で  $45 \pm 3\%$  増加し、 $60^\circ / s$  の等速性膝伸展力は  $32 \pm 4\%$  増加、大腿骨骨頭と腰椎の骨密度において、それぞれ  $3.8 \pm 1.0\%$ 、 $2.0 \pm 0.9\%$  の増加を示したと報告した。しかし、福永<sup>18)</sup>によると、これらのトレーニングマシンなどを用いた比較的高強度なトレーニングは、一般の高齢者が実際の日常生活において実施することは困難であると考えた。そこで、高齢者本人の体重による比較的低強度で、しかも日常的に実施可能な簡便な方法によるレジスタンストレーニングとして、6 ヶ月間の自重を使ったハーフスクワット、シットアップ、プッシュアップの 3 種目を継続的に実施した結果、個人差は大きいものの静的筋力および動的筋力ともに増加する傾向にあったと報告した。

ACSM<sup>1)</sup>は、運動強度を 10~15RM として 3 回/週に 2~3 セット漸進的な方法で、股関節伸筋群、膝伸筋群、足関節底屈群および背屈群、上腕二頭筋、上腕三頭筋、脊柱起立筋、腹筋をトレーニングすることを高齢者の筋力トレーニングとして奨励した。また、筋力トレーニングが中高齢者の筋量や筋力の維持・改善、機能的能力の改善、さらには QOL を向上させると勧告した。このように中高齢者に対する筋力トレーニングは、様々な方法で実践され、筋力に有意な改善をもたらしていることが示唆された。また、中高齢者の運動に対する意欲や意識の高さ、あるいは体力レベルが大きく異なるので、個人のニーズに合わせたトレーニング方法やバリエーション豊かなプログラムが必要であると示唆された。

## (2) 柔軟性トレーニングの効果

中高齢者の関節可動域において、Engels ら<sup>13)</sup>は平均年齢 68.6 歳の被験者に 10 週間の 3 日/週の頻度で 1 回 60 分の柔軟性を中心としたトレーニングを行った結果、肘関節屈曲および伸展、股関節屈曲および伸展、膝関節屈曲および伸展、肩関節外転の各可動域、長座位前屈において改善する傾向は見られたものの有意な改善は得られなかったと報告した。しかし、Rider と Daly<sup>59)</sup>は、平均年齢 71.8 歳の 20 人の女性に 10 週間の柔軟性トレーニングを実践した。このトレーニングの頻度は 3 回/週で 1 回 20 分から 30 分であった。柔軟性トレーニングは、体幹屈曲、股関節屈曲、腰椎伸展および屈曲のストレッチで構成されていた。その結果、脊柱屈曲可動域を 4.21 度改善し、脊柱伸展可動域を 7.17 度改善し、これらは全て有意な改善であったと報告している。Girouard と Hurley<sup>21)</sup>は、平均年齢 61 ± 6 歳の高齢者を対象にして、10 週間の柔軟性トレーニングを 3 日/週の頻度で実践した結



果、股関節屈曲において 15%の改善、肩関節屈曲において 12%の改善を示した。また、これはコントロール群に比べて有意に ( $P<0.01$ ) 増加したと報告した。

これらの報告を受けて、ACSM<sup>1)</sup>では中高齢者における柔軟性トレーニングが関節可動域および可動性を向上させると勧告した。

### (3) 筋力と柔軟性を組み合わせたトレーニングの効果

前項において柔軟性トレーニングについて述べたが、中高齢者における柔軟性トレーニングは、ACSM<sup>1)</sup>の勧告によると、直接的に柔軟性トレーニングした研究は少なく、ウォーキング、水泳およびダンスなど一般的な運動にストレッチを組み合わせて柔軟性を改善していく研究が数多くされた。Moreyら<sup>48)</sup>は、65歳から74歳までの高齢者を対象にして、2年間の有酸素運動と柔軟性と筋力をトレーニングする90分の運動プログラムを3日/週の頻度で行った結果、最初の16週間でハムストリングの柔軟性が $11.1\pm 15.1$ 度の有意な改善を示したと報告した。また、星本ら<sup>24)</sup>は平均年齢 $74\pm 3$ 歳の高齢者を対象にして、10週間の10分間のストレッチと30分間の持久的トレーニングと筋力トレーニングと10分間の整理体操を3日/週の頻度で行った結果、長座体前屈が28.8%有意に改善したと報告した。

Raabら<sup>58)</sup>は、65歳から89歳の高齢者を対象にして、25週間の運動プログラムにおいて柔軟性トレーニングに低強度の筋力トレーニングを組み合わせた結果、肩関節屈曲、足関節底屈および首の回旋においては、組み合わせることによっての差はなかったが、肩関節外転においては柔軟性トレーニングだけの群は $11.8\pm 9.1$ 度の増加を示しているのに対

して、筋力トレーニングを組み合わせた群は  $4.8 \pm 7.5$  度のみの増加になっており、筋力トレーニングによって柔軟性の増加は有意に ( $P < 0.025$ ) 抑制される。そのため、主要な目的が柔軟性の改善にある場合にはウェイトトレーニングを組み合わせない方が良いと報告した。また、Girouard と Hurley<sup>21)</sup>は、平均年齢  $61 \pm 6$  歳の 24 名の高齢者を対象にして、10 週間の筋力トレーニングと柔軟性トレーニングを組み合わせたトレーニングを 3 日/週の頻度で実践した結果、上肢の筋力は  $44 \pm 11\%$ 、下肢の筋力は  $43 \pm 14\%$  の増加を示し、脚伸展最大トルクは  $0 \text{ rad/s}$  で  $17 \pm 18\%$  の増加、 $1.047 \text{ rad/s}$  で  $18 \pm 18\%$  の増加、 $3.141 \text{ rad/s}$  で  $43 \pm 38$  の増加を示したが、関節可動域において肩関節外転および肩関節屈曲は有意に増加をしているが、コントロール群と比べて有意差はなかった。さらに、柔軟性トレーニングのみを実践した群と比べると肩関節外転は、有意に少ない改善を示したと報告した。

しかし、ACSM<sup>1)</sup>は筋力トレーニングにおいて、筋量や筋力だけでなく機能的な能力、QOL の改善にも有効であり、さらに、柔軟性トレーニングにおいて、柔軟性および可動性の改善にも有効であると勧告している。したがって、柔軟性のトレーニングに筋力トレーニングを組み合わせるべきであると示唆される。

### 第3節 中高齢者における ADL

#### (1) ADL の定義と種類

ADL の概念は、1945 年頃にリハビリテーション医学領域で治療訓練の対象として提唱された。その後、移乗、歩行、更衣、食事などの基本的な活動や動作を含む訓練も体系化

されてきたが、1960年代にADLに含まれる機能の範囲が、基本的日常生活動作（BADL: basic activities of daily living）と手段的日常生活動作（IADL: instrumental activities of daily living）に分割され、さらに1980年代になるとジョキングやゴルフなどの社会活動も上級日常生活動作（AADL: advanced activities of daily living）として注目されるようになってきた<sup>56)</sup>。ADLとは、プラクティカル医学略語辞典<sup>29)</sup>によると「作業療法の一つで項目は数多く、細分化した動作から大まかな日常生活動作、生活関連動作のなかでの項目まで種々雑多なものがある。」と解釈している。日本リハビリテーション医学会は、「1人の人間が独立して生活するために行う基本的な、しかも各人ともに共通に繰り返される一連の身体動作群」をADLと定義している<sup>4)</sup>。また、WHO<sup>71)</sup>は、「高齢者の健康については、生活の自立性を指標とするのが妥当である。」と提言している。したがって、ADLは心身の健康状態を知る上で重要な指標であり、高齢者の生活のありようを規定する大きな要因であるとしている。高齢社会となった現在、医学的な評価によって健康を判断するのではなく、生活機能の自立性を指標とするこのようなADLの評価がとても重要であると示唆される。

## （2）ADLの測定方法

日常生活における種々の動作能力が老人の生活内容を大きく規定する要因であることが明らかにされ、その指標化に関する研究も盛んに行われ、その結果、中高齢者の心身の健康状態を把握する重要な指標としてADLの評価法が開発され、数多く研究に用いられている。Katzら<sup>28)</sup>は、大腿骨骨折の患者用にADL指標を開発し、MahoneyとBarthel<sup>40)</sup>

は、神経筋疾患や骨関節疾患の自立度の指標として Barthel 指標を開発した。また、Meer と Backer<sup>45)</sup>は、入院中の中高齢者患者の総合的な行動評価尺度として Stockton 尺度 (SGRS :Stockton Geriatric Scale) を開発した。

しかし、これらはいずれも日常生活における動作に障害を有する中高齢者を対象として開発されたものであるため、在宅の寝たきり老人やそれに準ずる中高齢者をスクリーニングによって発掘することや、それらの実態を把握する上では非常に有効である<sup>4)</sup>が、より高度な活動能力を有する非障害老人の活動能力を十分評価しえないことが数多く報告されている。そこで、大多数を占める非障害老人を対象とした日常生活活動能力を評価することを目的とした測定尺度の開発が多く試みられた。Lawton<sup>40)</sup>は人間の活動能力を概念的に体系化し、1. 生命維持、2. 機能的健康度、3. 知覚—認知、4. 身体的自立、5. 手段的自立、6. 状況対応、7. 社会的役割、の7つの水準を定めた。これはある水準での活動能力の障害は、より上位の水準での障害を生じさせやすいものと考えられているため、上述した測定方法が身体的自立の水準にある限り身体的自立の水準よりも上位の活動能力の障害を測定できない。そこで、Lawton と Brody<sup>39)</sup>は身体的自立よりも上位の水準にある活動能力の測定を目的として手段的 ADL 尺度を開発した。さらに、古谷野ら<sup>36)</sup>は日本の高齢者の生活実態に即して、手段的自立とともに、状況対応ならびに社会的役割の水準をも一元的に測定できる13個の質問項目からなる「老研式活動能力指標」を開発した。

しかしながら、これらの測定方法はいずれも質問紙を用いた調査によるものであり、大多数を対象とすることができる利点はあるが、各活動能力がどの程度うまく、余裕をもってできるかという能力の程度を評価することができないのが欠点である。さらに、これら

の測定は対象者の主観的な判断に基づいており、評価の客観性という点での問題も考えられる。そこで、中高齢者の日常生活動作の予備能力を客観的に評価できるものを開発することに意義があると考えられるようになった。

Daltroy ら<sup>12)</sup>は、日常生活で行う主要動作の最大能力を客観的に評価することを目的として PCE テストを開発した。測定項目は手指機能（握力、書字、カード捲り、施錠、ペグボード）、柔軟性（着衣動作、肩関節の伸展及び内・外旋の最大角度、靴下履き）、下肢の敏捷性（下肢タッピング）、平衡機能（タンデム起立）、歩行（9.8m）の13種類であり、これらの模擬動作を行う最大能力を測定し、評価値とした。65歳以上の高齢者289名を対象に測定した結果、信頼性（ $\alpha = 0.90$ ）、再現性（再テスト  $r = 0.94$ ）が確認され、動作能力自己評価との間に高い相関関係（ $r = -0.94$ ）が認められた。

Clark ら<sup>9)</sup>は、高齢者が日常生活の種々の事柄を安全かつ適切に対処する活動能力（Functional fitness）を評価するために AAHPERD テストを開発した。測定項目は缶置き換え作業、腕屈伸作業、ハーフマイル歩行の5項目で構成されており、それぞれ柔軟性、敏捷性・動的平衡性、手腕と目の協調性、筋持久力、全身持久力に相当する体力要素を測定した。

金ら<sup>30)</sup>は高齢者の日常生活に見られる身体活動を分類し、その活動を成就するために必要な能力の構造を明らかにするとともに、その能力を評価するための簡易組テストを作成することを目的として、日常生活の活動動作に関する項目を中心とした質問紙と全身の移動7項目、上肢の操作7項目、手指の操作5項目、起立・姿勢変換5項目から構成されているパフォーマンステストを開発した。また、重松ら<sup>63)</sup>は日常生活に必要な動作群を全身

の移動、上肢の操作、手指の操作、起立・姿勢変換の4群に分類し、この4群に属する手段的自立や機能的自立に相当する17項目のパフォーマンステストからそれらを代表する八の字歩行、連続上肢屈伸、豆運び、ファンクションリーチ（FR:Functional Reach）テストの4項目を選定した。さらに、老研式活動能力指標を用いて日常生活の種々の動作を独力で余裕をもって遂行できる身体機能水準を総合スコアとして求めた。

これらの測定方法は、質問紙による測定方法と比べると客観的にその能力を測定することができ、有効である。しかし、これらのパフォーマンステストはADLを測定するという意図で開発されたものばかりではなく、体力測定として開発された項目の中にADLの要素が含まれていたということも考えられるため、ADLを測定するための方法とは断定できないと考えられる。一方、このようにADLと体力は密接に関連していることから、中高齢者を対象としたテストにはADLと体力の要素が混在しているものが多く、ADLのみを測定しているとは言えない。

そこで、明治生命事業団体力医学研究所<sup>4)</sup>は、高齢者が日常生活を機能的に自立して営むために必要な身体的活動能力を「生活体力」と定義し、ADLのみに着目して高齢者の日常生活活動能力を客観的かつ定量的に評価することを目的として生活体力テストを開発した<sup>3)5) 6)32)43)49)50)51)53)54)55)</sup>。この生活体力はLawtonの活動能力体系における身体的自立の段階に相当するものであり、測定項目は主要な日常生活動作である起居動作、歩行動作、家事動作（手腕作業）、身辺動作（身辺作業）の4項目およびこれらを複合させた総合動作を含めた5項目である。この生活体力の測定は、簡単な器具で、誰でも、どこでも簡単にでき、その場ですぐに結果が判るなど実用性が高く、高齢者の健康管理や健康づくりの

現場で十分に活用できるものとなっている。そして、高齢者 917 名を対象に信頼性の確認とともに体力要素や生理機能との関連性が確認され、性・年齢階級別の評価基準値も作成されており<sup>52)</sup>、現段階では実用性が最も高い測定方法であると考えられる。したがって、本研究でもこの測定方法を用いて ADL を測定することにした。しかし、起居動作能力、総合動作能力においては、測定場所や被験者の体力面を考慮して本研究の測定項目からは除外した。

### (3) ADL 向上のためのトレーニング方法

Mihalko と McAuley<sup>47)</sup> は、平均年齢  $82.7 \pm 7.7$  歳の 29 人の高齢者において筋力トレーニングが筋力、ADL および主観的 well-being (積極的および消極的感情と生活の満足度) におよぼす影響を研究した。この ADL は、Lawton と Brody<sup>39)</sup> が考案した椅子から立ち上がる、座る、5 ポンド以上の重さを運ぶ、高いところに置くなど日常生活に密接に関連した動作を含んだ手段的 ADL テストを実施した。筋力トレーニングは、上肢の 5 つの大筋群を中心に、ダンベルを用いて 30 分の運動を 3 日/週の頻度で 8 週間実践したものであった。その結果、上肢の全ての筋力と手段的 ADL に有意な向上をもたらし、さらに主観的 well-being の指標の一つとした生活満足度に筋力および手段的 ADL の向上と有意な相互作用を示した。したがって、高齢者における筋力トレーニングにおいて筋力だけでなく ADL や主観的 well-being といった QOL に結びつくような要素の改善に重要な役割を果たしている。

また、Phillips と Haskell<sup>57)</sup> は、65 歳以上の人々に対する ADL は、筋力、筋持久力お

よび柔軟性といった筋肉の能力に関する3つの構成要素によって支えられ、影響を受けていると報告した。したがって、日常生活の動作をより高い水準で維持・向上するためには、筋力、筋持久力および柔軟性が基礎となることが明らかであり、これらの体力要素に焦点を当てて、自立性の指標となるADLについて考え、中高齢者のトレーニングを構成していくことが重要であると考えられる。

さらに、Schroederら<sup>61)</sup>は、生活環境の異なる(老人ホームで生活している人、自宅で介護を受けている人、地域活動を行っている人)75~85歳の高齢者において、機能的能力、平衡性、筋力、柔軟性、生活満足度、身体活動量の測定を行った。その結果、老人ホームで生活している群は、自宅で介護を受けている群と地域で活動を行っている群に比べて、パフォーマンステストスコア、動的平衡性、脚伸展力、脚屈曲力、柔軟性および身体活動量で有意に劣っていた。また、自宅で介護を受けている群も地域で活動を行っている群に比べて、パフォーマンステストスコアおよび脚筋力において有意に劣っていた。このことから、ADLパフォーマンスおよび身体活動量の減少は、筋力、平衡性、柔軟性および自立と関連のある全てのものによって説明されると報告した。

菊地ら<sup>29)</sup>は中年女性を対象として6ヶ月間の週1回のトレーニングを持久性・筋力を中心とした群と柔軟性・巧緻性を中心とした群において実践した結果、どちらの群も日常生活動作が楽になったという訴えが多かったと報告した。このこともADLの向上に関係していると示唆される。また、神野ら<sup>34)</sup>は、測定項目として明治生命事業団が作成したADLパフォーマンステストを用いて、65歳以上の高齢者を対象として5ヶ月間の運動プログラムを2週間に1回の頻度で運動教室を実践し、残りの日は各自に任せた。この時用いた運



動プログラムは、生活体力の維持増進を目的としたストレッチ体操や筋力強化体操および速歩といった対象者が日常生活の中で道具を使うことなく誰にでも簡単に実施することのできるものを行った。その結果、起居動作能力、手腕作業能力、身辺作業能力、歩行動作能力の全ての項目で有意に向上した。

したがって、低強度の安全かつ簡便な日常生活の中で取り入れることができる運動プログラムを作成して筋力や柔軟性を中心に強化していくことによって ADL のパフォーマンステストを改善することが示唆される。そこで、ADL パフォーマンステストに関連のある体力要素を安全かつ簡便な運動で高めるプログラムを実践することによって、それぞれの体力要素および ADL の手腕作業能力、身辺作業能力および歩行動作能力を評価、検討していく必要があると考えた。

### 第3章 目的

本研究では中高齢者における運動プログラムにおいて、筋力トレーニング、柔軟性トレーニングおよび組み合わせたトレーニングにおいて、筋力および柔軟性にどのような影響を及ぼすかを検討することを目的とした。さらに、中高齢者において特に重要な指標である ADL のパフォーマンステストにおいても上記の体力要素に関連深い手腕作業能力、身辺作業能力および歩行能力にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とした。

## 第4章 方法

### 第1節 被験者

被験者はS町在住のあるサークルから公募した健康な中高齢者、男性19名、女性10名、計29名であった。平均年齢は、 $68 \pm 6$ 歳であった。しかし、この被験者の数は中高齢者のトレーニング研究としては、先述した先行研究で示されたように、GirouardとHurley<sup>19)</sup>の研究の被験者は24名であったため適正であるといえる。また、中高齢者は個人差が大きく、危険因子が多いことを考慮すると、測定上適正な人数といえる。被験者には、健康における運動の意義及び本研究の目的や測定方法、トレーニングの概略を文書および口頭で説明し、本研究への参加を依頼した後同意書（付書1）に署名をしてもらった。同意を得た被験者に対して、筋力トレーニング群、柔軟性トレーニング群、または筋力トレーニングと柔軟性トレーニングの両方を組み合わせた群の3群の中から被験者自身の意思により希望するトレーニング群を選択させた。また、個人の自由意志による参加を尊重し、途中で研究から離脱する権利も有することを伝え、本人の意思で本実験に参加した。その結果、筋力トレーニング群（S群）9名、柔軟性トレーニング群（F群）11名および筋力と柔軟性を組み合わせた群（SF群）9名であった。各群の平均の年齢、身長、体重および体脂肪率はTable1に示した。

## 第2節 測定項目と測定方法

### (1) 体力要素

#### ① 筋力

筋力は、上肢の筋力として新体力テストで用いられている握力を、下肢の筋力として姿勢の安定や歩行能力に重要な働きをする脚筋力を測定した。

握力の測定は、握力計（デジタル握力計：竹井社製）を用いて行った。被験者は、人差し指の第2関節が、ほぼ直角になるように握力計の握り幅を調節し、直立の姿勢で両足を左右に肩幅程度に開き、握力計を身体や衣服に触れないようにして力いっぱい握りしめた。握りしめた時、血圧の急な上昇を防ぐため大きく息を吐きながらいきまないように注意した。計器の記録を読み、左右交互に2回ずつ測定して、各々の良い方の記録をとりそれらを平均して握力の測定値とした。

脚筋力の測定は、福永<sup>19)</sup>が考案した安全性、簡便性を重視した「10回連続椅子座り立ち動作時間」を脚筋力の値として用いた。「10回連続椅子座り立ち動作時間」は、直立姿勢から膝が直角ぐらいに曲がる高さの椅子に座り、また立ち上がるという動作を10回連続で行った。このとき、手で椅子を押して立ち上がらないように注意を促した。この一連の動作時間を脚筋力の測定値とした。

#### ② 柔軟性

柔軟性の測定項目としては、新体力テストで用いられている長座体前屈と日常生活にお

ける多種多様な局面で重要となる肩、股、足の関節可動域を測定した。

長座体前屈は、長座体前屈測定器（WL35：ヤガミ社製）を用いて行った。測定に際しては、両足をそろえ、膝を伸ばした姿勢をとり、足首は直角にしてその高さをあわせた。両手を前方でそろえ、足先に向かって手を伸ばす。測定は2度行い良い方の記録を測定値とした。

関節可動域は、東大両角度計を用いて、日本リハビリテーション医学会と日本整形外科学会が考案した関節可動域表示ならびに測定法<sup>74)</sup>にならって肩関節、股関節および足関節の可動域を測定した。肩関節では、屈曲および伸展の可動域を測定した。肩関節屈曲は、直立姿勢で矢状面の前方への運動、肩関節伸展は、直立姿勢で矢状面の後方への運動とした。肩峰を通る床への垂線を基準軸とし、上腕骨を移動軸としてその可動域を測定した。その際、体幹が動かないように固定し、脊柱が前後屈しないように注意した。股関節では、屈曲を測定した。股関節屈曲は、背臥位、膝屈曲位で矢状面の大腿部と体幹部が近づく運動とした。体幹と平行な線を基準線とし、大腿骨（大転子と大腿骨外顆の中心を結ぶ線）を移動軸としてその可動域を測定した。その際、骨盤と脊柱を十分に固定するように注意した。足関節において、底屈位から背屈位までを測定した。足関節底屈は、膝関節屈曲位で矢状面の足底への運動とし、足関節背屈は、膝関節屈曲位で矢状面の足背への運動とした。背屈位を基準軸とし、第5中足骨を移動軸として底屈位までの可動域を測定した。本来は、基準軸を腓骨への垂線として底屈、背屈のそれぞれの可動域を測定するが、基準軸が曖昧になってしまうと考えたため、底屈から背屈までの可動域を測定することにした。

## (2) ADL

測定項目は手話作業能力、身辺作業能力、歩行動作能力の3つの項目をADLの測定項目として用いた。

### ①手腕作業能力

手腕作業検査盤（ペグボード）を用い、ボード上に設置されたペグを利き手側の向かって一番手前のペグから2本ずつ両手で同時に、一番手前の穴から順に下部の対応する穴へ差し移し、48本すべてのペグを移し換えるまでの所要時間を評価指標とした<sup>53)</sup>。

### ②身辺作業能力

利き腕を水平横に伸ばした状態で、指先から反対側の肩峰点までの長さに相当するロープの両端を握り、立位でそのロープを床面につけながら片足ずつ踏み越え、その後、背側から頭上を通して再び体の前面に戻すという動作をできる限り速く3回連続して行い、その所要時間を評価指標とした<sup>53)</sup>。

### ③歩行動作能力

10m歩行路の2m毎に中心から50cm離れて左3ヶ所右2ヶ所の方向変換点が設定されたジグザグ歩行コースをできる限り速く歩き、その往復の所要時間を評価指標とした<sup>53)</sup>。

## 第3節 トレーニング方法

被験者は、1週間に3回以上の頻度で12週間のトレーニングを行った（Figure 1）。トレーニングを始める前は、体調、疲労度や障害の有無など、その日の健康状態を各自必ず

確認した。本研究で行ったトレーニングは、筋力、柔軟性および ADL の手腕作業能力、  
身辺作業能力および歩行動作能力の向上を目的とし、効果を望める範囲で高齢者における  
安全性を十分に配慮し、意欲が低下しないような楽しさを取り入れた週 3 回以上のプログ  
ラムをトレーニングコンセプトの基に構成した (Figure 2)。

トレーニングプログラムは、前値の測定結果を基にして個人の能力に合わせたプログラ  
ムを作成した。上肢の筋力トレーニングは握力の結果を基にして回数およびセット数を構  
成した。同様に、下肢の筋力トレーニングは 10 回連続椅子座り立ち動作時間の結果を脚  
筋力の値と考え回数およびセット数を構成した。柔軟性においては、長座体前屈の結果を  
基にしてセット数を構成した。さらに、各被験者に 1 週間ごと運動強度について主観的運  
動強度 (Rate of Perceived Exertion : RPE) で確認を取り、プログラム構成の参考にした。  
トレーニングは週に 1 日は監視下で行い、その他の日は非監視下でトレーニングを行った。  
非監視下でトレーニングを実施したか否かを確認するためにタイムスタディを行った。

S 群は、上肢および下肢の大筋群を中心として、5 種目の自重を負荷にした安全で簡便  
な運動および軽い負荷を用いた運動によって構成された。トレーニングを行うにあたって  
監視下で行う際に、フォーム、意識する部位および呼吸法を説明し、非監視下においても  
安全にできるように指導した。上肢では主に、約 1 kg の負荷を用いて上腕二頭筋、上腕三  
頭筋および三角筋を主働筋としてアームカール、ショルダープレスを行い、チューブ (セ  
ラバンド : デイエム商会社製) を用いた三角筋、大胸筋および上腕二頭筋を強化する 2 種  
類の運動 (Figure 3) を行った。下肢では主に、自重を負荷にして大腿四頭筋、ハムスト  
リングおよび腓腹筋を主働筋とした、フロントランジ、シーテッドヒップフレクション、

ヒップエクステンションを行い、チューブを用いた運動とした大腿四頭筋およびハムストリングを強化する2種類の運動 (Figure 4) を行った。1~8週目は、上肢の運動を2種目 (アームカール・ショルダープレス) および下肢の運動を3種目 (フロントランジ・シーテッドヒップフレクション・ヒップエクステンション) を行った。9~12週目は、チューブを用いて上肢では三角筋、上腕二頭筋および大胸筋を強化する2種類の運動を行い、下肢では自重を用いたフロントランジとチューブを用いた大腿四頭筋およびハムストリングを中心に強化する3種類の運動を行った。

F群は、肩関節、股関節および足関節を中心に Anderson<sup>2)</sup>の考案したストレッチングを5種目 (Figure 5,6) 行った。1~4週目は、肩のストレッチ1・2・3および下腿部のストレッチ1と大腿部のストレッチ1を行い、5~8週目は、肩のストレッチ1・4および下腿部のストレッチ2と大腿部のストレッチ1・2を行い、9~12週目は、肩のストレッチ1・4および股関節のストレッチと下腿部のストレッチ2、大腿部のストレッチ3を行った。トレーニング実施に際して、監視下の時に、呼吸をしっかりすること、反動をつけないこと、痛みを伴わないように行うこと、リラックスして行うことという4点を確認しながら行った。

SF群では、1~8週目は、1kgの負荷を用いて上腕二頭筋を主働筋としてアームカールを行い、自重を負荷にして大腿四頭筋およびハムストリングを主働筋としたフロントランジ、ヒップエクステンションを行い、さらに柔軟性のトレーニングとして肩のストレッチ1、大腿部のストレッチ1を行った。9~12週目は、自重を負荷として大腿四頭筋およびハムストリングを主働筋としたフロントランジを行い、チューブを用いて上腕二頭筋およ



び大胸筋を強化する運動およびハムストリングを強化する運動を行い、さらに柔軟性のトレーニングとして肩のストレッチ1と大腿部のストレッチ1を行った。この群においても、筋力および柔軟性トレーニング群と同様の指導を行った。

#### 第4節 トレーニング期間および場所

本研究は、2001年8月2日に前値測定を行い、翌週の9日から11月1日までの12週間トレーニングを行い、後値測定を11月8日に行った。始めの1週間は、運動強度が個人に適しているかを確認するために低い強度の運動を処方した。その後、被験者にその強度について質問をして確認をしてから実施した。測定は、酒々井総合運動公園で行い、前値測定日の気温は27.8℃、湿度63.2%であり、後値測定日の気温は13.3℃、湿度47.3%であった。

#### 第5節 統計処理

トレーニング前後に測定した各項目における値は、群ごとに平均±標準偏差 (Mean±SD) で表した。トレーニング経過に伴う変化は対応のあるtテストを行い、両群間の比較は対応のないStudentのtテストによって検定した。なお、統計処理の有意水準は、危険率5%未満とした。

## 第5章 結果

本研究の被験者は、トレーニングを行った日をタイムスタディに記入し、監視日にその結果と口頭による質問を行い各被験者のトレーニングの実施状況を1週間ごとに確信した結果、全ての被験者がトレーニングを確実に行っていった。したがって、全ての実験結果は、適切であると判断できる。

### 第1節 体力の変化

筋力および柔軟性の各群の前値と後値の変化を Figure 7,8 に示した。

各測定項目において前値、後値において群間の有意差が見られたのは肩関節伸展の S 群と F 群の間 ( $P < 0.01$ ) と S 群と SF 群の間 ( $P < 0.01$ ) であり、その他の測定項目においては見られなかった。

筋力において、握力はトレーニング前後で S 群 ( $P < 0.01$ )、F 群 ( $P < 0.001$ ) で統計的に有意に低下した。また、SF 群においても有意差はなかったが低下傾向であった。脚筋力の指標として測定した 10 回連続椅子座り立ち動作時間は、S 群は  $18.4 \pm 4.3$  秒から  $15.1 \pm 4.1$  秒に 17.7% の有意な ( $P < 0.05$ ) 改善、F 群は  $15.0 \pm 5.2$  秒から  $14.2 \pm 4.8$  秒に 5.8% の改善、SF 群は  $17.1 \pm 1.9$  秒から  $14.4 \pm 3.4$  秒に 15.7% の改善傾向を示した。

柔軟性において長座体前屈は、S 群および F 群では増加したが統計的有意差はなかった。SF 群ではほとんど変化がなかった。関節可動域において、肩関節の屈曲は全ての群にお

いて増加したが、統計的な有意差はなかった。肩関節の伸展は、F群は  $56.0 \pm 7.9$  度から  $62.2 \pm 8.5$  度に 11.0%の増加を示し、これは統計的に有意な ( $P < 0.05$ ) 増加であった。SF群は  $59.8 \pm 10.0$  度から  $66.0 \pm 9.9$  度へ 10.4%の増加傾向を示した。しかし、S群においては減少傾向にあった。股関節屈曲は全ての群で増加傾向にあったが、特にF群では  $105.3 \pm 15.7$  度から  $115 \pm 13.8$  度へ 9.4%の増加傾向を示した。足関節の底背屈は、S群では  $73.8 \pm 19.9$  度から  $90.1 \pm 14.6$  度へ 22.1%、SF群では  $72.0 \pm 17.9$  度から  $79.1 \pm 14.2$  度へ 9.9%の増加を示し、この2群において統計的に有意 ( $P < 0.05$ ) に増加した。F群では  $77.5 \pm 11.2$  度から  $84.4 \pm 10.6$  度へ 9.0%増加し、有意差は得られなかったが増加傾向を示した。

## 第2節 ADLの変化

ADLパフォーマンステストの各群の前値と後値の変化を Figure 9 に示した。

ADLの測定項目において、手腕作業能力は、F群、SF群で改善し、S群では低下した。SF群の  $43.6 \pm 5.8$  秒から  $41.2 \pm 5.5$  秒への 5.4%の改善は統計的に有意 ( $P < 0.01$ ) なものであった。身辺作業能力は、F群は  $9.0 \pm 3.2$  秒から  $7.5 \pm 1.9$  秒へ 16.8%の統計的に有意な ( $P < 0.05$ ) 改善を示した。SF群においては  $8.8 \pm 2.5$  秒から  $7.5 \pm 1.5$  秒へ 14.4%の有意傾向の改善を示した。歩行動作能力は、F群において  $19.8 \pm 3.9$  秒から  $18.5 \pm 3.4$  秒へ 6.7%の統計的に有意な ( $P < 0.05$ ) 改善を示したが、S群およびSF群においては変化がなかった。

## 第6章 考察

本研究では、ADLの向上を目指し、効果的なトレーニング方法を開発するために体力要素に視点を当てて検討した。各ADLの要素からみて、以下のように考察した。

### 1) 手腕作業能力の向上面から

まず、ADLの手腕作業能力を改善すると推測される握力および脚筋力について検討し、各トレーニング群における手腕作業能力における効果を検討していくことにする。

本研究の被験者は、新体力テストで用いられた握力が全国平均とほぼ一致していたため、筋力の検討対象として特異的な集団ではないと考えられる。池上<sup>27)</sup>は、高齢者のトレーニングビリティは低いため効果が出るのが遅く、一定の効果を得るためには若年齢層に比べて長期間を要すると報告している。菊地ら<sup>29)</sup>は6ヶ月間の筋力トレーニングを実践した結果、握力においてトレーニングによる増加はみられず、減少する傾向にあったと報告した。本研究も同様に、筋力トレーニングを行わなかったF群だけでなく、筋力トレーニングを行っているS群およびSF群においても握力の増加は見られず、有意に減少した。これは、本研究のトレーニング期間が、菊地ら<sup>29)</sup>の報告より短く、加齢変化の影響により減少する結果になったと考えられる。握力は、安全性を十分に考慮して作成されている高齢者の新体力テストに含まれており、安全かつ簡便な筋力の測定方法としては有用な指標であるが、前腕の筋力で全身の筋力を判断するのは難しい。

そこで、本研究では加齢に伴い著しく低下することが確かめられている歩行動作能力と高い相関がある膝伸展筋力の測定方法として10回連続椅子座り立ち動作時間を測定した。

Frontera ら<sup>16)</sup>は、本研究と同様に 12 週間の 3 日/週の頻度で膝伸展および屈曲の筋力トレーニングを行った結果、伸展力および屈曲力ともに有意に増加したと報告した。また、福永<sup>16)</sup>の研究では、中高齢者において低強度のトレーニングで筋力は改善すると報告されており、本研究においても、12 週間の 3 日/週の頻度で、家庭で実践できるような低強度の筋力トレーニングを行った結果、筋力トレーニングのみを行った S 群においてのみ脚筋力は有意に改善し、先行研究と一致した。したがって、本研究で立案した低強度の筋力トレーニングにおいても、脚筋力の改善に効果的であるということが明らかになった。加齢に伴い下肢筋群の低下は顕著に表れ、特に脚筋力は中高齢者において自分の体重を支えながら移動する時に重要な筋力であるとともに、膝などの痛みを予防する筋力である。そして、著しい脚筋力の低下は苦痛を招き、やがて寝たきりの生活に陥ってしまうことが多いと報告されている<sup>66)</sup>。したがって、特に中高齢者の筋力トレーニングは、筋力を維持・増進させ、さらには、日常生活における動作能力の改善につながるプログラムを構成するべきである。

これらの考察を基に、各トレーニングにおける手腕作業能力を検討する。本研究の被験者は、手腕作業能力が全国平均とほぼ一致したため、特異的な集団ではないと考えられる。手腕作業能力において、トレーニング後、S 群および F 群では改善しなかったが、SF 群において有意に向上した。手腕作業能力は、日常生活の調理、食事の片付け、縫い物、衣服の着脱などの家事労働で重要な能力であるため、巧緻性や調整力といった体力要素が必要になり、筋力と柔軟性の両方を強化したことで SF 群において有意に増加したと考えられる。また、本研究において、手腕作業能力は、握力と有意な相関があると考えていたが

握力との相関はなく、脚筋力と有意な ( $P < 0.01$ ,  $r = 0.65$ ) 相関関係にあった。脚筋力との相関において、Gehlsen と Whaley<sup>20)</sup>は、脚筋力の向上が転倒の予防に効果的であると報告しており、Lord ら<sup>42)</sup>は習慣的に起こる転倒と姿勢の安定性の減少は強い関連があると報告した。これらの報告を受けて ACSM<sup>1)</sup>では転倒の改善が姿勢の安定性の向上につながると勧告した。また、荒尾ら<sup>5)</sup>は、手腕作業能力は、視力との相関関係が強く、1%水準で有意な関係が得られたと報告しており、視力が作業能力に影響を及ぼしていることが示唆された。以上の先行研究より、脚筋力の向上が姿勢の安定性の向上につながるといことが示唆される。そのため、脚筋力が増加することによって手腕作業中の姿勢が安定し、それに伴い視線が一定に保たれたために改善できたと考えられる。

したがって、中高齢者において筋力と柔軟性を組み合わせたトレーニングは、手腕作業能力を顕著に向上させたといえる。

## 2) 身辺作業能力の向上面から

次に、ADLの身辺作業能力を改善すると推測される長座体前屈および肩の関節可動域について検討し、各トレーニング群における身辺作業能力における効果を検討していくことにする。

本研究の被験者は、新体力テストで用いられた長座体前屈が全国平均とほぼ一致していたため、柔軟性の検討対象として特異的な集団ではないと考えられる。Engels ら<sup>13)</sup>は、10週間の運動プログラムの中で持久的トレーニング、柔軟性トレーニングおよび平衡性トレーニングを行った結果、長座体前屈は有意な改善は見られなかったと報告した。本研究においても、長座体前屈は増加傾向にはあるが、全ての群において有意な改善は見られな

かった。これらの結果は、中高齢者において前屈時、腹部の皮下脂肪がその動作を制限させることや、腰痛による可動域の減少も一因と考えられる。長座体前屈は、新体力テストに含まれており、全ての年代の測定項目になっているように安全で簡便な測定方法であるが、長座体前屈だけで身体全体の柔軟性を評価できるとは一概に言えない。

そこで、本研究では柔軟性の評価において、肩、股および足関節における可動域を測定した。Engelsら<sup>13)</sup>は、平均年齢 68.6 歳の被験者に 10 週間の 3 日/週の頻度で 1 回 60 分の柔軟性を中心としたトレーニングを行ったが、各関節可動域および長座体前屈において有意な改善は得られなかったと報告したのに対して、同じ 10 週間の 3 日/週の柔軟性トレーニングを平均年齢 71.8 歳の女性に行った Rider と Daly<sup>69)</sup>の研究では、脊柱屈曲可動域および脊柱伸展可動域は有意に改善したという報告もある。一方、4 ヶ月間の可動域改善を重視したトレーニングにおいては、下肢の関節可動域では有意な変化は見られず、上肢の関節可動域においても 3.5%しか向上しなかったという報告<sup>4)</sup>もあり、柔軟性のトレーニングにおいては、トレーニング期間や内容によって効果が大きく異なることが示唆される。本研究において、柔軟性トレーニングによって、肩関節の屈曲は全ての群において変化はなかったが、肩関節の伸展においては、柔軟性トレーニングを行った F 群においてのみ有意に向上した。肩関節屈曲の可動域は全体的に高く、参考可動域の 180 度とほぼ近似値を示し、さらにはトレーニング後も高値のまま低下することはなかった。肩関節伸展において、各群間の差は、前値において有意な差はなかったが、トレーニング後 F 群と S 群の間および SF 群と S 群の間において有意な差が認められ、柔軟性のトレーニングを行った F 群および SF 群が、S 群よりも有意に高い可動域の改善を示した。したがって、柔軟

性トレーニングは肩関節伸展を改善させ、筋力トレーニングだけを行うと柔軟性の向上は抑制されたと考えられる。

これらの考察を基に、各トレーニングにおける身辺作業能力を検討していくこととした。本研究の被験者は、身辺作業能力において全国平均とほぼ一致した能力であったため、特異的な集団ではないと考えられる。身辺作業能力において、F群はトレーニングによって有意に向上した。身辺作業能力は、衣服の着脱などで重要になってくるため、特に肩の関節可動域が増加することによって、ロープをまわす動作時間がスムーズになり、より効率のよい動作になると考えられる。前田ら<sup>43)</sup>は、身辺作業能力と肩関節の伸展および外転において統計的には有意な相関 ( $P < 0.05$ ,  $r = 0.47$ ) を示したと報告した。本研究においても、身辺作業能力と肩関節伸展において統計的に有意な相関関係を示し、先行研究と一致した。肩関節は衣服の着脱や入浴中の背中を洗う動作、髪をとく動作などで特に重要な働きを示しており、肩関節の可動域の向上が身辺作業能力を向上させたと考えられる。また、SF群においても柔軟性を抑制することなく肩関節を改善する傾向があり、それに伴って身辺作業能力も有意傾向の向上を示している。したがって、SF群は、本研究では柔軟性トレーニングをF群の半分の時間しか行わなかったが、その時間を増やすことによってさらに顕著な向上がみられると考えられる。

このように、F群およびSF群においてADLの指標の一つである身辺作業能力が向上することが伺えた。

### 3) 歩行動作能力の向上面から

次に、ADLの歩行動作能力を改善すると Gehlsen と Whaley<sup>20)</sup>によって報告された足関



節可動域、股関節可動域と上記で考察した脚筋力について検討し、各トレーニング群における歩行動作能力における効果を検討する。

股関節可動域においては、全ての群において有意な結果は得られなかった。全ての群において増加傾向が顕著に見られていたことを踏まえると、トレーニング期間を長期に延ばしたり、より種目数を増やしたり、二人で行うことで他動的に可動域を動かすなどトレーニング内容を検討する余地がある。

また、足関節可動域においても、柔軟性トレーニングを行ったF群においては、有意な改善は得られず、行っていないS群および両方のトレーニングを行ったSF群において有意に改善した。ACSM<sup>1)</sup>が中高齢者における筋力トレーニングにおいて、筋力の改善だけでなく、機能的能力を改善し、行動範囲を広げる効果もあり、その結果として柔軟性の向上や関節可動域の向上も見られるという勧告から柔軟性トレーニングではなく、筋力トレーニングによって柔軟性が改善したと推測される。しかし、筋力トレーニングによって可動域が改善したのは、プログラム中に含まれている足関節の背屈および底屈する際の主働筋である前頸骨筋を強化したためだと考えられる。

これらの考察を基に、各トレーニングにおける歩行動作能力を検討していくこととした。股関節および足関節可動域と関連が深いと考えられる歩行動作能力において、Basse<sup>7)</sup>らは脚筋力が高ければ歩行スピードが速くなるという結果から、脚筋力と歩行動作能力の間には高い相関があると報告した。また、Fiatarone<sup>15)</sup>も、平均年齢86歳以上の高齢者において大腿四頭筋の筋力と歩行スピードの間には高い相関関係があると報告した。本研究においても同様に脚筋力と歩行動作能力の間には統計的に有意な相関関係 ( $P < 0.05$ 、

r = 0.47) があるという結果となった。しかし、本研究において、歩行動作能力が有意に向上したのは、脚筋力が有意に改善した S 群ではなく F 群のみであった。これは、Gehlsen と Whaley<sup>20)</sup>が報告した中高齢者の転倒因子である脚筋力、足関節可動域および股関節可動域において、S 群および SF 群では脚筋力および足関節可動域の改善だけであったのに対して、F 群のみ全ての測定項目において有意水準に近い値で改善を示した。股関節可動域は主に、歩幅と関係が深く、歩幅の広い方が歩行動作能力に優れていることが示唆される。このことより、歩行動作能力において股関節可動域が非常に重要になっていることが分かる。したがって、歩行動作能力の向上は、本研究では股関節可動域の改善が重要であることが示され、F 群のみで改善を示す結果となったが、脚筋力との相関も有意に高く、柔軟性だけでなく筋力も必要になってくることが明らかとなった。したがって、F 群だけでなく SF 群のトレーニングは、歩行動作能力を向上させることが伺えた。

#### 4) 筋力と柔軟性を組み合わせたトレーニングの効果から

最後に、筋力と柔軟性を組み合わせたトレーニングにおいて、筋力の柔軟性に及ぼす影響と ADL に及ぼす影響について考察する。

筋力トレーニングと柔軟性トレーニングを組み合わせたトレーニングにおいて、Raab ら<sup>50)</sup>は、65 歳から 89 歳の高齢者を対象にして、25 週間の柔軟性トレーニングに低強度の筋力トレーニングを組み合わせた結果、筋力トレーニングによって柔軟性の増加は有意に抑制され、そのため、柔軟性の改善が主要な目的である場合にはウェイトトレーニングを組み合わせない方が良いと報告した。このように、先行研究において中高齢者における運動プログラムは、筋力トレーニングを含めることによって柔軟性の改善を抑制すると報

告された。本研究において F 群で有意な改善を示した肩関節伸展は、S 群においては減少傾向を示し、筋力トレーニングによって柔軟性が抑制されたと示唆されたが、SF 群における肩関節伸展は、有意傾向の増加を示した。このことより、組み合わせたトレーニングを行っても、筋力トレーニングによって柔軟性は必ずしも抑制されるとはいえないという結果が導かれ、先行研究で報告されていた筋力トレーニングが及ぼす柔軟性への抑制は、本研究においては見られなかった。そのため、筋力トレーニングのプログラムを作成する際には、特に中高齢者において、肩関節の可動域を低下させる傾向が高いので十分注意する必要がある。

ADL において、身辺作業能力は、S 群では、トレーニングによってほとんど変化がなかったのに対して、SF 群では有意傾向の増加を示しており、ADL においても組み合わせたトレーニングにおいては改善することができると考えられる。また、手腕作業能力においては SF 群のみで有意な向上を示し、歩行動作能力においては本研究のトレーニングプログラムでは顕著な向上は見られなかったが、歩行動作能力には脚筋力、足関節可動域、股関節可動域の各体力要素の改善が必要であり、筋力および柔軟性を強化する必要があるため、SF 群が最も効果的であると考えられる。このように、SF 群は、本研究で用いた ADL の全ての項目において有効なトレーニング方法であることが明らかになった。

以上のことより、中高齢者が日常生活でより快適に過ごせるための運動プログラム作成にあたって、筋力および柔軟性といった体力要素だけではなく、その体力要素をいかに適切に日常生活の中で活用していくかという手腕作業能力、身辺作業能力および歩行動作能力といった ADL の項目にも着目していかなければならない。したがって、ADL を維持・

改善するための運動プログラムには、脚筋力を改善するための筋力トレーニングと関節可動域を改善するための柔軟性トレーニングを組み合わせたトレーニングを取り入れることが望ましいと考えられる。しかし、筋力トレーニングにおいて、高強度のトレーニングは関節可動域の向上を抑制する危険性もあり、また、安全面にも問題があるため、低強度の家庭内でも実践できるような簡便かつ安全な筋力トレーニングを用いて継続して行うことが重要である。さらに、体力要素およびADLの維持・改善だけでなく、QOLの向上を目的とした運動プログラムを作成することが望ましいと考えられる。

このように、本研究においてSF群は、柔軟性を抑制させることなく、筋力および柔軟性を改善させた。したがって、中高齢者にとって重要であるADLの手腕作業能力、身辺作業能力、歩行動作能力、その中でも手腕作業能力においては特に明らかな効果が導かれ、中高齢者にとって筋力と柔軟性を組み合わせたトレーニングはADL向上にとって効果的であるということが明らかになった。

## 第7章 結論

中高齢者のトレーニングにおいては、筋力トレーニングと柔軟性トレーニングを組み合わせることが、ADLの手腕作業能力、身辺作業能力、歩行動作能力、その中でも特に手腕作業能力を顕著に向上することができ、ADL向上にとって効果的であることが明らかになった。

## 第8章 要約

本研究の目的は、中高齢者において、筋力トレーニングおよび柔軟性トレーニングが筋力および柔軟性におよぼす影響を検討するとともに、手腕作業能力、身辺作業能力、歩行能力の ADL の項目に及ぼす影響を検討することを目的とした。

本研究の実験方法としては、被験者は、S 町在住の自立した生活を送る中高齢者、筋力トレーニング群 (S 群) 9 名、柔軟性トレーニング群 (F 群) 11 名、筋力および柔軟性を組み合わせたトレーニング群 (SF 群) 9 名、計 29 名 (58~79 歳) を対象とした。

トレーニング方法としては、各トレーニングは、1 回 15 分のトレーニングを 3 回/週以上の頻度で 12 週間行った。筋力トレーニングは、大筋群を中心に自宅で出来る低強度の運動として、自重を負荷としたトレーニングとチューブを用いたトレーニングを行った。また、柔軟性トレーニングは、各関節可動域を改善できるようなストレッチングを行った。

トレーニングの効果判定は、体力要素として、握力、10 回連続椅子座り立ち動作時間、長座体前屈、関節可動域を測定し、ADL の項目として、手腕作業能力、身辺作業能力および歩行動作能力を測定した。

実験結果としては、以下ようになった。

- 1) トレーニング終了後、S 群は、脚筋力において  $18.4 \pm 4.3$  秒から  $15.1 \pm 4.1$  秒へ有意に ( $p < 0.05$ ) 改善を示し、足関節可動域において  $73.8 \pm 19.9$  度から  $90.1 \pm 14.6$  度へ有意に ( $p < 0.05$ ) 改善を示した。しかし、肩関節伸展可動域は他の群に比べて有意に ( $p < 0.01$ ) 低く、減少傾向にあった。また、ADL においてはどの項目も変化がなかった。

2) F 群は、肩関節伸展可動域において  $56.0 \pm 7.9$  度から  $62.2 \pm 8.5$  度へ有意に ( $p < 0.05$ ) 改善を示し、その他の関節可動域においても増加傾向を示した。また、ADL の身辺作業能力において  $9.0 \pm 3.2$  秒から  $7.5 \pm 1.9$  秒へ、歩行動作能力において  $19.8 \pm 3.9$  秒から  $18.5 \pm 3.4$  秒へ有意に ( $p < 0.05$ ) 改善を示した。

3) SF 群は、足関節可動域において  $72.0 \pm 17.9$  度から  $79.1 \pm 14.2$  度へ有意に ( $p < 0.05$ ) 改善を示し、脚筋力および肩関節伸展可動域においても増加傾向を示した。また、ADL の手腕作業能力において  $43.6 \pm 5.8$  秒から  $41.2 \pm 5.5$  秒へ有意に ( $p < 0.01$ ) 改善を示し、身辺作業能力においても改善傾向を示した。

以上の結果から、中高齢者のトレーニングにおいては、筋力トレーニングと柔軟性トレーニングを組み合わせることが、ADL の手腕作業能力、身辺作業能力、歩行動作能力、その中でも特に手腕作業能力を顕著に向上することができ、ADL 向上にとって効果的であることが明らかになった。

## 謝 辞

稿を終わるに臨み、実験に際しご協力を賜った、酒々井町の秋元明グラウンドゴルフ協会会長、グラウンドゴルフ協会の役員の皆様ならびに本実験の被験者として御協力頂いた酒々井町グラウンドゴルフ協会の皆様に深く感謝の意を表します。

また、本論文の審査および指導して下さい、大津一義教授、中村勝二教授、土屋基助教授に厚く御礼申し上げます。

なお、本論文の指導教員である故 高岡郁夫助教授に対しては、お忙しい中計画当初よりご指導ならびに御助力を賜り、衷心の感謝にたえません。心からご冥福をお祈りします。高岡郁夫助教授が逝去された後、本研究の作成にあたり、多大なご指導、ご支援を頂いた大津一義教授、星本正姫助手、野崎真道助手、大久保寛之助手、ならびに健康運動学研究室大学院生、学生の皆様には深く感謝を申し上げます。



## 引用文献

- 1) AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: Exercise and physical activity for older adults. Med.Sci.Sports.Exerc.,30,(6),992-1008,(1998)
- 2) Anderson,R.A: Streching. Shelter Publications,(1980)., 堀居昭 訳: ボブ・アンダーソンのストレッチング, 第1版, 有限会社ブックハウス・エイチディ: 東京 (1995) より引用
- 3) 荒尾孝: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究. 長寿科学総合研究, 平成2年度研究報告, 2, 66-68, (1991)
- 4) 荒尾孝: 高齢者の身体的活動能力の実態とその維持増進. 体力研究, 92, 1-20, (1996)
- 5) 荒尾孝, 種田行男, 永松俊哉, 青木和江, 江橋博: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第2報 起立能力及び上肢作業能力について. 体力研究, 78, 10-18, (1991)
- 6) 荒尾孝, 種田行男, 永松俊哉, 青木和江, 江橋博, 一木昭男: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第6報 総合評価の妥当性について. 体力研究, 82, 1-13, (1993)
- 7) Bassey,E.J., M.J.Bendall, and M.Pearson: Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. Clin.Sci.,74,85-89,(1988)
- 8) Bassey,E.J., M.A.Fiatarone, E.F.O'Neill, M.Kelly, W.J.Evans, and L.A.Lipsitz: Leg extensor power and functional performance in very old men and women. Clin.Sci.,82,321-327,(1992)
- 9) Clark,B.A.: Tests for fitness in older adults, AAHPERD fitness task force. J.Phys.Educ.Rec & Dan.,3,66-71,(1989)
- 10) Clarys,J.P., A.D.Martin, and D.T.Drinkwater: Gross tissue weights in the human body by cadaver dissection. Human.Bio.,56,459-473,(1984)
- 11) Cononie,C.C., J.E.Graves, M.L.Pollock, M.I.Phillips, C.Sumners, and J.M.Hagberg: Effect of exercise training on blood pressure in 70-to 79-yr-old men and women. Med.Sci.Sports Exerc.,23,(4),505-511,(1991)

- 12) Datroy,L.H., C.B.Phillips, H.M.Eaton, M.G.Larson, A.J.Partridge, M.Logigian, and M.H.Liang: Objectively measuring physical ability in elderly persons: The physical capacity evaluation. Am.J.Public.Health,85,558-560,(1995)
- 13) Engels,H.J., J.Drouin, W.Zhu, and J.F.Kazmierski: Effects of low-impact, moderate-intensity exercise training with and without wrist weights on functional capacities and mood states in older adults. Gerontology,44,239-244, (1998)
- 14) Evans,W.J.:Exercise training guidelines for the elderly. Med.Sci.Sports.Exerc., 31,(1),12-17,(1999)
- 15) Fiatarone,M.A., E.C.Marks, N.D.Ryan, C.N.Meredith, L.A.Lipsitz, and W.J.Evans: High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muskele. JAMA,263,3029-3034,(1990)
- 16) Frontera,W.R., C.N.Meredith, K.P.O'Reilly, H.G.Knuttgen, and W.J.Evans: Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. J.Appl.Physiol.,64,(3),1038-1044,(1988)
- 17) Frontera,W.R., V.A.Hughes, K.J.Lutz and W.J.Evans: A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78-year-old men and women. J.Appl.Physiol.,71,664-650,(1991)
- 18) 福永哲夫：高齢者に対しての筋力トレーニングの意義と指導の内容およびその注意点。臨床スポーツ医学，16，(9)，993－1001，(1999)
- 19) 福永哲夫：中高年齢者の生活フィットネスー家庭で出来る簡易フィットネスチェック方法の開発ー。体力づくり情報 Trim Japan,68, 2－11, (2001)
- 20) Gehlsen,G.M. and M.H.Whaley: Falls in the elderly:Part II ,balance,strength,and flexibility. Arch.Phys.Med.Rehabil.,71,739-741,(1990)
- 21) Girouard,A.K. and B.F.Hurley: Does strength training inhibit gains in range of motion from flexibility training in older adults? Med.Sci.Sports.Exerc.,27,(10), 1444-1449,(1995)
- 22) Going,S.B., D.P.Williams, T.G.Lohman, and M.J.Hewitt: Aging,body composition,and physical activity: a review. J.Aging.Physical Activity,2,38-66,(1994)
- 23) 後藤貢生：プラクティカル医学略語辞典(第4版)。南山堂：pp15, (2000)

- 24) 星本正姫, 高岡郁夫, 高野喜久雄, 笠原嘉介: 高齢女性における持久的および筋力トレーニングが健康に関連した体力と ADL に及ぼす影響. *Health Sciences*, 16,(2), 141-152, (2000)
- 25) <http://www.asahi.com./life/media/0803a.html> 厚生労働省: 2000 年簡易生命表
- 26) Hunter, S.K., M.W.Thompson, and R.D.Adams: Reaction time, strength, and physical activity in women aged 20-89 years. *J.Aging.Physical Activity*, 9, 32-42, (2001)
- 27) 池上晴夫: 高齢者の生理機能の特徴と運動上の注意事項. *体育の科学*, 37, 648-652, (1987)
- 28) Katz, S., A.B.Ford, R.W.Moskowitz, B.A.Jackson, and M.W.Jaffe: Studies of illness in the aged. The index of ADL: a standardized measure of biological and psychological function. *JAMA*, 185, 914-919, (1963)
- 29) 菊地邦雄, 磨井祥夫, 笹原英夫, 柳川和優: 健康増進教室のトレーニングが中年婦人の体力に及ぼす影響—全身持久性・筋力を目的としたグループと柔軟性・巧緻性を目的としたグループの比較—. *広島大学総合科学部紀要IV理系編*, 20, 175-184, (1994)
- 30) 金禧植, 松浦義行, 田中喜代次, 稲垣敦: 高齢者の日常生活における活動能力の因子構造と評価のための組テスト作成. *体育学研究*, 38, 187-200, (1993)
- 31) 衣笠隆, 長崎浩, 伊東元, 橋詰謙, 古名丈人, 丸山仁司: 男性(18~83 歳)を対象にした運動能力の加齢変化の研究. *体力科学*, 43, 343-351, (1994)
- 32) 北畠義典, 種田行男, 西嶋洋子, 荒尾孝: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第 8 報 総合動作能力について. *体力研究*, 92, 21-30, (1996)
- 33) 国立社会保障・人口問題研究所: 2000 人口の動向 日本と世界—人口統計資料集—, 30-31, 財団法人厚生統計協会: 東京 2000
- 34) 神野宏司, 種田行男, 江川賢一, 永松俊哉, 北畠義典, 西嶋洋子, 青木和江, メール優子, 荒尾孝: 生活体力の維持増進のための健康づくりプログラムの開発. *体力研究*, 96, 15-25, (1999)
- 35) 厚生労働省: 21 世紀における国民健康づくり運動—健康日本 21—. *体力づくり情報 Trim Japan*, 64, 2-15, 2000
- 36) 古谷野亘, 柴田博, 中里克治, 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—. *日本公衛誌*, 34, (3), (1987)

- 37) Larsson,L.G., G.Grimby, and J.Karlsson: Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. J.Appl.Physiol.,46,451-456,(1979)
- 38) Laukkanen,P.,M.Kauppinen and E.Heikkinen:Physincal activity as a predictor of health and disability in 75-and 80-year-old men and women: a five-year longitudinal study. J.Aging and Physical Activity.,6,141-156(1998)
- 39) Lawton,M.P., and E.M.Brody: Assessment of older people. Self-maintaining and instrumental activities of daily living.,9,179-186,(1969)
- 40) Lawton,M.P.: Assessing the competence of older people, In Kent DP, Kastenbaum RJ, and Sherwood S eds; Research Planning Action for the Elderly. The power and Potential of Social Science, Behavioral Publications.,122-143,( 1972)
- 41) Lazowski,D., N.A.Ecclestone, A.M.Myers, D.H.Paterson, C.Tudor-Locke, C.Fitzgerald, G.Jones, N.Shima, and D.A.Cunningham: A randomized outcome evaluation of group exercise programs in long-term care institutions. J.Gerontol.Med.Sci.,54,(12),M621-M628,(1999)
- 42) Lord,S.R., P.N.Sambrook, C.Gibbert, P.J.Kelly, T.Nguyen, and I.W.Webster: Postual stability falls and fractures in the elderly: results from the Dudo Osteoporosis Epidemiology Society. Med.J.Aust.,160,684-685,(1994)
- 43) 前田明, 種田行男, 西嶋洋子, 荒尾孝, 永松俊哉, 青木和江, メール優子, 江橋博, 塚本宏: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第7報 身辺作業能力について. 体力研究, 84, 1-8, (1994)
- 44) Mahoney,F.I., and D.W.Barthel: Functional evaluation: The Barthel Index. Maryland State Medical Journal.,14,61-65,(1965)
- 45) Meer,B., and J.A.Baker: The Stock Geriatric Rating Scale. Gerontologist.,21, 392-403,(1996)
- 46) Menkes,A., S.Mazel, R.A.Redmond, K.Koffler, C.R.Libanati, C.M.Gunhdberg, T.M.Zizic, J.M.Hagberg, R.E.Pratley, and B.F.Hurley: Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. J.Appl.Physiol.,74,(5),2478-2484,(1993)
- 47) Mihalko,S.L. and E.McAuley: Strength training effects on subjective well-being and physical function in the elderly. J.Aging.Physical Activity.,4,56-68,(1996)

- 48) Morey,C.M., P.A.Cowper, J.R.Feussner, R.C.DiPasquale, G.M.Crowley, and R.J.Sullivan: Two-year trends in physical performance following supervised exercise among community-dwelling older veterans. J.Am.Geriatr.Soc.,39,549-554, (1991)
- 49) 永松俊哉, 荒尾孝, 種田行男, 西嶋洋子, 江橋博: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第5報 フィールドテストとしての測定法の有用性について. 体力研究, 81, 11-19, (1992)
- 50) 永松俊哉, 荒尾孝, 種田行男, 西嶋洋子, 江橋博: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第3報 歩行能力について. 体力研究, 78, 19-24, (1991)
- 51) 種田行男: 高齢者の生活体力とその関連因子. 長寿科学総合研究 平成7年度研究報告, 6, 116-121, (1996)
- 52) 種田行男, 荒尾孝, 西嶋洋子, 北島義典, 永松俊哉, 前田明: 高齢者の生活体力の測定方法および性・年齢階級別評価基準値. 体力研究, 86, 31-36, (1994)
- 53) 種田行男, 荒尾孝, 西嶋洋子, 北島義典, 永松俊哉, 一木昭男, 江橋博, 前田明: 高齢者の身体的活動能力(生活体力)の測定法の開発. 日本公衆衛生雑誌, 43, 196-208, (1996)
- 54) 種田行男, 永松俊哉, 荒尾孝, 峰岸由紀子, 江橋博: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第1報 姿勢保持能力について. 体力研究, 78, 1-9, (1991)
- 55) 種田行男, 永松俊哉, 荒尾孝, 西嶋洋子, 青木和江, 江橋博: 高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第4報 フィールドテストとしての足踏み検査の検討. 体力研究, 81, 1-10, (1992)
- 56) 小澤利男, 江藤文夫, 高橋龍太郎: 高齢者の生活機能評価ガイド. 医歯薬出版, 2-32, (1999)
- 57) Phillips,W.T., and W.L.Haskell: "Muscle fitness"- Easing the burden of disability for elderly adults. J.Aging.Physical Activity.,3,261-289,(1995)
- 58) Raab,D.M., J.C.Agre, M.McAdam, and E.L.Smith: Light resistance and strength exercise in elderly women: effect upon flexibility. Arch.Phys.Med.Rehabil.,69, 268-272,(1988)
- 59) Rider,R.A., and J.Daly: Effects of flexibility training on enhancing apinal mobility in older women. J.Sports Med.Phys.Fitness.,31,213-217,(1991)

- 60) Rogers, M.A. and W.J. Evans: Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training (Review). Exerc. Sport. Sci. Rev., 21, 65-102, (1993)
- 61) Schroeder, J.M., K.L. Nau, W.H. Osness, and J.A. Potteiger: A comparison of life satisfaction, functional ability, physical characteristics, and Activity level among older adults in various living settings. J. Aging. Physical Activity, 6, 340-349, (1998)
- 62) Shephard, R.J.: Management of exercise in the elderly. Can. J. Appl. Sports. Sci., 9, 735-738, (1984)
- 63) 重松良助, 金章今日, 田中喜代次: 余裕ある日常生活を営むために必要な高齢女性の身体機能水準. 体育学研究, 44, 334-344, (1999)
- 64) Sihvonen, S., T. Rantnen, and E. Heikkinen: Physical activity and survival in elderly people: a five-year follow-up study. J. Aging Physical Activity, 6, 133-140, (1998)
- 65) Steen, B.: Body composition and aging. Nutrition. Reviews, 46, 45-51, (1988)
- 66) 竹島伸生, 田中喜代次, 小林章雄: 高齢者の健康づくり—運動処方の実際と課題—. 第1版, p 57, メディカルレビュー社: 東京 (1997)
- 67) Tracy, B.L., F.M. Ivey, D. Hurlbut, G.F. Martel, J.T. Lemmer, E.L. Siegel, E.J. Metter, J.L. Fozard, J.L. Fleg, and B.F. Hurley: Muscle quality. II. effects of strength training in 65-to 75-year-old men and women. J. Appl. Physiol., 86, (1), 195-201, (1999)
- 68) 堤俊彦: アメリカにおける「高齢者の筋力トレーニング」—1—. 体育の科学, 46, 345-348, (1996)
- 69) 梅田陽子: 高齢者に適した運動プログラム Part2 ストレングス編. 体力づくり情報 Trim Japan, 69, 21-28, (2001)
- 70) 渡辺英夫, 尾方克己, 天野敏夫: 健康日本人における四肢関節可動域について一年齢による変化—. 日本整形外科学会雑誌, 53, 275-291, (1979)
- 71) World Health Organization: The uses of epidemiology in the study of the elderly: Report of a WHO scientific group on the epidemiology of aging. WHO Technical Report Series: Geneva, 706 (1984)
- 72) 柳本有二: 高齢期における体力の加齢変化とその予防. 労働の科学, 53, (3), 145-148, (1998)

- 73) 横山仁志, 山崎裕司, 大森圭貢, 平木幸治, 井澤和大, 青木詩子, 青木治人: 下肢筋群における 1Repetition Maximum の測定—その再現性と加齢変化について—. 理学療法ジャーナル, 32, (11), 875–878, (1998)
- 74) 米本恭三, 石神重信, 近藤徹: 関節可動域表示ならびに測定法. リハビリテーション医学, 32, 4, (1995)
- 75) 財団法人 厚生総計協会: 国民衛生の動向, pp38, 財団法人厚生総計協会: 東京(2001)

The effects of strength and flexibility training on muscle strength, joint range of motion  
and ADL in middle-aged and older people

Takuro Kato

Summary

- 1) The purpose of this study was to determine the effects of strength and flexibility training on muscle strength, flexibility and ADL in middle-aged and older people.
- 2) Twenty nine middle-aged and older people (aged  $68 \pm 6$  yr) lived independent in S-town. Subjects were divided into three groups. Three groups were formed : the strength training group (n=9), the flexibility training group (n=11), the strength and flexibility training group (n=9) who combine strength training with flexibility training.
- 3) Subjects performed each training program for 12 weeks, 3 days per week, for 15 minute per day. Strength training were performed self weight exercise and tube exercise : these exercises was directed at large muscle groups and can do myself in home. Flexibility training were performed stretching that can improve each joint range of motion.
- 4) Physical fitness (grip strength and sit down & stand up 10 repetition) and ADL (hand working, rope working zigzag walking) were assessed before and after training for the three groups.
- 5) The S group significantly increased leg strength from  $18.4 \pm 4.3$  to  $15.1 \pm 4.1$  sec ( $p < 0.05$ ) and ankle joint range of motion from  $73.8 \pm 19.9$  to  $90.1 \pm 14.6$  degree ( $p < 0.05$ ) after training. In shoulder extension joint range of motion, this group was



significantly lower than other groups ( $p<0.01$ ) and decreasing tendency. Neither ADL was not improved.

- 6) The F group had a significantly increase in shoulder extension joint range of motion from  $56.0 \pm 7.9$  to  $62.2 \pm 8.5$  degree ( $p<0.05$ ) and increasing tendency in another range of motion. The improvements were statistically significant at the rope working from  $9.0 \pm 3.2$  to  $7.5 \pm 1.9$  sec and zigzag walking from  $9.0 \pm 3.2$  to  $7.5 \pm 1.9$  sec ( $p<0.05$ ).
- 7) The SF group had a significantly increase in ankle joint range of motion from  $72.0 \pm 17.9$  to  $79.1 \pm 14.2$  degree ( $p<0.05$ ) and increasing tendency in leg strength and shoulder extension joint range of motion. This group significantly decreased in hand working ability from  $43.6 \pm 5.8$  to  $41.2 \pm 5.5$  sec ( $p<0.01$ ) and had a increasing trend in rope working.
- 8) This study was concluded that strength training and flexibility training improved muscle strength and flexibility without inhibiting flexibility gains, and these training were effective in increasing and maintaining on ADL for middle-aged and older people.

Table 1. Physical Characteristics in each group

	n	Age (Yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Fat (%)
Strength Group	9	69±7	158.0±7.3	62.9± 5.2	25.2±1.4
Flexibility Group	11	67±6	159.3±7.7	62.6±10.2	24.6±2.8
Strength & Flexibility Group	9	67±6	159.7±7.2	62.0±10.1	24.3±3.5
Total	29	68±6	159.0±7.2	62.5±8.6	24.7±2.7

	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
Strength group	Home based		Home based		Group based		Home based	× 12week
Flexibility group	Home based		Home based		Group based		Home based	
Strength & Flexibility group	Home based		Home based		Group based		Home based	



 Group based  
 Home based

Figure 1. Training schedule

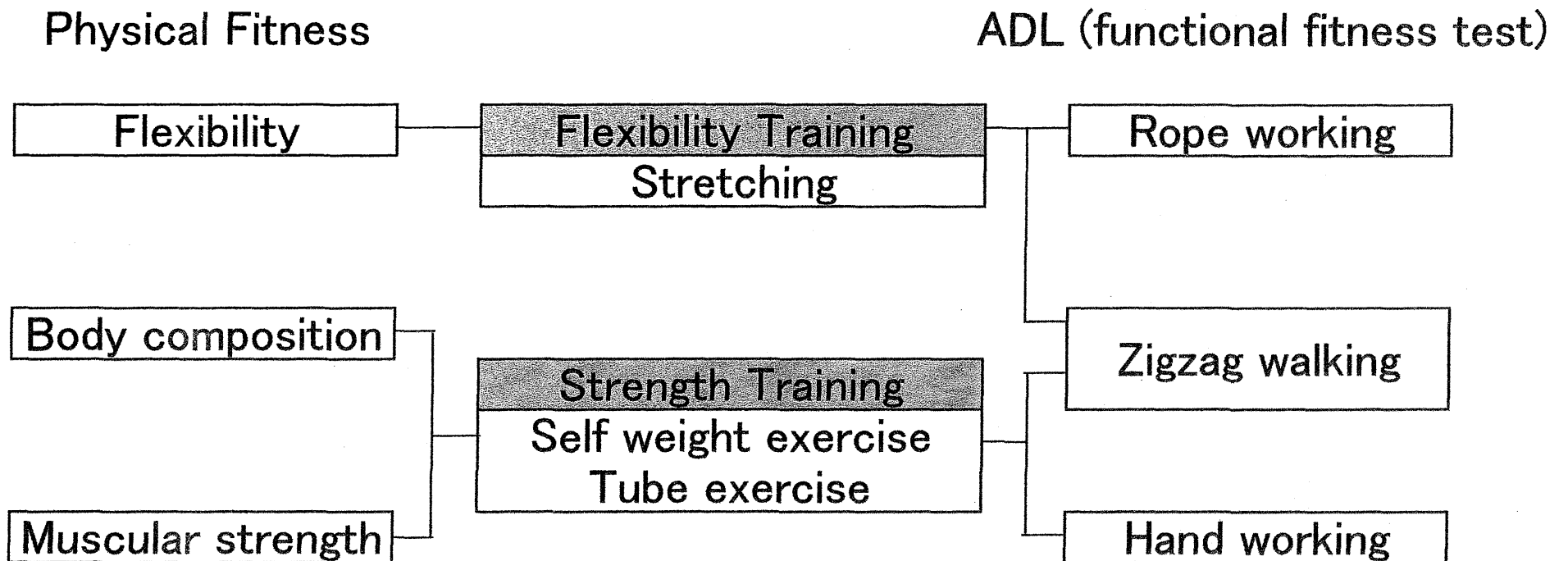
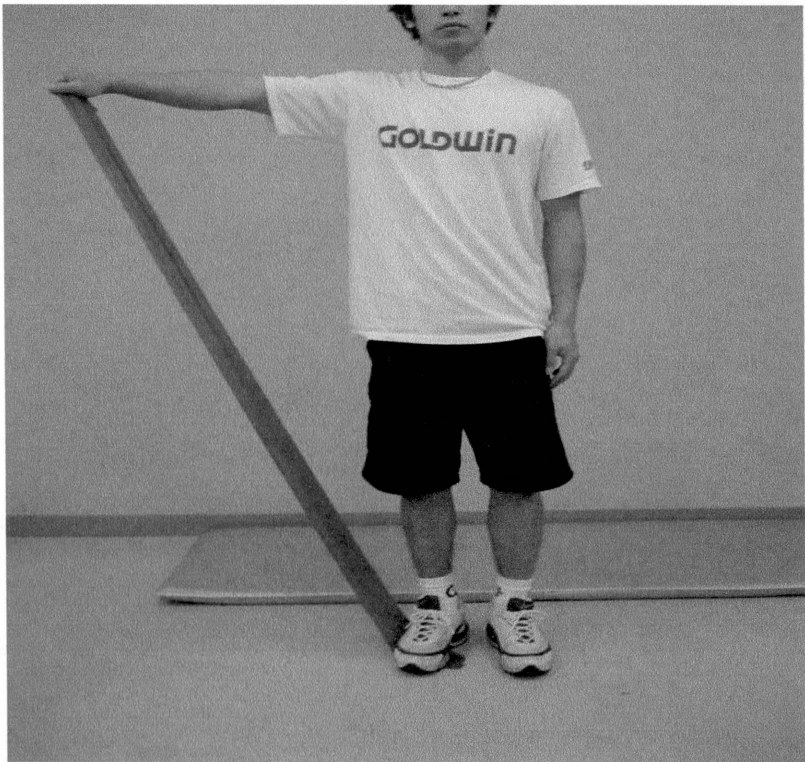
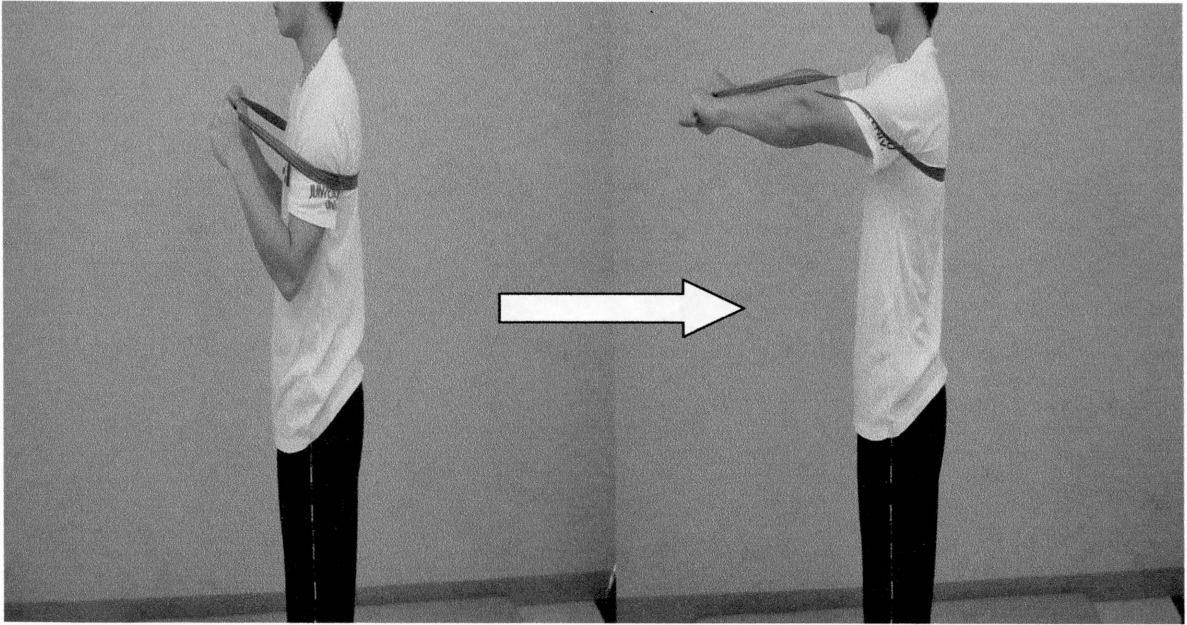


Figure 2. Training concept



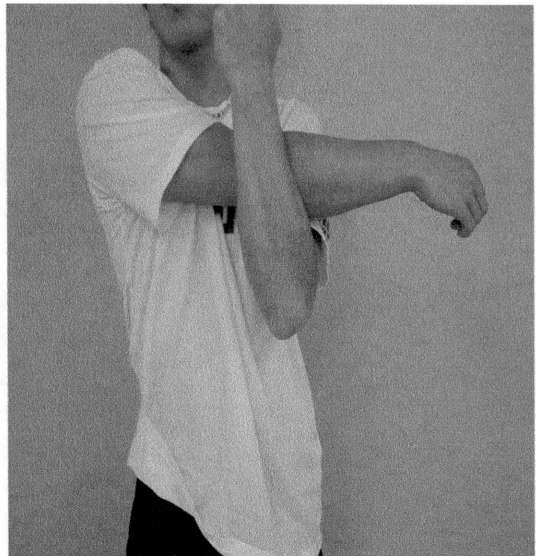
**Figure 3. Upper limbs tube training**



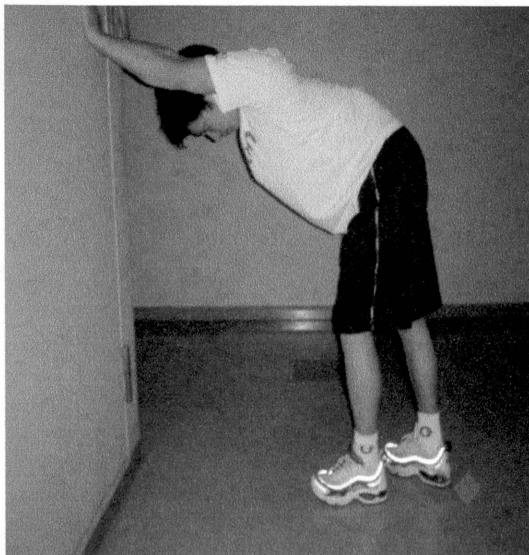
**Figure 4. Lower limbs tube training**



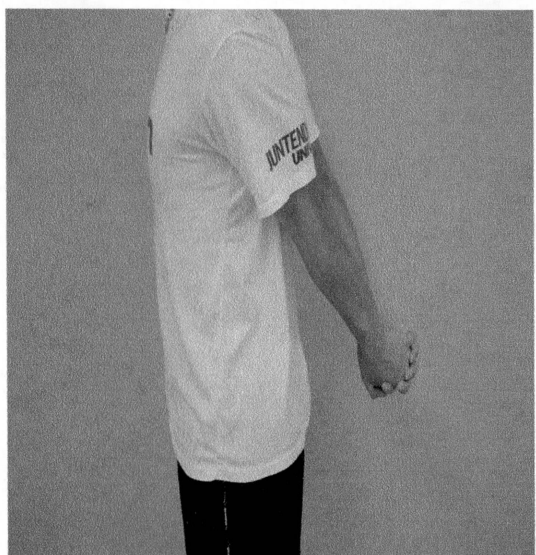
Shoulder stretching 1



Shoulder stretching 2



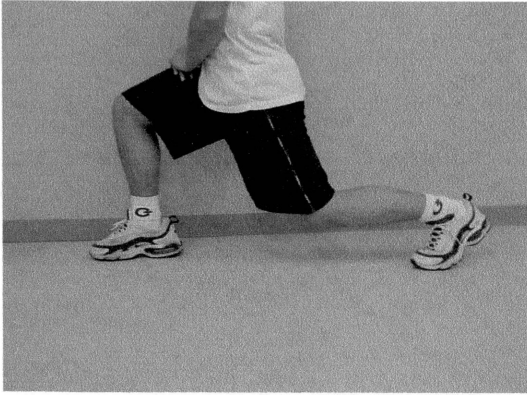
Shoulder stretching 3



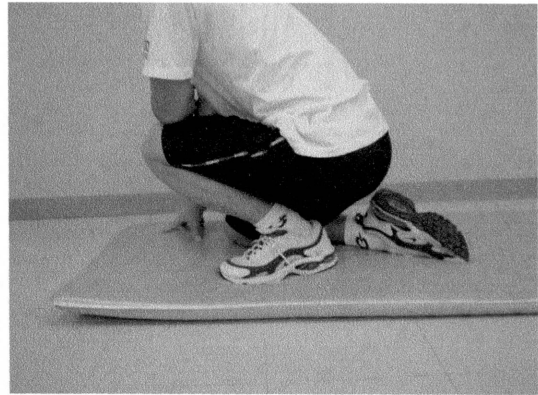
Shoulder stretching 4

Figure 5. Shoulder stretching training





Sural stretching 1



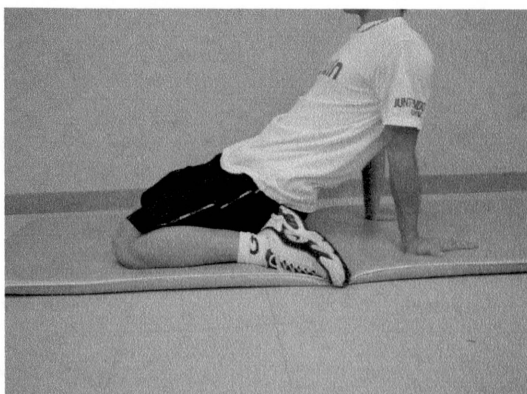
Sural stretching 2



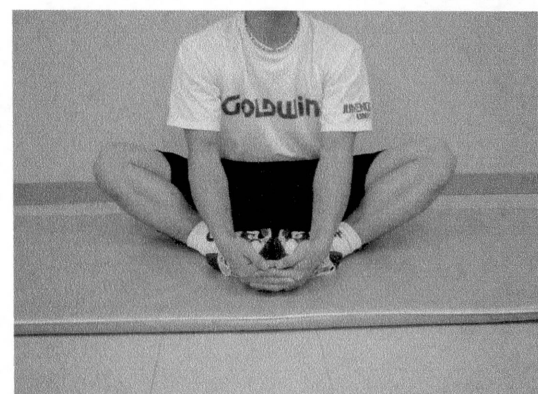
Femoral stretching 1



Femoral stretching 2



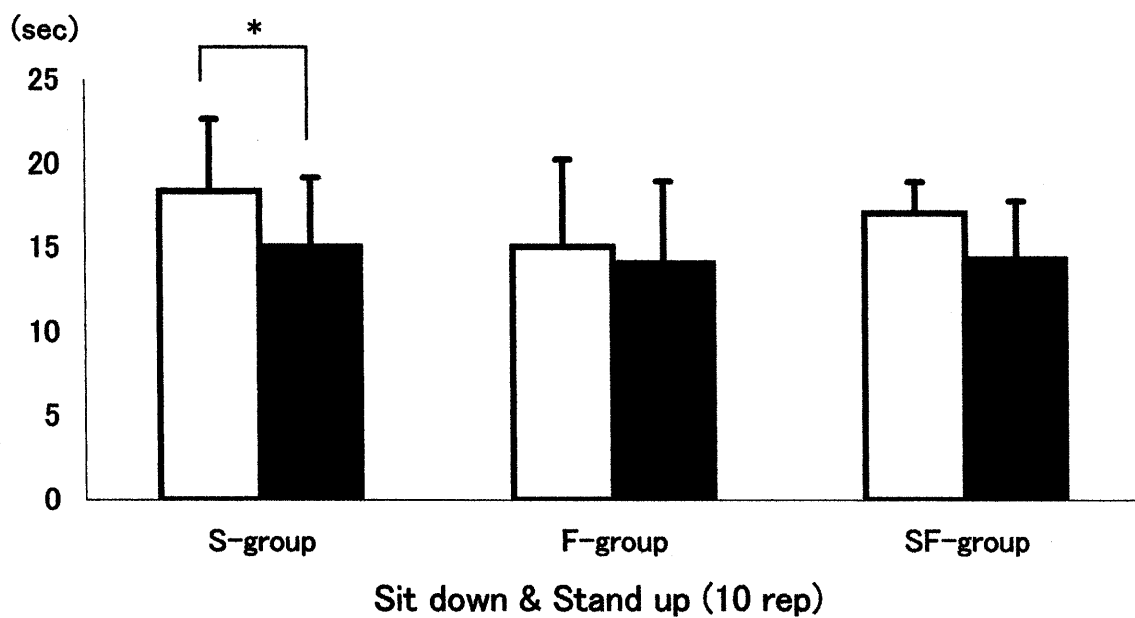
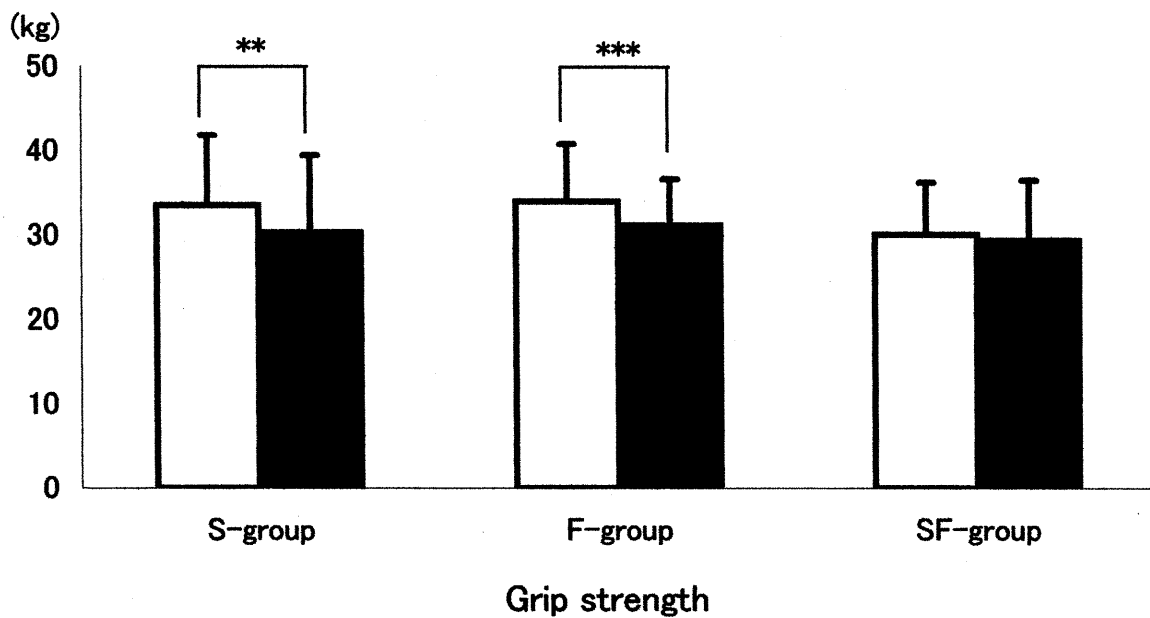
Femoral stretching 3



Hip joint stretching

**Figure 6. Lower limbs stretching training**

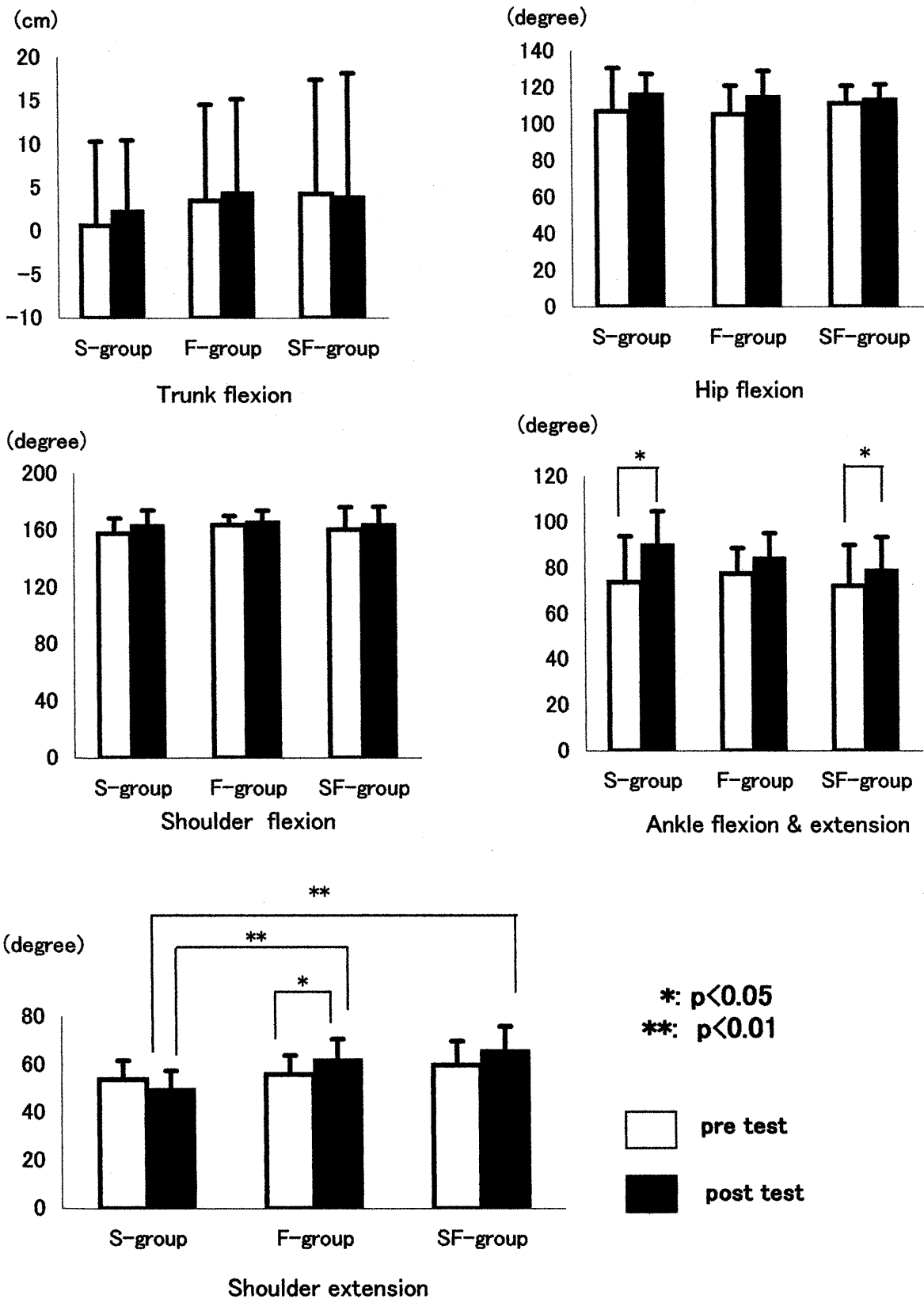




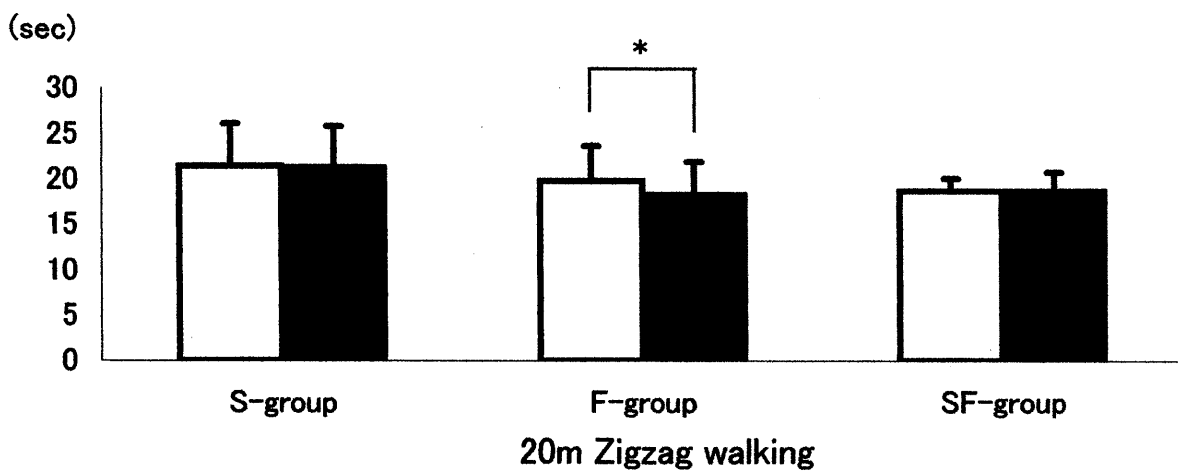
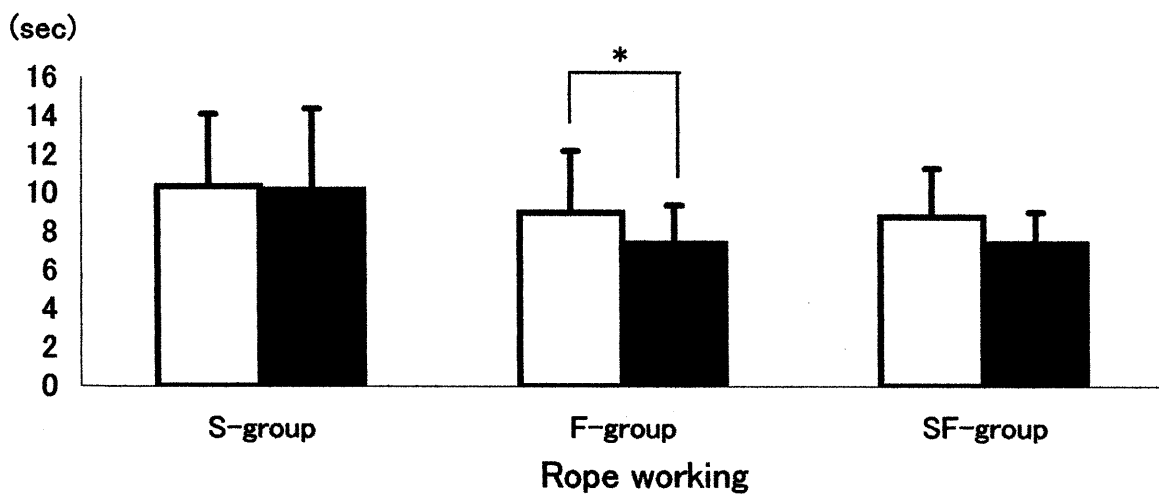
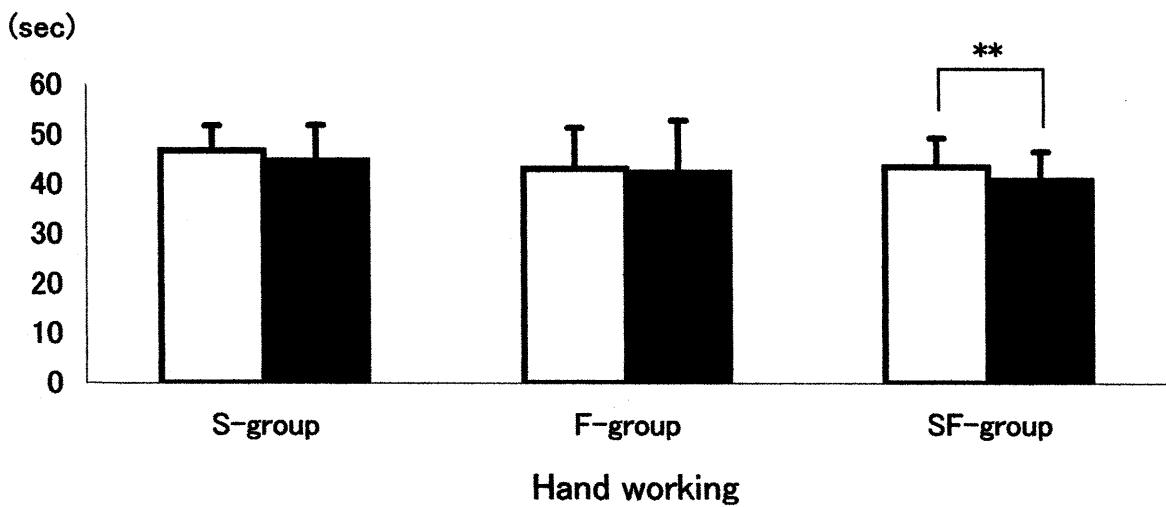
\*:  $p < 0.05$   
 \*\*:  $p < 0.01$   
 \*\*\*:  $p < 0.001$

□ pre test  
 ■ post test

**Figure 7. Change in muscle strength from pre test to post test**



**Figure 8. Change in flexibility from pre test to post test**



\*:  $p < 0.05$   
 \*\*:  $p < 0.01$

□ pre test  
 ■ post test

Figure 9. Change in ADL from pre test to post test

## 研究調査の協力をお願い

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

健康教育領域 加藤 卓郎

この度、私は修士論文作成のために以下のような研究を計画しています。つきましては、被験者として貴方に御協力して頂きたいお願い申し上げます。研究内容は下記の通りです。内容を十分に理解された上で、研究に御協力していただける場合は同意書にご署名下さい。

**研究背景**：本格的な高齢社会を迎えたわが国では、生活習慣病をはじめとする中高齢者特有の疾病や障害が社会的な問題として注目を浴びるようになってきています。一般的に加齢に伴う生理機能の減退による身体活動能力の低下や、階段の上り下りや浴槽への出入りなどの日常生活動作能力(ADL：Activities of Daily Living)が低下し、運動不足状態になり、やがて寝たきりの生活に陥る危険性があります。そのため、活動的余命の延長を目的とした健康づくり、体力の維持・増進が求められています。

**研究目的**：本研究の目的は、自重体操および柔軟体操が筋力・関節可動域・ADLにどのような効果をもたらすのかを検討し、これからの健康・体力の保持増進のための運動プログラム作成に役立てることであります。さらに、グラウンドゴルフのパフォーマンスの向上を目指し、より高い達成感を味わうことにあります。

**研究内容**：本研究は、12週間の自重体操および柔軟体操の運動プログラムを実践していただき、運動プログラム開始時と終了時の体力(握力・脚筋力・関節可動域)やADLを比較検討することです。

\* 質問等がございましたら、ご遠慮なくお申し出下さい。尚、本研究で得られたデータは、個人が特定されるような公表、並びに本研究以外で使用することは致しません。

同意書

平成13年 月 日

加藤 卓郎 殿

私は貴兄の研究内容を理解し、被験者として協力することに同意します。

希望コース

①自重体操

②柔軟体操

③どちらでもよい

署名 \_\_\_\_\_ 印