

## 高齢者における自重負荷運動による下肢筋肉量の変化と転倒予防効果について

武山 裕記 橋本 実

キーワード：高齢者, 自重負荷, 健脚度, InBody 720, LOGIQe

# Change of Lower Muscle Mass and the Effect of Fall Prevention by Body Weight Exercise in Elderly Subjects

Yuki Takeyama Minoru Hashimoto

### Abstract

In this study, I shall focus on investigating the motional effects on the muscle of the lower limbs. I studied changes in lower limb strength by examining elderly people using body weight exercises centered on lower limbs for three months. I also measured the changes in muscular strength in lower limbs using the good walker's index test, and muscle bulk was evaluated using the body element analysis device (InBody720:Biospace Co.) and supersonic wave measuring equipment (LOGIQe:General Electric Co.).

The subjects were twenty-one people consisting of nine males and twelve females.

After partial body weight exercises with a load factor of thirty to fifty percent for three months, the good walker's index of the quadriceps improved and it was effective in fall prevention. The results were similar to an existing study in that the muscle bulk and good walker's index were improved by body weight exercise only and not by the use of special devices. However, the results of the body element analysis done to measure muscle bulk were different from those of good walker's index and supersonic wave measuring equipment. The body element analysis excelled in accuracy and reproducibility under standardized circumstances. Nevertheless, considering that impedances varied according to differences in temperature, it was determined that supersonic wave measuring equipment is better to measure muscle bulk.

Key words: elderly people, body weight exercises, good walker's index, InBody 720, LOGIQe

### 【はじめに】

少子高齢化が進んだ社会構造のなかで、元気な高齢者を増やし、医療や介護にかかる費用を少しでも減らすことは重要な社会問題となっている。

高齢者の特徴を見ると、加齢に伴い身体組成は大きく変化している。特に下肢筋肉量が減少し、腹部の体脂肪が増加すると言われていいる。高齢者の身体機能の特徴を把握して、

下肢筋肉を維持するために高齢者に適した運動を指導すること、履物や歩き方といった生活指導をおこなうことは、転倒・骨折を防ぐためにも重要である。転倒は、ごく当たり前の日常生活場面に潜んでおり、高齢者の寝たきり原因の第3位に挙げられ、高齢者が転倒予防に取り組むことは意義がある。そのため転倒予防を目的とした多数の研究がおこなわれている<sup>1,2)</sup>。

高齢者の生活機能障害の要因は様々であるが、筋肉量が深く関わっている。加齢に伴う身体組成の変化は、筋肉量の減少と脂肪量の増加である。加齢に伴って脂肪は主として体幹に蓄積する。したがって、体脂肪率の増加は主に体幹への脂肪の付着が原因である。一方加齢による筋の委縮は下肢筋肉が著しく、上腕二頭筋などの上肢の筋はあまり変化しない。福永らは大腿四頭筋及び腹直筋は、70歳代では20歳を100%としたときの約60~70%にまで委縮が見られるが、上腕二頭筋などの上肢の筋は加齢による委縮はみられなかったと報告している<sup>3)</sup>。

アメリカスポーツ医学会は、筋力トレーニングが高齢者の筋肉量や筋力の維持・改善、機能的能力の改善、さらにQOLを向上させると報告している<sup>4)</sup>。Evans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ている<sup>5)</sup>。

各市町村では高齢者を対象にさまざまな筋力向上トレーニング教室が試みられている。高齢者において、筋機能を維持することは、寝たきりを防ぎ、自立した健康的な生活を送るうえでとても大切である。その維持や向上を目的に運動を継続することが重要であり、そのための簡便な下肢筋力の増強方法や評価が求められている。

1997年に高齢者下肢能力の評価方法、また転倒回避能力の指標として、①最大一歩幅、②10m全力歩行、③40cm踏み台昇降の3つの測定項目からなる健脚度が東京厚生年金病院で開発された。歩く、またぐ、昇って降りるという日常生活において、誰もが行う移動動作に焦点をしばり構成されている。リハビリテーション医学や体力科学等の研究目的のために、下肢筋力の測定専用の大型機器や自転車エルゴメータ等を用いて下肢機能の測定・評価がされてきた。しかし、このような測定には、高価な機器が必要あり、結果が物理学的指標(NewtonやWattなど)で表示されているため高齢者にはわかりづらく、その後の運動療法への動機づけには用いにくいという難点があった。そこで、日本の生活環境の特徴や先行研究を参考にしながら、誰にでも理解しやすく、安全かつ簡便な高齢者の移動能力を定量化する測定方法が開発された

6.7)。基本的な日常生活動作で構成されているため一貫性のある評価方法として用いることで動機づけにもなる測定方法である。

近年、超音波測定装置を用いた評価が筋体各部の筋厚・皮下脂肪厚分布の測定に繁用されるようになった。CT(Computed Tomography)法やMRI(Magnetic Resonance Imaging)法を用いて筋体積を推測はできるが、装置が大掛かりで、多くの一般の人を対象に測定することは不可能に近い。一方、超音波測定は安価で可搬性に優れ、非侵襲的で安全簡便に測定できるという利点を有している<sup>8)</sup>。また、超音波測定では骨格筋の筋厚測定は、極めて良好な再現性が確認されており、さらに、その測定値は筋力との関連を示すことも報告されている<sup>9~13)</sup>。簡便な超音波測定による筋厚の測定は、トレーニング効果や筋萎縮の評価として臨床で広く応用されているが、高齢者を対象とした報告はあまりない。また、このような高齢者の筋力トレーニングにおいて、超音波法により筋肉量を計測し、他の測定方法と比較した研究は少ない。

筋肉量を測定するのに簡便な方法としてよく使われている体成分分析装置は、生体電気インピーダンス法により体脂肪率、筋肉量などの身体組成を評価する。生体に微弱な電流を流して測定し、その優れた精度と信頼性は認められている<sup>14)</sup>。四肢、体幹に分けて、筋肉量、体脂肪量などをそれぞれ測定することができる装置であり、安全性が高く、測定に時間を要さず、簡便に測定できる利点がある。そのため臨床やフィットネスの領域に普及し、使用されている。

健脚度測定、超音波測定、体成分分析それぞれについての報告は多くなされているが、健脚度、超音波法、体成分分析の3種類の方法を用いて、高齢者の筋力トレーニングの効果について評価した報告はない。

## 【目的】

高齢者における下肢を中心とした最大筋力の30~50%の自重負荷運動を3ヶ月継続し、下肢筋肉量への運動効果を調査し、転倒予防に関する効果を検証する。下肢筋力の変化を健脚度(移動能力検査)により計測、超音波測定装置と体成分分析装置で筋肉量の変化を計測し、教室の開始時と3ヵ月後で比較検討す

る。

### 【対象】

宮城県 T 市在住の老人クラブに所属している、65 歳以上の男性 9 名（平均年齢 71.3±3.8 歳）、女性 12 名（平均年齢 75.3±5.1 歳）計 21 名を対象とした。（表 1）

骨格筋に影響を及ぼすような医療を受けている者、ペースメーカーや人工関節等の体内埋め込み機器・器具を有している者は対象外とした。

なお、これらの被検者には研究の趣旨と内容、得られたデータは研究の目的以外には使用しないこと及び個人情報情報の漏洩に注意することについて説明をし、理解を得たうえで協力を求めた。さらに研究への参加は自由意志であり、被検者にならなくても不利益にはならないことを口頭と書面で説明し、同意を得て研究を開始した。

表 1 被検者の基本データ

人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	下肢長(cm)
男性 9	71.3±3.8	161.2±3.9	60.4±6.7	81.0±2.1
女性 12	75.3±5.2	149.0±4.7	55.9±7.5	75.8±2.1

### 【方法】

健康教室に参加した 21 名に、3 ヶ月間にわたり最大筋力の 30～50% の負荷量である自重負荷による下肢筋力訓練（椅子の座り立ち、膝伸展、上体起こし、膝上げ、踵上げ）をおこなった。実施状況を確認するため、健康教室を週 1 回、午後 2 時間実施し、自重負荷による下肢の筋力向上を目的とした運動をおこない、自宅でも健康教室と同じ運動を毎日実施し、実施状況を記録させるようにした。運動内容、回数に関しては、その日の体調に合わせて個人が設定するように指導した。初回と 3 ヶ月後の最終日に、健脚度、超音波測定装置と体成分分析装置によって下肢筋肉量を計測し、それぞれについて、対応のある t 検定を用い統計的に検討した。

#### 1) 期間

健康教室開始前の 2009 年 7 月 10 日にオリエンテーションを実施。測定は、健康教室開始前の 2009 年 8 月 9 日（事前測定）と、3 ヶ月後の測定を 2009 年 11 月 3 日（事後測定）に

実施した。健康教室は 2009 年 8 月 9 日から 2009 年 11 月 3 日までの毎週水曜日に計 14 回おこなった。

#### 2) 身体検査

##### ①身長,下肢長

身長は正面から見て身長計の計測部が頭頂からずれていないことを確認し計測した。

下肢長は骨盤の上前腸骨棘から、足関節内果下端までの長さを計測した。ただし、身長と下肢長は初回のみ実施した。

#### 3) 健脚度測定

##### ①最大一歩幅

両足をそろえた状態から、つま先の位置から最も大きく片方の足を踏み出し、反対側の足をそろえた際のつま先までの距離を計測した。電車に乗る時を想定したテストで、プラットホームと電車の隙間が広い時、またぐことができるかどうかを判定し、バランスを崩さず立てる距離を計測するものである。両足をそろえる際にふらついた場合、膝に手を当てた場合は無効とした。左右各 2 回計測し、良い方の結果を記録とした。ただし、脚の長さには、個人差があるため下肢長で補正した。

##### ②10m 全力歩行横断歩行

広い道を渡る時を想定したテストで、信号が変わる前に道路を渡り切れるかどうかを判定し、何秒、何歩で歩けるかを計測した。直線 10m の距離を最大努力で早く歩いた時の所要時間と歩数を計測した。加速するためにスタート前 2m、スピードを維持させるためにゴール後 2m の予備区間を設けた。

##### ③40cm 踏み台昇降

高さ 40cm のステップ台に手すりを使わずに確実に昇り、台上で両脚をそろえて直立し、向こう側に降りることができかどうかを判定した。これは、バスへの乗降を想定したテストで、「支えなしで安全に余裕をもって昇降できる：○」、「脚に手を当てれば何とかできるが着地でふらついてしまう：△」、「できない：×」の 3 段階で評価をおこなった。

#### 4) 超音波測定

持ち運び可能な超音波測定装置（LOGIQ e:GE 横河メディカルシステム社製）を用いた。この機器は整形外科領域で普及しており、筋

の委縮や肥大が評価でき、筋挫傷、肉離れの損傷部位、損傷の程度等を診断することができる。特徴としては、あらゆる運動器をクリアな画像で診断でき、しかも動きまで見ることができる。また、ノートブックサイズになっており、誰もが簡単に使える仕組みとなっている。

エコーの画像表示方法には数種類あり、検査の目的に合わせて選択することが可能である。今回はBモードで測定をおこなった。プローブはリニアプローブを使用し、10~12MHzで測定をおこなった。測定方法は、被検者を椅子に座らせ、安楽な座位姿勢をとらせる。測定は大腿四頭筋の前面から横断面を抽出し、筋厚を計測した。また、側面から縦断面を抽出し、筋厚を計測した。どちらも大腿四頭筋の最大周囲部からプローブを大腿骨に垂直にあて、横断面では大腿直筋、中間広筋の筋厚を測定した。(図1)

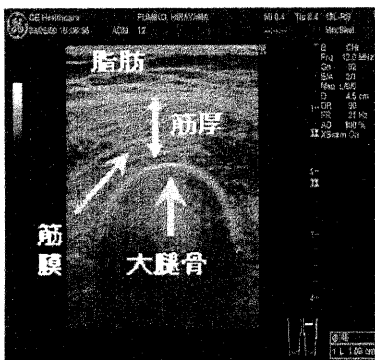


図1 超音波測定画像

### 5) 体成分分析

体成分分析装置 (InBody 720:バイオスペース社製) を使用し、多周波数により、右腕、左腕、体幹、右脚、左脚の抵抗値を基に体脂肪率、体脂肪量などの身体組成を計測した。測定では、体内に電気を流して抵抗値を測定しているため、被検者が動いたり、喋ったり、笑ったりしないように注意し、測定中の余分な動作を排除して実施した。また、食事により体重が変化し、測定結果が変動するため、食後3時間経過してから測定するようにした。

### 6) 運動内容

健康教室は、最大筋力の30~50%の負荷量である自重負荷運動を中心として下肢筋力向上を目的とした運動をおこなった。また、自宅での補助運動として健康教室でおこなっているものと同様の運動を毎日実施させ、実施

状況を記録してもらった。運動内容、回数に関しては、その日の体調に合わせて個人が変更するように指導し、運動の前後には、健康教室と同様のストレッチングを用いて、十分にウォームアップおよびクーリングダウンをおこなうように勧めた。実施した運動は下記の5項目である。

- (1)椅子座り立ち 10回 ×3セット
- (2)膝伸展 10回 ×3セット
- (3)上体起こし 10回 ×3セット
- (4)膝上げ 10回 ×3セット
- (5)踵上げ 20回 ×3セット

### 【結果】

#### 1) 健脚度

##### ① 10m 全力歩行

最も改善したのは79歳女性で17歩から14歩に減少し、秒数も7.7秒から6.2秒と速くなった。平均歩数は14.7±2.7歩から13.5±2.4歩と減少した。また、平均秒数6.1±1.3秒から5.9±1.5秒と速くなっていた。10m 全力歩行(歩数)は減少し、有意差を認めた。(p<0.01)秒数は減少傾向であったが、有意差は認められなかった。

##### ② 最大1歩幅

最も改善したのは75歳女性で、右脚の最大一步幅が109cmから117cmと増加し、左脚の最大一步幅では113cmから121cmと増加した。最大一步幅は、女性のみ初回に比べ3ヵ月後は増加傾向にあったが、いずれも有意差は認められなかった。

##### ③ 40cm踏み台昇降

初回と3ヵ月後を比較すると、全体で○は14名から13名に減少し、△は3名から4名に増加し、×は4名で不変であった。○から△になったのは3名おり、△から○になったのは2

表2 健脚度測定結果

	初 回	3ヵ月後	n=21
10m 全力歩行(歩数)	14.7±2.7	13.5±2.4	p<0.01
10m 全力歩行(秒)	6.1±1.3	5.9±1.5	N.S.
最大一步幅右脚(cm)	106.7±16.0	107.2±15.0	N.S.
左脚(cm)	107.0±17.0	105.3±16.0	N.S.
下肢長補正後右脚(%)	136.6±17.0	137.5±17.0	N.S.
左脚(%)	137.2±18.8	135.1±18.3	N.S.
40cm踏み台昇降			
○: 楽にできる	14	13	
△: なんとかできる	3	4	
×: 昇降できない	4	4	

名いた.40cm踏み台昇降では,初回と同様の結果が見られた.

## 2) 超音波測定装置

大腿四頭筋の右横断面の平均筋厚は 14.3±3.1mmから 15.2±3.1mmと増加した.右縦断面の平均筋厚は 13.5±2.7mmから 14.7±3.3mmと増加した.左横断面の平均筋厚は 13.1±2.7mmから 13.9±2.0mmと増加した.左縦断面の平均筋厚は 11.9±3.7mmから 13.9±3.7mmと増加した.大腿四頭筋筋厚は,初回に比べ3ヵ月後は右横断面からの測定において増加し,有意差を認めた.( $p<0.05$ )また,右縦断面からの測定においても増加し,有意差を認めた.( $p<0.05$ )左横断面からの測定では有意差は認められなかったが,増加傾向にあった.左縦断面からの測定においては増加し,有意差を認めた.( $p<0.01$ )

表3 大腿四頭筋の超音波測定結果

	初回	3ヵ月後	n=21
右横断面筋厚(mm)	14.3±3.1	15.2±3.1	$p<0.05$
右縦断面筋厚(mm)	13.5±2.7	14.7±3.3	$p<0.05$
左横断面筋厚(mm)	13.1±2.7	13.9±2.0	N.S.
左縦断面筋厚(mm)	11.9±3.7	13.9±3.7	$p<0.01$

## 3) 体成分分析

### ① 体重

最も増加したのは77歳男性で,体重が70.1kgから72.7kgと増加した.最も減少したのは68歳女性で,体重が65.5kgから64.9kgと減少した.平均でみると55.8±7.4kgから58.5±8.0kgと増加した.男女とも初回と比べ3ヵ月後に体重は増加し,有意差を認めた.( $p<0.01$ )

### ② 筋肉量

最も増加したのは77歳男性で,筋肉量が51.6kgから53.7kgと増加した.最も減少したのは76歳男性で,筋肉量が42.1kgから40.3kgと減少した.平均でみると37.0±6.4kgから36.9±6.9kgと減少した.男女とも初回と比べ3ヵ月後に筋肉量は減少傾向にあった.

### ③ 骨格筋量

最も増加したのは77歳男性で,骨格筋量が30.1kgから31.8kgと増加した.最も減少したのは79歳女性で,骨格筋量が18.6kgから

17.8kgと減少した.平均でみると21.0±4.3kgから21.0±4.4kgと減少した.男女とも初回と比べ3ヵ月後は減少傾向にあった.

### ④ 体脂肪量

最も減少したのは70歳男性で,体脂肪量が15.5kgから15.2kgと減少した.最も増加したのは68歳男性で,体脂肪量が18.7kgから20.6kgと増加した.平均でみると18.6±6.4kgから19.5±6.4kgと増加した.男女とも初回に比べ3ヵ月後に体脂肪量は増加し,有意差を認めた.( $p<0.01$ )

### ⑤ BMI

最も減少したのは68歳女性で,BMIが26.6から26.3と減少した.最も増加したのは79歳女性で,BMIが31.2から32.5と増加した.平均でみると24.3±2.9から24.6±3.1と増加している.男女とも初回に比べ3ヵ月後にBMIは増加し,有意差を認めた.( $p<0.01$ )

### ⑥ 体脂肪率

最も減少したのは77歳女性で,体脂肪率が37.0%から36.3%と減少した.最も増加したのは,76歳男性で,体脂肪率が30.5%から33.4%と増加した.平均でみると32.0±9.6%から33.1±9.4%と増加した.男女とも初回に比べ3ヵ月後に体脂肪率は増加し,有意差を認めた.( $p<0.01$ )

### ⑦ 右脚筋肉量

最も増加したのは77歳女性で,右脚筋肉量が5.2kgから5.4kgと増加した.最も減少したのは68歳女性で,右脚筋肉量が6.7kgから6.3kgと減少した.平均でみると5.9±1.3kgから5.8±1.2kgと減少した.男女とも初回に比べ3ヵ月後の右脚の筋肉量は減少し,有意差を認めた.( $p<0.01$ )

### ⑧ 左脚筋肉量

最も増加したのは79歳女性で,左脚筋肉量が5.3kgから5.6kgと増加した.最も減少したのは68歳女性で,左脚筋肉量が6.5kgから6.1kgと減少した.平均でみると5.9±1.3kgから5.7±1.2kgと減少した.男女とも初回に比べ3ヵ月後の左脚の筋肉量は減少し,有意差を認めた.( $p<0.01$ )

表4 体成分分析結果

	初 回	3 ヶ月後	n=21
体重(kg)	57.8±7.4	58.5±8.0	p<0.01
筋肉量(kg)	37.0±6.4	36.9±6.9	N.S.
骨格筋量(kg)	21.0±4.3	21.0±4.4	N.S.
体脂肪量(kg)	18.6±6.4	19.5±6.4	p<0.01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.3±2.9	24.6±3.1	p<0.01
体脂肪率(%)	32.0±9.6	33.1±9.4	p<0.01
右脚筋肉量(kg)	5.9±1.3	5.8±1.2	p<0.01
左脚筋肉量(kg)	5.9±1.3	5.7±1.2	p<0.01

## 【考察】

## 1) 健脚度

## ① 10m 全力歩行

本研究において男女共に初回に比べ3ヵ月後の10m 全力歩行の歩数は減少し、有意差を認めた。秒数に関しては減少傾向であったが、有意差は認められなかった。継続的な運動指導により歩行速度が改善されたと考えられた。

丸山は最大歩行時の速度と歩幅は加齢の変化から、歩行の加齢による変化は歩幅などの影響から、60歳以降に急激な低下を示している<sup>15)</sup>。また、福永は大腿四頭筋筋肉量と膝伸展トルクとの関係について、強い相関関係があるとし、筋量と筋肉に密接な関係があるとしている<sup>16)</sup>。本研究では筋エコーにおいて脚筋肉量は増加傾向にあったことから、下肢の筋力もそれに伴い増加し、歩幅、スピードが改善したと考えられる。

## ② 最大1歩幅

本研究において最大1歩幅では、女性のみに増加傾向にあったが、有意差はみられなかった。小林らは歩行を中心とした運動群において、左右脚の最大1歩幅が大幅に改善し、筋力トレーニングやストレッチを行った群には明らかな変化は認められなかったとしている<sup>17)</sup>。また、富澤らは最大1歩幅で15ヵ月の介入期間を経て約10cm歩幅が伸び、ウォーキングを中心に運動を1年以上継続したことにより脚筋力が向上したためとしている<sup>18)</sup>。本研究では期間が短く、筋力トレーニングを中心としたため、明らかな変化が見られなかったことが考えられる。

## ③ 40cm 踏み台昇降

40cm 踏み台昇降は、初回と3ヵ月後で変化せず、現状を維持していると考えられる。踏み台昇降は下肢の筋力量とバランス能力が求め

られる。高齢者の踏み台昇降においては、下肢能力との関連性が指摘されており、一人で楽に昇降できるようになるためには、一定水準以上の膝伸展力が必要であることが報告されている<sup>19)</sup>。3ヵ月間の自重負荷運動で、40cm 踏み台を昇降するのに必要な下肢筋力や40cm の段差を昇降する能力を改善できるかどうかは明らかにできなかった。さらに継続すれば、改善する可能性はあると考えられる。

## 2) 超音波測定

本研究では、最近整形外科領域で普及し、筋の萎縮や肥大が評価でき、筋挫傷、肉離れの損傷部位、損傷の程度等を診断するのに使用されている超音波測定装置を大腿四頭筋の筋厚の測定に使用した。クリアな画像で、ミリ単位で正確に筋厚を計測することができた。また、大きさもノートブックサイズのため携帯しやすく、測定の際にも少ないスペースで計測でき、非常に使用しやすかった。被検者にとっても、痛みもなく非侵襲的で安全に測定することができた。ただし、画像の再現性を高めるためには、プローブ操作の経験が必要であることがわかった。

超音波測定では骨格筋の筋厚測定は、極めて良好な再現性が確認されており、測定値は筋力との関連を示すことも報告されている<sup>9)~13)</sup>。また、安部らによって、水中体重法との誤差は平均で1.7%の差であると報告され、部位測定においても高い精度とされる全身測定とかわらない数値を知ることができる<sup>20)</sup>。

本研究では、超音波測定は、筋の筋厚を正確に計測することができ、有効な方法と考えられた。体成分分析のように様々な条件に左右されず、測定できることも大きな利点と考えられた。

## 3) 体成分分析

従来筋肉量を測定するのに簡便な方法としておこなわれていた体成分分析は健脚度の結果とは、本研究では相反するものとなった。

その理由として、体成分分析は体水分量および分布の変動を受けやすいことが知られている<sup>3)</sup>。変動する要因は様々あるが、運動による発汗、脱水、アルコール摂取などの体温上昇や入浴による体温の上昇、飲水による体水分の増加などの低下要因などがある。また、環境

温が上昇すれば放散熱量が減少して体温は上昇すると言われている<sup>20)</sup>。インピーダンスは体温上昇時に減少し、体温低下時には増加すると言われている<sup>21)</sup>。また、体組成値は測定したインピーダンス値をもとに算出されており、佐藤らは実際の体組成は変動しないが、室温差によってインピーダンス値そのものが変動するため、体組成値も変動すると述べている<sup>22)</sup>。

本研究では初回測定は8月初旬の暑い時期であり、3ヶ月後の測定は11月初旬の寒い時期であった。気温差が大きく、発汗による皮膚の湿潤や皮膚の血管が拡張し、体表面の血流量の変化が体水分の分布に変化をもたらし、測定誤差を計測したことが予測され、脂肪量は増加し、筋肉量は減少した。統一した環境条件下では精度や再現性は優れているが、室温差によってインピーダンス値が変動したと考えられ、室温の影響を受けない超音波測定装置の方が、筋肉量を計測するのには、優れていると考えられた。

#### 4) 運動内容

運動プログラムは、どこでも誰でも簡単に実施できるように工夫された、自重負荷運動を実施した。下肢筋力トレーニング5種類の動作が各筋群に与える負荷量は筋電図法で定量すれば、主動筋の活動量は最大筋力のほぼ30～50%と報告されている<sup>3)</sup>。したがって、この活動量は筋力トレーニングの効果が見られる条件を満たし、3ヶ月の自重負荷運動により筋肥大及び筋力、筋パワーの増加が期待できると考えられた。

福永らも特殊な機器を利用しなくても誰でも自宅で簡単に筋に負担をかけることにより筋肥大及び機能向上が可能であるとしている<sup>3)</sup>。

本研究における3ヶ月間の自重負荷運動でも、30～50%の負荷量があったと考えられ、大腿四頭筋の筋厚の増加をもたらした。移動能力も改善したと考えられた。特殊な機器を使用しなくとも自分自身の体重を利用して負荷をかけることで、下肢の筋肥大及び機能向上が認められることや、健脚度が改善するのは、これまでの報告と同様であった。

#### 【まとめ】

健康教室と自宅で、最大筋力の30～50%の負荷量である自重負荷による筋力トレーニングを3ヶ月間おこなった結果、大腿四頭筋の筋肥大が認められ健脚度が改善し、転倒予防の効果があつたと考えられた。特殊な機器を使用しなくとも自分自身の体重を利用した負荷で、下肢の筋肉量や、健脚度が改善するのは、これまでの報告と同様であり、超音波測定法の結果も、福永らの報告と同様であった<sup>3)</sup>。健脚度が改善したことを考えると、脚筋力量は増加していると考えられ、超音波測定法は結果を良く反映していた。また、超音波測定は大腿四頭筋の筋肉量を測定するには簡便で、携帯性に優れ、評価方法としては有効な手段であると考えられた。また、健脚度の結果をよく反映していた。

しかし、従来筋肉量を測定するのに簡便な方法としておこなわれていた体成分分析は健脚度や筋エコーの結果とは相反するものとなった。体成分分析は体水分量および分布の変動を受けやすく、インピーダンスは体温上昇時に減少し、体温低下時には増加すると言われている<sup>21)</sup>。また、体組成値は測定したインピーダンス値をもとに算出されており、佐藤らは実際の体組成は変動しないが、室温差によってインピーダンス値そのものが変動するため、体組成値も変動すると述べている<sup>22)</sup>。

気温に差があると、発汗による皮膚の湿潤や皮膚の血管が拡張し、体表面の血流量の変化が体水分の分布を変化させ、脂肪量の増加と筋肉量の減少につながる。体成分分析は統一した環境条件下では精度や再現性は優れているが、室温差によりインピーダンス値が変動する。そのため、室温の影響を受けない超音波測定装置の方が、筋肉量を測定するのには優れていると考えられた。

#### 【引用・参考文献】

- 1) 厚生労働省老健局計画課 監修：介護予防研修テキスト128-140 2000
- 2) 牟田洋美, 安村誠司, 藤田雅美, 新井宏明, 深尾彰：地域高齢者における「閉じこもり」の有病率ならびに身体・心理・社会的特徴と移動能力の変化, 日本公衆衛生誌, 45, 883-891, 1998
- 3) 福永哲夫, 自宅でも誰もが出来る重力を利用した 筋肉づくり 日本臨床スポーツ医学会誌：

- Vol.15 No3,2007
- 4) AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: Exercise and physical activity for older adults. Med. Sci. Sports. Exerc. 30 (6), 992-1008, 1998
  - 5) Evans, W.J.: Exercise training guidelines for the elderly. Med. Sci. Sports. Exerc. 31, (1), 12-17, 1999
  - 6) 武藤芳照, 黒柳律雄, 上野勝則, 太田美穂, 転倒予防教室-転倒予防への医学的対応-日本医事新報社: 東京(1999)
  - 7) 武藤芳照, 黒柳律雄, 上野勝則, 太田美穂, 転倒予防教室-転倒予防への医学的対応-(第2版). 日本医事新報社: 東京 2002
  - 8) 池添冬芽, 浅川康吉, 島浩人・他: 加齢による大腿四頭筋の形態的特徴および筋力の変化について-高齢女性と若年女性との比較-. 理学療法, 2007, 34(5):232-238.
  - 9) Kawakami Y, Akima H, Kudo K, et al.: Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise. Eur J Appl Physiol, 2001, 84(1-2):7-12
  - 10) Fukunaga T, Miyatani M, Tachi M, et al.: Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. Acta Physiol Scand, 2001, 172(4):249-255
  - 11) 福永哲夫, 安部 孝, 池川繁樹・他: 超音波断層法による筋厚・皮下脂肪厚と組織断面積との関係. 体育科学, 1992, 19:1-6
  - 12) 赤木良太, 東 香寿美, 太田めぐみ・他: 筋厚と形態計測値の組み合わせによる筋形状指標の有効性. スポーツ科学研究, 2005, 2:1-8
  - 13) 福永哲夫, 松尾彰文, 石田良恵, 角田直也, 内野滋雄, 大久保真人. 超音波Bモード法による皮下脂肪厚および筋厚の測定法の検討. 超音波医学 16, 170-177, 1989
  - 14) Chaetal. J. ICHPERSD-ASIA. 11-14, 1997
  - 15) 丸山仁司, 高齢者の運動機能と歩行. 理学療法科学 14(3):101-105, 1999
  - 16) 福永哲夫, 中高年者の筋量と筋力. 体育科学 50:864-870, 2000
  - 17) 小林修己, 橋本実, 中高年女性における運動が転倒と関連する体力要素に及ぼす影響. 仙台大学大学院スポーツ科学研究論文集 4:109-117, 2003
  - 18) 富澤登志子. 糖尿病患者への集団力学的アプローチの効果に関する研究 第 22 回健康医科学研究所成論文集 平成 17 年度 PP.92 ~ 100, 2007
  - 19) 寺尾詩子, 山崎裕司, 横山仁志・他. 虚弱高齢者における昇降能力と等尺性伸展筋力の関係. 高知リハビリテーション学院紀要 5:1-6
  - 20) 小坂光男. 温度適応. 中山照雄編. 温熱生理学. 第 1 版. 東京: 理工学者; 1981. p.491
  - 21) 阪本要一, 佐藤等, 池田義雄, 電気伝導法, インピーダンス法, 日本臨床 2003;61:368-373
  - 22) 福山由美子, 西山久美子, 浦田秀子, 他. 生体電気インピーダンス法による体脂肪測定値に対する皮膚温の影響. 長崎大学医療技術短期大学部紀要 1994;7:141-144
  - 23) 岡田真平, 健脚度を測る. Nursing Today 22(12): 57-64, 2007
  - 24) 近藤貴美子, 橋本実, 中高年者の健康意識調査と運動実践後の転倒予防効果. 平成 15 年度転倒予防教室の結果より. 仙台大学大学院スポーツ科学研究科研究論文集, 2004
  - 25) 石井直方, 筋肥大のメカニズムと筋力トレーニングの接点. 日本臨床スポーツ医学会誌: Vol.11 No.3, 2003.
  - 24) 福山由美子, 西山久美子, 浦田秀子, 他. 生体電気インピーダンス法による体脂肪測定値に対する皮膚温の影響. 長崎大学医療技術短期大学部紀要 1994;7:141-144
  - 25) 丸山仁司, 高齢者の運動機能と歩行. 理学療法科学 14(3):101-105, 1999
  - 26) 福永哲夫, 中高年者の筋量と筋力. 体育科学 50:864-870, 2000
  - 27) 寺尾詩子, 山崎裕司, 横山仁志・他. 虚弱高齢者における昇降能力と等尺性伸展筋力の関係. 高知リハビリテーション学院紀要 5:1-6
  - 28) 安部孝, 福永哲夫. 日本人の体脂肪と筋肉分布. 7 章皮下脂肪厚を用いた体脂肪率の推定: 109-121, 杏林書院, 1995

【謝辞】

本研究をまとめるにあたり, 橋本実教授をはじめ, 指導して下さった先生方に心から感謝申し上げます.

また, 本研究にご協力いただいた T 市の参加者の皆様, 体操教室の運営に協力して下さった方々に感謝申し上げます.