

博士論文

ゴムバンドを用いて緩徐に腹式呼吸に合わせて行う運動の効果

平成 26 年度

筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ医学専攻

治面地 順子

## 目 次

第1章	緒言	
1-1	研究の背景	1
1-2	基本プログラムの構成	4
1-3	本研究の目的	12
第2章	[研究課題1] ゴムバンドを用いてゆっくりとした腹式呼吸に合わせて行う肩内・外転運動が肩関節周囲筋に及ぼす影響	
2-1	はじめに	13
2-2	方法	13
2-2-1	対象者	13
2-2-2	動作設定	14
2-2-3	動作課題	14
2-2-4	筋電図測定	15
2-2-5	筋電図解析	17
2-2-6	統計処理	17
2-3	結果	18
2-4	考察	21
2-5	まとめ	23
第3章	[研究課題2] 腹式呼吸でゴムバンドを使って緩徐に行なうワイドスクワット動作が大腿筋群の筋活動に及ぼす影響	
3-1	はじめに	24
3-2	方法	24

3-2-1 対象者	24
3-2-2 動作設定	24
3-2-3 動作課題	25
3-2-4 筋電図測定	26
3-2-5 筋電図解析	27
3-2-6 統計処理	27
3-3 結果	28
3-4 考察	30
3-5 まとめ	33

#### 第4章 [研究課題3]腹式呼吸でゴムバンドを使って緩徐に行なう

##### ワイドスクワット動作が体幹部の筋活動に及ぼす影響

4-1 はじめに	35
4-2 方法	35
4-2-1 対象者	35
4-2-2 動作設定	35
4-2-3 動作課題	35
4-2-4 筋電図測定	36
4-2-5 筋電図解析	37
4-2-6 統計処理	37
4-3 結果	38
4-4 考察	40
4-5 まとめ	41

第5章	[研究課題4] ゴムバンド用いて腹式呼吸で緩徐に行う運動が高齢者の身体機能と日常生活活動に及ぼす影響	
5-1	はじめに	42
5-2	方法	42
5-2-1	対象者	42
5-2-2	トレーニング内容 (介入期間 10 週間)	43
5-2-3	測定項目	59
5-2-4	統計処理	59
5-3	結果	60
5-4	考察	65
5-5	まとめ	67
第6章	総合討論	
6-1	本研究で得られた成果	68
6-2	研究の展望	74
	謝辞	76
	文献	77
	付録1	82
	付録2	83

## 第1章 緒言

### 1-1 本研究の背景

現代はストレス社会といわれているようにストレスが大きな社会問題である。Hans Selye(1936)はストレスを「外部環境からの刺激によって起こる歪みに対する非特異的反応」と考え、環境因子(ストレッサー)が身体に何らかの影響を及ぼし身体、精神に「ひずみ」が生じた状態と定義している<sup>1)</sup>。

ストレス状態になると精神症状としては無力感、判断力低下、記憶力低下、仕事の能率低下、うつ症状などが表れ、身体症状としては不眠、食欲不振、疲労感、頭痛、肩こり、腰痛などの症状が表れる。ストレス対策としてストレスをどのように対処するかが重要な課題である。ストレス対策やうつの改善に運動が効果的であるという報告もある<sup>2,3,4)</sup>。また、ストレスで問題となるのは対象者がどのような「ストレス」を抱えているかである。ストレスは精神面だけでなく、身体にもいろいろな影響を与える。多くはストレスが起因となり、肩こりや腰痛の症状が表れてくる。その結果として筋腱の伸張性が低下し、筋力が低下していることが予想される。そこでストレスマネジメントの運動プログラムとして何処でも誰でも簡単に仕事の合間にもできて短時間で効果の出る運動を模索した。

ヨーガの呼吸法やゆっくり体を動かすことはストレスをマネジメントするのに効果的だと言われている<sup>5)</sup>。ヨーガの呼吸法は、意識的に調節できる呼吸運動の特性に基づき、目的をもって意識的に行う呼吸法である。東洋には紀元前700年前後から養生法として存在し、呼吸法の目標は“心身の調和を図る”ことにある<sup>6)</sup>。ヨーガの呼吸法は、専門的に調気法と呼ばれ、多くの種類がある。その基本は「完全呼吸」である。これは①肺の上部呼吸(鎖骨呼吸)、②中部呼吸(肋間呼吸)、③下部呼吸(腹式呼吸)の3つの総合の呼吸法で、鼻孔を通して吸息も

呼吸も腹部から徐々に上へ向かうゆっくりした呼吸である<sup>7)</sup>。しかしヨガの呼吸法やポーズだけでは筋力低下の問題は解決されない。

筋力トレーニングはその効果を上げるために「マシーン」を使用したり、負荷をかけるために「ダンベル」や「張力の強いゴムバンド」を利用することが多い。筋力トレーニングはアスリートだけでなく、一般の健常者にとっても健康維持や増進のために必要である。特に、筋は加齢により萎縮し、筋量が減少することにより筋力が低下することが報告され<sup>8,9)</sup>、高齢者にとって、生活機能を維持・増進するためには筋力トレーニングが有効であるという報告は多い<sup>10,11)</sup>。

筋力トレーニングの方法の中でゆっくりした動きで行うスロートレーニングは急激な心拍変動や血圧上昇がみられず<sup>12,13)</sup>、安全に実施することができる。またゆっくりとした動きを主体とする太極拳において筋力向上の効果も期待できるという報告もある<sup>14)</sup>。このゆっくりとした動作を再現するためには運動時に「ヨガの呼吸法」に合わせるのもひとつの方法である。この呼吸法のうち、8秒間で息を吐いて、8秒間で息を吸う下部呼吸（腹式呼吸法）がある。この呼吸法に合わせることで「ゆっくりした動き」を容易に再現できると考えた。太極拳の動作特徴は低い姿勢でゆっくり動くこと、片脚支持局面が多いことである。これらは下肢の筋力向上効果に繋がるが、太極拳の動作は回転運動や捻りを伴い複雑な動作（技）を覚えなければならないので、誰でも簡単に筋力トレーニングを行うには向かない側面もある<sup>15,16)</sup>。ストレスマネジメントや高齢者に対する動作においては誰でも簡単にできる単純な動作が好まれる。また負荷を上げるためにセラバンド<sup>®</sup>などのゴムバンドを使用して筋力トレーニングを行うこともあるが<sup>17,18)</sup>、一般的なゴムバンドを使用するとき、強さによっては血圧の上昇や筋腱への負担の増加が生じる場合もある。そのため、筋力トレーニングには一般的なゴムバンドよりも低い負荷のゴムバンドを使用することを考えた。

以上から運動の種目としては単純な動作を選択し、8秒間で吐いて、8秒間で吸う呼吸法に合わせて動作を行い、張力の小さいゴムバンドを用いた運動法を考案した。ゴムバンドは36本のゴムを綾織で帯状にし、円周148cmの輪にしたもので、3kgの力で引っ張ると長さ148センチのバンドが1.8倍伸びるように調整し、関節に「負担」がかからないようにした。高齢者でも妊婦でも誰でも無理なく引っ張ることができる。また、輪にすることで持ちやすくした。長さも身長に合わせて色で識別し、輪の状態でピンクは140センチ、グリーンは144センチ、ブルーは148センチと3種類に分けた。

当初ストレスマネジメントを目的としていたので、安静時の心拍数に準じ、1分間60拍4分4拍子の音楽に合わせて呼吸や運動を行うこととした。

運動パターンもストレスマネジメントの研修プログラムということで、ゴムバンドを用い、肩をほぐす運動や腰痛を改善する運動など10パターンの運動を考案した。呼吸法は運動の初動がゴムバンドを引っ張りながら行う為、息を吐くことからスタートすることにした。

基本の呼吸法や運動は安静時の心拍数に準じ、1分間60拍4分4拍子の音楽に合わせて8秒間で行う。8秒間かけてゆっくり息を吐きながらゴムバンドを引っ張り、8秒間かけてゆっくり息を吸いながらゴムバンドを戻す動作を繰り返しながら運動を行う。1時間で基本プログラムを終了するように構成を考えた。

## 1-2 基本プログラムの構成

基本の1時間のプログラムの構成は

- |                 |     |
|-----------------|-----|
| a. 腹式呼吸の練習      | 5分  |
| b. エクササイズ       | 40分 |
| c. リラクゼーション     | 10分 |
| d. リラクゼーション後の運動 | 5分  |

からなる。

### a. 腹式呼吸の練習

- ① 胡坐の姿勢で座る。
- ② 音楽に合わせて8秒間息を吐き、8秒間息を吸う呼吸に慣れるために、4秒間息を吐き、4秒間息を吸う呼吸からだんだんに呼吸を長くし、8秒間の呼吸に誘導する。

腹式呼吸は息を吐くときは、意識的に腹部を縮め、横隔膜を持ち上げるように口から息を吐き、息を吸うときは意識的に腹部を膨らませながら横隔膜を下げるように鼻から息を吸う





b. エクササイズ  
運動の基本パターン

i. 腕を伸ばす運動

- ① 足を肩幅程度に開く.
- ② ゴムバンドを四本の指を内側に, 親指を外側にして持ち, 背中に回して肩甲骨あたりに置く. 両手は胸の脇に置く.
- ③ 8 秒間息を吐きながら, 両手を左右に開きゴムバンドを伸ばしていき, ゴムバンドを肩から離して胸を開く.



ii. 肩の運動

- ① 足を肩幅程度に開く.
- ② ゴムバンドを持ち, このまま真っ直ぐ上にあげる.
- ③ 左手を耳の脇につけ, 8 秒間息を吐きながら右手をゆっくり下におろす. 上げた手は真っ直ぐに伸ばしておく.
- ④ 8 秒間息を吸いながら元に戻す.



### iii. 腰部の運動

- ① 足を肩幅程度に開き, 両足を平行にして立つ.
- ② ゴムバンドを持ち, 両手をまっすぐ上に上げる.
- ③ 8 秒間息を吐きながら, 膝を曲げ, 両腕をおろし, バンドを膝のところまで持ってくる. おへそを見るように頭を下げ, 背中を丸くして腰を伸ばす.
- ④ 8 秒間息を吸いながら元に戻る.



### iv. 体側を伸ばす運動

- ① 足を1メートル程度に開く.
- ② ゴムバンドを右足にかけ, 右手で上から持つ.
- ③ 8 秒間息を吐きながら, ゴムバンドを体に沿わせるように脇の下まで引きあげ, 同時に体を左に倒す.



v. 体をねじる運動

- ① 足を1 m程度に開く.
- ② ゴムバンドを背中で左右に大きく広げ, ゴムバンドを肩に軽くつける.
- ③ 8 秒間息を吐きながら, 右手の指先が左のつま先につくように斜めに体を倒していき, 視線は上げた手の方を見る.
- ④ 8 秒間息を吸いながらゆっくりもとに戻す.



vi. 下肢の運動 (ワイドスクワット)

- ① 足を肩幅より少し広めに開き, 爪先を軽く外側に向ける.
- ② ゴムバンドを持ち, 両手を上に上げる.
- ③ 8 秒間息を吐きながらゴムバンドを左右に開き股関節を開きながら腰をおろす.
- ④ 8 秒間息を吸いながら, ゆっくり元に戻す.



### vii. 脚の屈伸運動

- ① 両足を前に出して座り、ゴムバンドを二重にしたままで右足にかける。
- ② 8秒間息を吐きながら肘を張りゴムバンドを手前に引き、足を上げる。
- ③ 8秒間息を吸いながら元に戻す。
- ④ 次に8秒間息を吐きながらゴムバンドを手前に引き、膝を曲げて額が膝につくように丸く小さくなる。
- ⑤ 8秒間息を吸いながら元に戻す。この動作を交互に行う。



### viii. 前屈運動

- ① 両足を前に出して座り、ゴムバンドを二重にしたままで右足にかける。
- ② 左足は膝をまげ、右の内腿につけて背筋を伸ばす。
- ③ 8秒間息を吐きながら上体を後ろに倒す。
- ④ 8秒間息を吸いながら、腹筋を意識し姿勢を保ちながら上体をもどす。
- ⑤ 8秒間息を吐きながら肘を張りゴムバンドを手前に引き上体を前に倒す。
- ⑥ 8秒間息を吸いながら元に戻す。左も同様に行う。



ix. 両膝を額につける運動

- ① 膝を立てて座りゴムバンドをすねにかけ、仰向けに寝る。
- ② 8 秒間息を吐きながら、ゴムバンドを手前に引き上体を起こし、額を膝に近づけ丸く小さくなる。この時、両肘を体の脇にしっかりつけて行う。
- ③ 8 秒間息を吸いながら元に戻す。



x. 足を上げる運動

- ① ゴムバンドを右足にかけ、仰向けに寝て、ゴムバンドを両手で上から持ち、おへその所に置く。
- ② 8 秒間息を吐きながら右足を90度のところまで上げていく。  
この時、足の上がない方はゴムバンドを頭の上の方に引き上げて足を上げて  
てもかまわない。
- ③ 8 秒間息を吸いながら元に戻す。
- ④ 左足も同様に行う。



c. リラクゼーション（くつろぎのポーズ）

- ① ゴムバンドをはずし、仰向けに寝てくつろぐ
- ② 自律訓練法を含んだナレーションの指示に従って意識の力でからだの筋肉をゆるめる



自律訓練法とは

1992年にドイツの精神科医ジュルツによって創始された自己催眠法であり、治療技法である。ストレス緩和、心身神経症などに効果があるといわれている。

自律訓練法の構成は背景公式から第6公式までであるが、その中の第2公式である手足が暖かいというメッセージをリラクゼーションのナレーションの中に取り入れている。

#### d. リラクゼーション後のエクササイズ



##### 首の運動

- ① 胡坐の姿勢で座る.
- ② 息を吐きながらゆっくり頭を前に倒し, 息を吸いながら, ゆっくり元に戻す.
- ③ 次は息を吐きながら後ろに倒していき, 息を吸いながら ゆっくり元に戻す.



##### 腕を伸ばす運動

- ① ゴムバンドを背中で, 右手を肩に左手を床に置く.
- ② 息を吐きながら右手を上を伸ばしていく.
- ③ 息を吸いながらゆっくり肩に戻す.
- ④ 右手, 左手それぞれ2回行う.



##### ねじりの運動

- ① ゴムバンドを背中で左右に大きく開きく.
- ② 右の方へ息を吐きながら気持ちよく回す.
- ③ 息を吸いながら, ゆっくり元に戻す.
- ④ 左も同様に行う

以上が考案した運動プログラムである.

### 1-3 本研究の目的

本研究の目的はゴムバンド用い8秒間で息を吐いて、8秒間で息を吸う腹式呼吸に合わせて緩徐に行う運動が、運動機能低下の予防や改善にどのような影響を及ぼすかを明らかにするところにある。

[研究課題 1]では肩関節において8秒間で息を吐いて、8秒間で息を吸って行う腹式呼吸に合わせて、特製のゴムバンドを使って緩徐に行う肩外・内転動作が筋活動にどのような影響を与えるかについて検討した。

[研究課題 2]では8秒間で息を吐いて、8秒間で息を吸って行う腹式呼吸に合わせて、特製のゴムバンドを使って緩徐に行うワイドスクワットは大腿筋群の筋活動にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

[研究課題 3]では8秒間で息を吐いて、8秒間で息を吸って行う腹式呼吸に合わせて、特製のゴムバンドを使って緩徐に行うワイドスクワットは体幹部の筋活動にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

[研究課題 4]では高齢者施設で特定高齢者を対象に10週間腹式呼吸で特製のゴムバンドを使って緩徐に行うトレーニングを実施し、高齢者の身体機能や日常生活活動にどのような影響を及ぼすかを検証した。



## 第 2 章

### [研究課題 1] ゴムバンドを用いて、ゆっくりとした腹式呼吸に合わせて行う肩外・内転運動が肩関節周囲筋に及ぼす影響

#### 2-1 はじめに

肩関節周囲筋の筋活動に関する筋電図学的な評価の先行論文は多数ある。これらによれば肩関節外転では僧帽筋上部線維や中部線維の筋電図相対値は外転角度の増加に伴い漸増することが確認され、三角筋の筋活動でも前部、中部、下部線維ともに、外転角度の増加に伴い、漸増することが報告されている<sup>19,20)</sup>。また、セラバンドチューブを用いての肩外転運動に関する先行研究ではセラバンドチューブの張力を変え、負荷を高めるにつれて、筋活動があがり、抵抗トルク曲線は、等張性運動と類似していたと報告されている<sup>21,22)</sup>。肩外転動作の筋電図学的評価やセラバンドチューブを使った肩外転動作の筋電図学的評価の研究はあるが、ゆっくりした腹式呼吸を行いながらゴムバンド用いて行った肩関節外転の先行研究は見当たらない。そこで、本研究はゴムバンドを用い、8 秒間で息を吐き、8 秒間で息を吸う、ゆっくりとした腹式呼吸に合わせて行う肩関節外転運動が肩関節周囲筋の筋活動に及ぼす影響を筋電図学的に評価することを目的とした。

#### 2-2 方法

##### 2-2-1 対象者

健常成人男子 8 名を対象とした。年齢は  $20.8 \pm 1.4$  歳、身長は  $175.5 \pm 7.5$  cm、体重は  $67.4 \pm 6.7$  kg であった。

参加者へは本研究の趣旨を説明し文書による同意を得た者を対象とした。

本研究は筑波大学大学院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(承認番号:22-353).

#### 2-2-2 動作設定

被験者に「立位気をつけ」の姿勢で手掌を前方に向け,手関節,肘関節を伸展した状態で,肩関節外・内転動作を以下の課題を設定して行わせた (Figure 2-1).

#### 2-2-3 動作課題

- ① 通常呼吸で,8秒間で上肢を外転90度まで挙上し,8秒間で元に戻す動作.
- ② 輪にしたゴムバンドを足にかけ,一方のゴムバンドを手掌を前方に向けて4指(母指以外)にかけ,母指を添えてゴムバンドを保持し,通常呼吸8秒間で上肢を外転90度まで挙上し8秒間で下ろす動作.
- ③ 輪にしたゴムバンドを足にかけ,一方のゴムバンドを手掌を前方に向けて4指(母指以外)にかけ8秒間で息を吐き続けながら上肢を外転90度まで挙上し,8秒間で息を吸い続けながら元に戻す動作.

①,②の通常呼吸は被験者へ息を止めずに自由に呼吸をするように指示をした.以上3つの動作課題を1分間60拍に設定した電子メトロノームに合わせ,それぞれの動作を3回繰り返すその平均値を評価に用いた.なお,本研究で使ったゴムバンドは36本のゴムを綾織で带状にして,円周148cmの輪にしたものを用いた.また3kgの力で長さの1.8倍伸びるゴムバンドであった.



Figure 2-1 輪になったゴムバンドを水平にまで引き上げる

#### 2-2-4 筋電図測定

筋電図の測定は Biopac 社製 EMG システムを用いた。サンプリング周波数は 1 kHz とし、筋電図信号は 10–500Hz でバンドパスフィルタ処理を行った。測定筋は上腕二頭筋, 三角筋(前部, 中部, 後部線維), 僧帽筋(上部, 中部, 下部線維), 大胸筋の計 8 筋とし, 双極の銀塩化銀電極を電極中心間距離 15mm で筋線維走行に沿って貼付した (Figure 2-2) 。電極を貼付する前に, 皮膚研磨剤およびアルコールを用いて皮膚抵抗が  $2\text{k}\Omega$  以下になるまで角質除去を行った。



Figure2-2 筋電図測定筋は上腕二頭筋, 三角筋(前部, 中部, 後部), 僧帽筋(上部, 中部, 下部) 大胸筋の8か所で行った.

#### 筋電図測定筋

上腕二頭筋	Biceps
三角筋 前部	Ant del (Anterior deltoid)
中部	Mid del (Middle deltoid)
後部	Post del (Posterior deltoid)
僧帽筋 上部	Upp tra (Upper trapezius)
中部	Mid tra (Middle trapezius)
下部	Low tra (Lower trapezius)
大胸筋	Pec maj (Pectoral major)

#### 2-2-5 筋電図解析

各動作課題での筋活動量の比較を行うため、あらかじめ被験者に最大随意収縮(Maximum Voluntary Isometric Contraction ; MVIC)を行わせ、それぞれの筋の最大振幅の前後 50msec から二乗平均平方根(Root Mean Square : RMS)を求めRMSmaxとした。対象範囲を各試技における最大振幅の前後50msecとし各々のRMS を求めた。各筋のそれぞれの動作から得られた **RMS** をそれぞれの**RMSmax** で除して 100 をかけて動作課題における筋活動 : %RMS を算出した。解析には Biopac 社製 Acqknowledge MP100 Workstation を用いた。

#### 2-2-6 統計処理

検定には、統計解析ソフト SPSS version 18.0 を用いた。測定筋ごとに各動作の %RMS を比較するため、一元配置分散分析を行った。有意差が得られた場合、事後検定として Bonferroni 法をもちいた。なお、有意水準は 5%未満とした。

## 2-3 結果

Table 2-1 は各動作課題における外転動作時のそれぞれの筋の%RMS である。ゴムバンドを用いなかった動作課題①はゴムバンドを用いた動作課題②, ③に比べ大胸筋と僧帽筋上部線維以外の6つの筋において筋活動量が有意に低値であった。また, 同じ負荷にも関わらずゆっくりとした呼気で行った動作課題③は三角筋中部, 僧帽筋において動作課題②に比べて有意に筋活動量が高値であった。上腕二頭筋において, ③は②に比べて有意に筋活動量が低値であった (Figure 2-3)。

Table 2-2 は各動作課題の内転動作時の各筋活動の%RMS である。動作課題①は動作課題②, ③に比べ大胸筋と三角筋前部以外の6つの筋において筋活動量は有意に低値を示した。ゆっくりした吸気で行った動作課題③の筋活動量は②より上腕二頭筋と三角筋前部において低値を示した。(Figure 2-4)

Table2-1 Means (SD) expressed of as %MVIC for electromyography during ascending phase with shoulder abduction movement

	①	②	③
Biceps	1.37±0.22	37.01±15.07	20.67±2.97
Ant del	11.24±2.45	28.85±7.15	27.75±4.56
Mid del	23.67±7.53	39.80±8.50	78.67±4.77
Pos del	6.25±1.82	22.34±6.72	29.69±6.47
Upp tra	12.38±11.81	21.29±6.92	126.21±40.77
Mid tra	14.18±2.63	28.56±7.79	43.02±8.72
Low tra	10.24±2.79	24.17±2.46	40.35±4.74
Pec maj	4.67±1.14	5.46±1.07	6.41±0.88

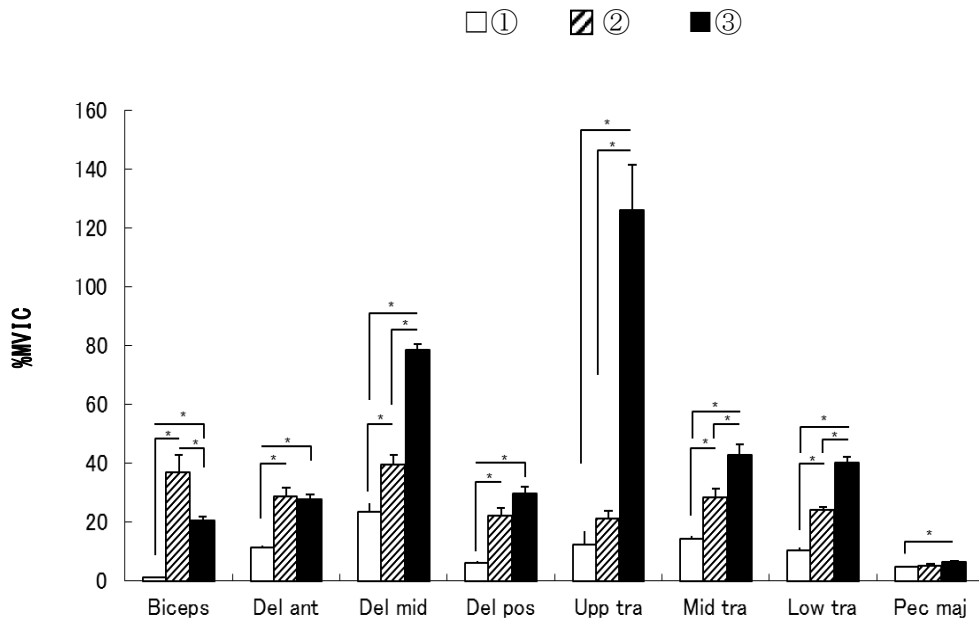


Figure2-3 Comparisons for concentric contraction with shoulder abduction movement (\*p<0.05)

Table 2-2 Means (SD) expressed of as %MVIC for electromyography during descending phase with shoulder adduction movement

	①	②	③
Biceps	1.17±0.22	32.79±8.62	10.32±2.33
Ant del	9.80±1.00	43.92±15.32	13.81±3.39
Mid del	23.81±5.63	59.36±23.33	51.99±12.46
Pos del	8.15±2.96	15.30±4.02	13.50±2.49
Upp tra	15.03±11.66	111.26±69.65	106.99±22.72
Mid tra	13.88±2.54	28.35±9.21	29.68±6.13
Low tra	11.89±1.40	23.16±4.37	30.07±2.58
Pec maj	4.05±0.56	4.76±1.05	6.54±1.87

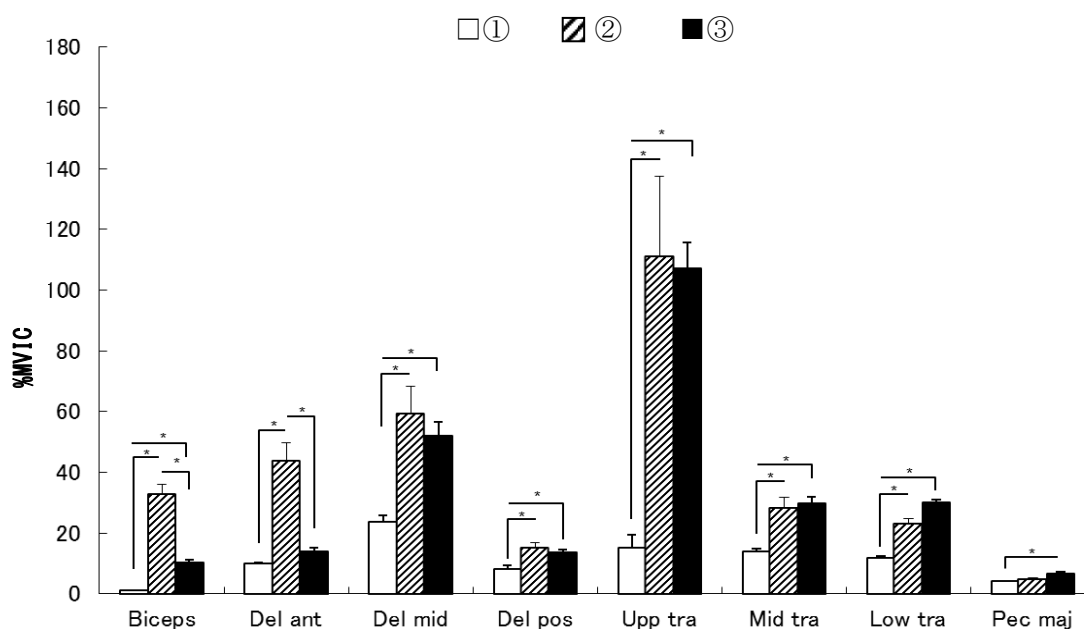


Figure 2-4 Comparisons for eccentric contraction with shoulder adduction movement (\*p<0.05)



## 2-4 考察

筋電図解析は、運動を科学的に分析する手段の一つとして、活動筋の活動電位の出現パターンを観察する方法である。筋全体の活動量を知るときには表面筋電図を用いる方法がとられ、これは活動筋の皮膚表面より活動電位を導出するものである。筋電図の振幅と頻度は、筋の力の大きさと関係する。たとえば、最大筋力を出すためには、すべての $\alpha$ -運動ニューロンを動員させ、しかも、その興奮頻度を最大に増加させる。徐々に最大筋力を発揮させたとき、その筋電図はそれに対応して段階的に振幅を増大していく。本研究において同じ動作の中でゴムバンド有り無し、8秒間吐き8秒間で吸う呼吸法による筋活動の相違を筋電図は表すと考えられた。

### 1. 外転動作について

ゴムバンドを用いた動作課題②、③はゴムバンドを用いなかった動作課題①に比べ大胸筋と僧帽筋上部線維以外の6つの筋において筋活動量が有意に高値であった。本研究で用いたゴムバンドはセラバンドと違い、36本のゴムを綾織状にした帯状のゴムバンドで3kgの張力で1.8倍伸び、柔らかく、ゆっくり引っ張ったり戻したりする時に抵抗感が少なく、形状が輪になっていて持ちやすく運動し易くなっている。その反面「ゴムバンドの負荷」の効果がなくなることが懸念されたが、この結果から考案したゴムバンドは「負荷の効果がある」と考えられた。

同じ負荷にも関わらずゆっくりとした呼息で行った動作課題③は三角筋中部、僧帽筋において動作課題②に比べて有意に筋活動量が高値であった。肩関節外転動作において、肩関節外転筋の収縮に先んじて体幹を支える体幹筋の収縮が始まる<sup>23)</sup>。体幹筋である腹横筋を効率よく収縮させるためにはDraw-inという方法があるが、これは息をゆっくり吐くとき同様にして行う。

近年、腹横筋のトレーニング方法として Draw-in が行われ、Draw-in が胸腰部の安定に関与することが報告されている<sup>24,25)</sup>。重さが予測できない物を持ち上げる際に、腹横筋は上肢の屈曲運動時に先行して活動し、腹圧の調節や予測的姿勢制御に重要な役割を担っているとされている。上肢の外転動作に於いては、体幹の固定が肩甲上腕関節の運動に深く関係していることが考えられる<sup>26)</sup>。ゆっくりと息を吐くことによって腹横筋が効率良く収縮し体幹が安定したことで肩関節外転運動が効率よく行われたと考えられた。また、上腕二頭筋において、③は②に比べて有意に筋活動量が低値であった。上腕二頭筋はこの動作においては解剖学的には肩関節を固定して主動筋である三角筋の作用を助ける役割をしていると考えられるが、呼気で行うなうことで体幹が安定し、僧帽筋が肩甲骨を効率よく固定し、次ぎに腱板が上腕骨頭を関節窩に固定する作用が高まり、上腕二頭筋による肩関節固定の補助がいらなくなり、上腕二頭筋の作用の効率化が行われた結果と考えられた。

## 2. 内転動作について

動作課題①は動作課題②、③に比べ大胸筋と三角筋前部以外の 6 つの筋において筋活動量は有意に低値を示した。

90 度肩関節外転からの内転動作に於いて力源は重力であるが上肢を下ろす速度によって肩関節周囲筋にかかる負担が変わってくる。ゆっくり下げればその肢位を保持して行くのに筋活動が必要になり筋収縮は遠心性収縮となる。ゴムバンドで内転方向への負荷を増すことで①に比べ②及び③で三角筋中部や僧帽筋上部の筋活動が大きくなったと考えられた。②と③の違いは 8 秒間の呼吸法のあるなしの違いであるが、上腕二頭筋と三角筋前部において③は筋活動が低値で有意な差が認められた。上腕二頭筋においては外転動作と同様に体幹の

安定性が②において③より低下したことで、②の動作に於いて肩甲骨と上腕骨頭の安定性に上腕二頭筋だけでなく三角筋前部も関与したと考察した。

## 2-5 まとめ

3kg の負荷で 1.8 倍伸びるゴムバンドは筋活動を高める負荷として有効であることが示唆された。8秒間で吐いて8秒間で吸う呼吸法は体幹の安定性に関与していることが示唆された。また、肩関節外・内転動作時の肩関節周囲筋活動に関して、ゆっくりした腹式呼気で行う肩外転運動は、主動筋の筋活動を効率良く高めることが示唆された。

## 第3章

[研究課題2]腹式呼吸でゴムバンドを使って緩徐に行うワイドスクワット動作  
が大腿筋群の筋活動に及ぼす影響

### 3-1 はじめに

下肢の筋力トレーニングを行う際に上肢の動きを入れないことが多い。考案した運動プログラムは上肢の動きに合わせてながらスクワットなどの下肢の動作を行うことが多い。ゴムバンドを両手で引っ張りながら行う下肢の運動が下肢筋の筋活動に与える影響をみた研究は少ない。

本課題では脚を広げて行うワイドスクワットにおいて下肢筋の筋力強化トレーニングとして用いられる一般的に速い動作で行われるワイドスクワット<sup>27,28)</sup>とゴムバンドを両手で引っ張る上肢の動作,それに8秒間の呼吸法を行ったときに下肢の筋活動がどのように変化するかを検討した。

### 3-2 方法

#### 3-2-1 対象者

健康成人男子8名を対象とした。年齢は $20.8 \pm 1.4$ 歳,身長は $175.5 \pm 7.5$ cm,体重は $67.4 \pm 6.7$ kgであった。

参加者へは本研究の趣旨を説明し,文書による同意を得た者を対象とした。

本研究は筑波大学大学院人間総合科学研究科倫理委員会の承認を得て実施された(承認番号:76)。

#### 3-2-2 動作設定

膝90度屈曲位まで下降した際に大腿が床と平行となる任意のスタンスで,股関節最大外旋位を保持し,体幹は垂直に維持した状態で股関節・膝関節の屈曲伸展運動を行った。足趾の方向(股関節外旋角度)は,上記の動作が正確にできる各被験者の最大角度とした(Figure3-1)。

### 3-2-3 動作課題

- ① 両手を腰の位置に置き，ゴムバンドを持たず，呼吸を意識しない通常呼吸で 2 秒下降局面，上昇局面 2 秒を行う動作.
- ② ゴムバンドを持った両手を上にあげ，左右に引っ張り肩甲骨の位置まで下しながら呼吸を意識しない通常呼吸で 8 秒下降局面，上昇局面 8 秒を行う動作.
- ③ ゴムバンドを持った両手を上にあげ，8 秒間で息を吐き続けながらゴムバンドを左右に引っ張り肩甲骨の位置まで下ろしながら下降局面，8 秒間息を吸い続けながら上昇局面を行う動作.

①, ②の通常呼吸は被験者へ息を止めずに自由に呼吸をするように指示をした. 以上 3 つの動作課題を 1 分間 60 拍に設定した電子メトロノームに合わせ，それぞれ 3 回繰り返しその平均値を評価に用いた. なお，本研究で使用したゴムバンドは 36 本のゴムを綾織で带状にして，円周 148 cm の輪にしたものを用いた. また 3 kg の力で長さの 1.8 倍伸びるゴムバンドであった.



Figure3-1 ワイドスクワット動作設定

### 3-2-4 筋電図測定

筋電図の測定は Biopac 社製 EMG システムを用いた。サンプリング周波数は 1 kHz により導出し, 筋電図信号は 10–500Hz でバンドパスフィルタ処理を行った。測定筋は内側広筋 (Vastus medialis), 外側広筋 (Vastus lateralis), 大腿直筋 (Rectus femoris) の計 3 筋とし, 双極の銀塩化銀電極を電極中心間距離 15mm で筋線維走行に沿って添付した。電極を貼付する前に, 皮膚研磨剤およびアルコールを用いて皮膚抵抗が  $2k\Omega$  以下になるまで角質除去を行った。



Figure 3-2 筋電図測定筋は内側広筋、外側広筋、大腿直筋の 3 箇所で行った  
筋電図測定筋

- 内側広筋 Vas med (Vastus medialis)
- 外側広筋 Vas lat (Vastus lateralis)
- 大腿直筋 Rec femor (Rectus femoris)

### 3-2-5 筋電図解析

各動作課題での筋活動量の比較を行うため、あらかじめ被験者の大腿四頭筋の最大随意収縮(Maximum Voluntary Isometric Contraction; MVIC)を行わせ、それぞれの筋の最大振幅の前後 50msec から二乗平均平方根(Root Mean Square : RMS)を求め RMSmax とした。対象範囲を各試技における最大振幅の前後 50msec とし各々の RMS を求めた。各筋のそれぞれの動作から得られた RMS をそれぞれの RMSmax で除して 100 をかけて動作課題における筋活動:%RMS を算出した。解析には Biopac 社製 Acqknowledge MP100 Workstation を用いた。

### 3-2-6 統計処理

結果の表記方法として、三つに分けて行われた動作ごとに各々の筋の筋活動量を比較するため、一元配置分散分析を行った。有意差が得られたら、post-hoc として Bonferroni 検定を行った。検定には、統計解析ソフト SPSS version 18.0 を用いた。なお、有意水準は 5%未満とした。

### 3-3 結果

ワイドスクワットの下降局面(遠心性運動)における動作課題の各々の筋活動に関する一元配置分散分析の結果は (Table3-1) に表示した.

Table3-1 Means (SD) expressed of as %MVIC for electromyography during descending phases.

	①	②	③
Vastus medialis	49.16±12.64	41.67±5.61	55.80±10.64
Vastus lateralis	18.76±7.45	26.99±11.91	42.58±11.68
Rectus femoris	32.92±4.07	25.24±8.31	19.70±5.91

#### 1) 下降局面(遠心性運動)

下降局面の結果として,内側広筋は動作課題との間に有意差はなかった.

外側広筋は動作課題③が動作課題①より高い%MVIC を示し,有意差があった ( $p<0.01$ ) (Figure3-4). しかし大腿直筋は動作課題③が動作課題①より低い%MVICを示し,有意差があった ( $p<0.01$ ) (Figure3-4).

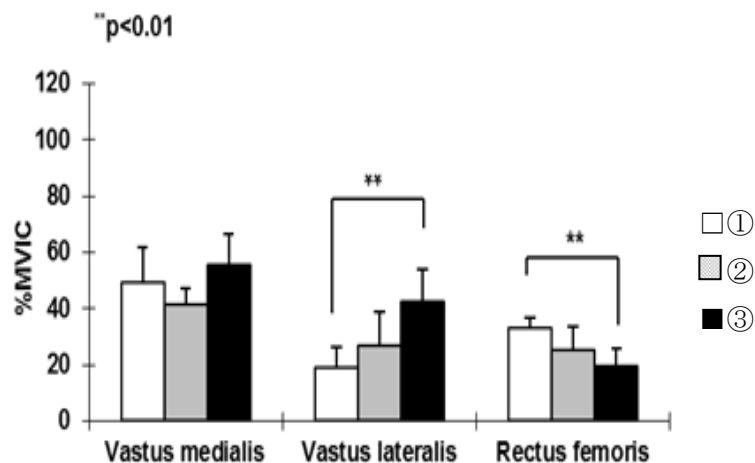


Figure3-3 Wide squat Descending



## 2) 上降局面(求心性運動)

ワイドスクワットの上降局面(求心性運動)における動作課題の各々の筋活動に関する一元配置分散分析の結果は (Table 3-2) に表示した.

Table3-2 Means (SD) expressed of as %MVIC for electromyography during ascending phases

	①	②	③
vastus medialis	35.38±7.70	38.14±4.59	55.5±12.29
vastus lateralis	15.62±6.42	20.83±9.08	38.72±9.77
Rectus femoris	29.08±4.93	33.67±10.34	68.85±26.50

上昇局面の結果として、内側広筋は動作課題③が動作課題①, ②より高い%MVICを示し, それぞれと比較して有意差があった(各々,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.01$ ) (Figure 3-4). 外側広筋は動作課題③が動作課題①, ②より高い%MVICを示し, それぞれと比較して有意差があった( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ) (Figure 3-3).

大腿直筋の結果は動作課題③が動作課題①, ②より高い%MVICを示し, それぞれと比較して有意差があった(各々,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ) (Figure 3-3).

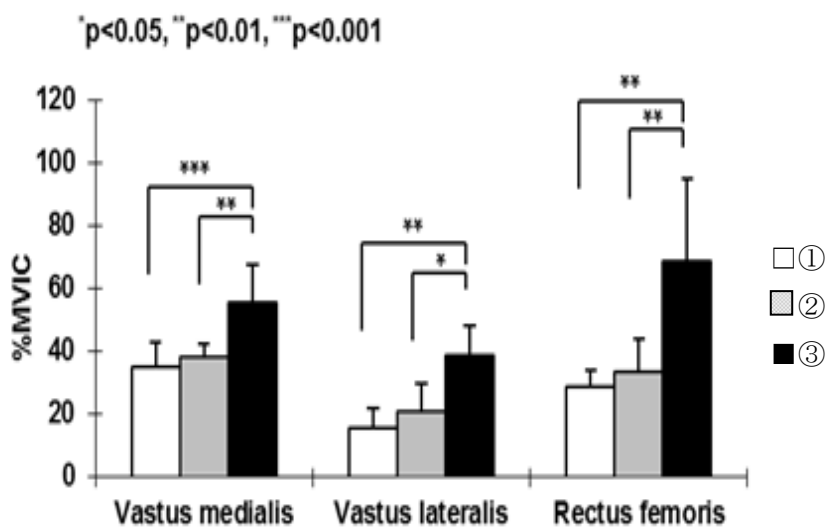


Figure 3-4 Wide squat Ascending

### 3-4 考察

本研究は 8 秒間の長い腹式呼吸を続けながら伸縮性のあるゴムバンドを両手で引っ張り行うワイドスクワットが、下肢筋の筋力強化トレーニングとして用いられる一般的に速い動作で行われるワイドスクワットと比較して、どのように大腿筋群の筋活動に影響を及ぼすかを健常な大学生を対象に筋電図を用いて検証することを目的とした。

腹式呼吸は横隔膜呼吸ともいわれ、息を吐くときは腹部に腹圧をかけ、腹腔を縮め横隔膜を押し上げ、息を吸うときは横隔膜を押し下げて腹腔を膨らませるように行う呼吸法である。腹腔は上部を横隔膜により胸腔と仕切られ、前面を腹壁によって外部と仕切られた空間である。横隔膜や腹筋群（腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹横筋）の活動は腹腔内圧の上昇に貢献する<sup>29)</sup>と同時に、これらの筋は呼吸における主動筋である。横隔膜の収縮は、横隔膜腱中心を下方に引っ張り、胸腔の体積を増大させることで吸気を作り出す。他方、腹筋群、特に腹横筋の収縮は腹壁を後方に引き込み、腹腔へ前面からの圧力を加えることで、横隔膜を上方に押し上げ強力な呼気を生み出す。これらのことから呼吸動態（息を吸った状態か息を吐いた状態か）は腹腔内圧の高低に大きな影響を与えるものである<sup>30)</sup>と同時に、体幹筋群の活動に大きな影響を与えるものと考えられる<sup>31)</sup>。

Dick<sup>32)</sup> (2007)はスクワットの筋力発揮形態に着目し、下肢は膝関節および股関節の伸展動作によって筋力が発揮されているのに対し、上肢および体幹部は下肢によって発揮された伸展力の作用線上に配置され、姿勢を保持しながら筋力が発揮される。つまり、下肢が動的な筋力を発揮しているのに対し、上肢および体幹部はこの筋力を静的に受けるという出力形態がとられていると述べている。多関節運動での最大筋力発揮には運動技術や調整力に関連した複雑な条件が伴い、これらには、効果的な下肢の伸展動作を可能にする上肢及び体幹部

の姿勢保持能力，主動筋群と同時に働く協働筋群の動員性に関わる筋肉間調整があげられると述べて，スクワットが下肢だけでなく，上肢および体幹部の姿勢保持に関わる運動であることを指摘している．スクワット運動時の筋活動では，下肢はコンセントリックやエキセントリックといったダイナミック（動的）な筋活動となるが，上肢はスタティック（静的）な姿勢保持の筋活動になるとして，筋力発揮の筋活動は異なるが下肢とともに上肢のスタティックな筋活動がこの運動を遂行するために動員されることを指摘している．スクワット運動中の体幹部の筋活動に着目した Vakos<sup>33)</sup> et al (1994) の研究では，運動初期段階では上体の姿勢保持に動員される脊柱起立筋の活動が中心となり，運動末期には脚伸展に働く股関節筋群の活動が顕著になることが報告されている．体幹筋である腹横筋を効率よく収縮させるためには Draw-in という方法があるが，これは息をゆっくり吐く腹式呼吸と同様な方法である．下降局面において動作課題③はゆっくりと息を吐くことによって腹横筋が効率良く収縮し体幹筋が安定したことで筋活動に影響したのではないかと考察した．

上昇局面において，8 秒間の吸息でゴムバンドを戻しながら行う動作課題③は内側広筋，外側広筋，大腿直筋それぞれで一番高い筋活動を示した．また，動作は同じで腹式呼吸を意識しないで行うゴムバンドを用いた動作課題②と比べても高い筋活動を示し有意差があった．

先行研究では吸気状態でリフティングを行うことで，呼気時よりも腹腔内圧が上昇することを報告している．また，腹式吸気において大きく腹部が膨むことで，腰部の安定がみられると報告している<sup>30)</sup>．

上昇局面では速い速度で行う一般的なワイドスクワットより，8 秒間の吸息でゴムバンドを用いて行う動作課題③が筋活動量が高くなったのは腹式呼吸において大きく腹部が膨らむことで腰部が安定し，下肢の筋活動に影響を与えた

のではないかと考察した。

下降局面, 上昇局面ともそれぞれの理由で意識的な腹式呼吸で行う動作は体幹部が安定するのではないかと考察した。

低負荷でゆっくりと動作を行い, 膝や肘などの関節への負担の少ないスロートレーニングが着目され, その筋力向上や循環器系の改善の観点での有効性が報告されている。例えば, Tanimoto<sup>34)</sup> らは, 13 週間の下肢筋力のスロートレーニングにおいて, 高負荷のレジスタンストレーニングと同様に筋量と筋力の増加が認められ, トレーニング中の血圧上昇が高負荷のレジスタンストレーニングよりも有意に低下したと報告している。このほか, 大平<sup>35)</sup> らは, スロートレーニング中の血圧および心拍数の変動は小さく, 血管系に与える負担が小さいことを示している。これらの先行研究をふまえて, スロートレーニングは, 整形外科的障害の危険性や心臓・血管系に与える負担が小さく, かつ安全に筋肥大・筋力増強につながる効果的なトレーニングと考えられるとしている<sup>13)</sup>。

考案した運動は 8 秒間で意識的な腹式呼吸をしながら行う運動であり, その点ではスロートレーニングであり, 同様な効果が期待できる。

鈴木<sup>35)</sup> らは若年被験者 12 名を対象にしてスロートレーニング中の筋活動を分析し, 筋膨張の観点での有効性について考察している。筋肥大を起こすためのストレスの一つであると言われているトレーニング直後の筋膨張の効果について, スロートレーニングと高負荷トレーニングを比較している。筋電図の周波数分析により, スロートレーニングと高負荷トレーニングにおいて, 遅筋線維に対する速筋線維の活動割合を分析し, スロートレーニングにおいて活動する筋線維タイプを特徴づけている。

筋肉組織に負荷をかけて運動をした後に, 筋肉組織の周囲長が増加する現象を筋膨張という。鈴木<sup>35)</sup> ら(2011)の調査研究では, 大腿筋群を被験筋としてい

るため、利き足側の大腿部において股下から膝関節上端部までの中央位置で大  
腿筋の周囲長さの測定を行い、そのトレーニング前後での変動量をトレーニン  
グ前の量に対する割合[%]に換算して示し、スロートレーニングと通常のトレー  
ニングと比較している。レッグエクステンションを用いた脚部のトレーニング  
を実施した直後の大腿部の筋膨張率については、通常のマシントレーニングに  
相当する高負荷トレーニング（1RMの70%の負荷）とスロートレーニング（1RM  
の40%の負荷）-6秒との間に有意な差は確認されていない。筋膨張は、筋肥  
大を起こす要因の一つであると報告されており、スロートレーニングは高負荷ト  
レーニングと同様に、筋肥大に寄与すると考えられる。また、積分筋電位のト  
レーニング時間中での積算値と、筋電位の計測結果について、周波数分布を分  
析している。FT線維が筋力発揮に寄与する指標として、FT線維の活動割合を用  
いたが、トレーニング条件間で有意な差が見られていない。つまり、スロート  
レーニングは、高負荷トレーニングと同様な比率でFT線維が活動しており、低  
負荷であっても高負荷トレーニングと同程度のFT線維が活動していると考え  
られると示唆している。

本研究において8秒間かけてゴムバンドを引っ張って行うワイドスクワット  
はスロートレーニング同様に大腿筋群の筋活動向上になるのではないかと考察  
した。ゴムバンドを用い8秒間呼吸でゆっくり腰を下ろし、8秒間かけて吸息  
でゆっくり戻すワイドスクワットは意識的に腹式呼吸を行うことで筋活動を高  
めることが示唆された。

### 3-5 まとめ

筋電図を用い健常成人男子を対象とした本研究では、速い動作で行う一般的  
なワイドスクワットと比較して、ゴムバンドを使用してゆっくり行うワイドス

クワットはスロートレーニング同様に高負荷のトレーニングと比して大腿筋群で同様な筋活動量を示した.

## 第4章

### [研究課題 3]腹式呼吸でゴムバンドを使って緩徐に行うワイドスクワット動作 が体幹部の筋活動に及ぼす影響

#### 4-1 はじめに

本研究は8秒間の長い腹式呼吸を続けながら伸縮性のあるゴムバンドを両手で引っ張り行うワイドスクワットが、大腿筋群の筋活動にどのような影響を及ぼすか健常成人男子を対象に筋電図を用いて検証した研究課題2でゴムバンドを用い意識した腹式呼吸で行ったワイドスクワットの下降局面、上昇局面とも大腿筋群の筋活動が高まったのは腹式呼吸を行うことで体幹部の筋活動が高まり、体幹が安定したことによるのではないかという考察を検証することを目的とした。

#### 4-2 方法

##### 4-2-1 対象者

健常成人女子8名を対象とした。年齢は $50.50 \pm 5.87$ 歳、身長は $159.37 \pm 5.31$ cm、体重は $52.93 \pm 5.70$ kgであった。

参加者へは本研究の趣旨を説明し、文書による同意を得た者を対象とした。

本研究は筑波大学大学院人間総合科学研究科倫理委員会の承認を得て実施された(承認番号:76)。

##### 4-2-2 動作設定

3-2-2と同様な動作設定を行った。

##### 4-2-3 動作課題

3-2-3と同様な動作課題を行った。

#### 4-2-4 筋電図測定

筋電図の測定は Biometrics 社製 EMG システムを用いた。サンプリング周波数は 1 kHz により導出した。測定筋は腹直筋 (Rectus abdominis), 外腹斜筋 (External oblique), 腹横筋-内腹斜筋 (Transverse abdominal-Internal oblique) の計 3 筋とし, アンプ内蔵型 EMG 電極を電極中心間距離 20mm で筋線維走行に沿って添付した。電極を貼付する前に, 皮膚研磨剤およびアルコールを用いて皮膚抵抗が  $2k\Omega$  以下になるまで角質除去を行った。



Figure4-1 筋電図測定筋は腹直筋, 外腹斜筋, 腹横筋-内腹斜筋の 3 箇所で行った

#### 筋電図測定筋

腹直筋 RA (Rectus abdominis)

外腹斜筋 EO (External oblique)

腹横筋-内腹斜筋 TA-IO (Transverse abdominal-Internal oblique)



#### 4-2-5 筋電図解析

解析には DKH 社製 TRIAS を用いて以下の処理を行った。計測した筋電図信号は 10-400Hz でバンドパスフィルタ処理を行った後、全波整流処理をした。各動作課題での筋活動量の比較を行うため、あらかじめ被験者の最大随意収縮 (Maximum Voluntary Isometric Contraction; MVIC) を 3 秒行わせ、各筋電位の最大振幅の前後 50msec から二乗平均平方根 (Root Mean Square : RMS) を求めた。MVIC は 2 回ずつ行わせ、求めた RMS の 2 回の平均値を RMSmax とした。解析範囲は各試技の下降局面および上昇局面における最大振幅の前後 50msec とし各々の RMS を求めた。また、各筋のそれぞれの動作および局面から得られた RMS をそれぞれの RMSmax で除し、100 を乗じて動作課題における筋活動 : %RMS を算出した。各試技 3 回の平均値を統計に用いた。

#### 4-2-6 統計処理

3 つの動作の下降局面および上昇局面ごとに各々の筋の筋活動量を比較するため、一元配置分散分析を行った。有意差が得られたものは、post-hoc として Bonferroni 検定を行った。検定には、統計解析ソフト IBM SPSS version 20 を用いた。なお、有意水準は 5%未満とした。

#### 4-3 結果

##### 1) 下降局面(遠心性運動)

腹直筋は動作課題間で有意な差は認められなかった. 外腹斜筋では, 動作課題③は動作課題①および動作課題②より有意に高い値を示した ( $p<0.05$ ) (Figure 4-2). 腹横筋-内腹斜筋では, 動作課題③は動作課題②に比べ有意に高い値を示した ( $p<0.05$ ) (Figure4-2).

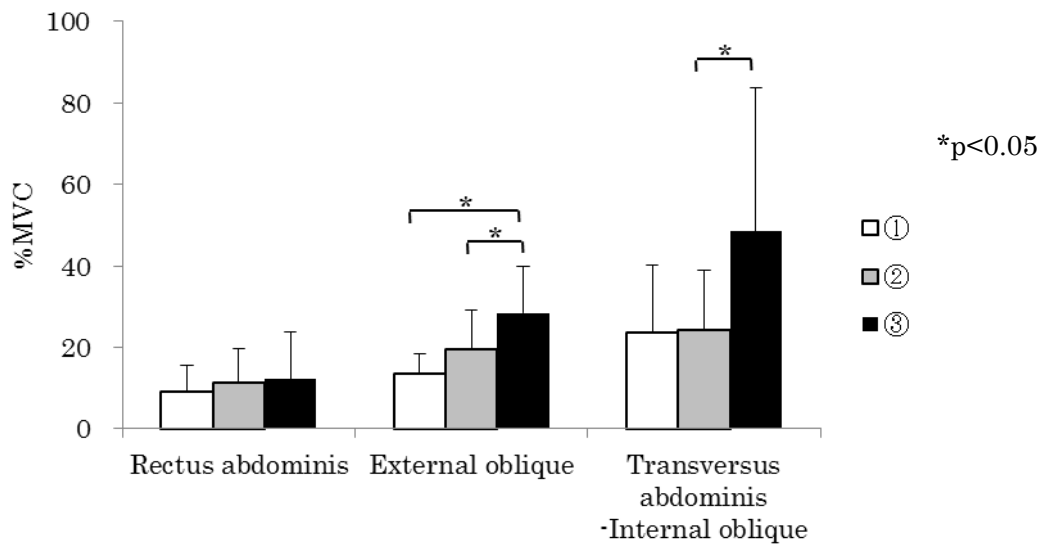


Figure4-2 Wide squat Descending

## 2) 上降局面(求心性運動)

腹直筋は動作課題間で有意な差は認められなかった. 外腹斜筋では, 動作課題③は動作課題①に比べ有意に高い値を示し ( $p<0.05$ ), 動作課題②に比べ高い傾向を示した ( $p=0.062$ ) (Figure4-3). 腹横筋-内腹斜筋では, 動作課題③は動作課題①に比べ有意に高い値を示し ( $p<0.05$ ), 動作課題②に比べ高い傾向を示した ( $p=0.081$ ) (Figure4-3).

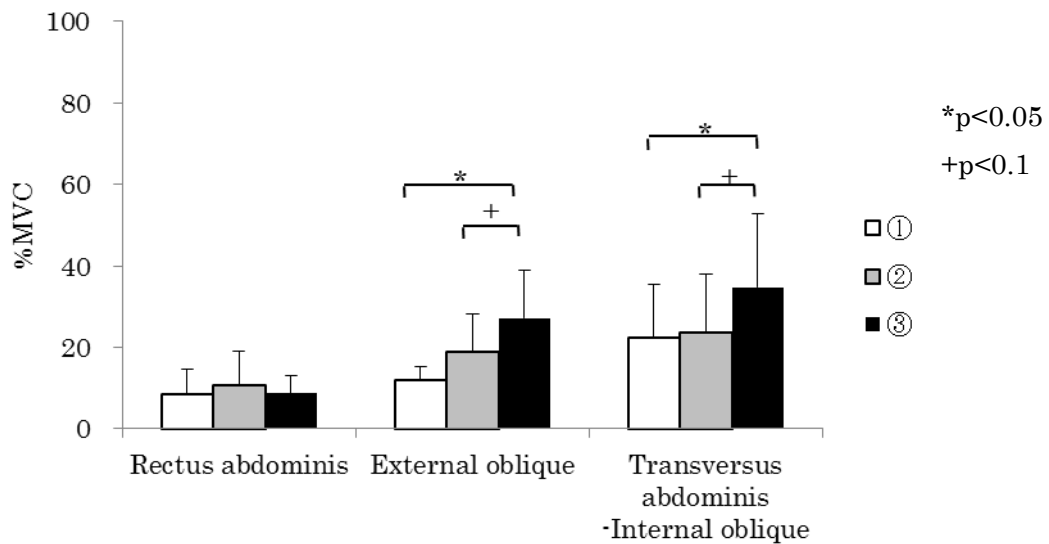


Figure 4-3 Wide squat Ascending

#### 4-4 考察

本研究は8秒間の長い腹式呼吸を続けながら伸縮性のあるゴムバンドを両手で引っ張り行うワイドスクワットが、大腿筋群の筋活動にどのような影響をおよぼすか健常成人男子を対象に筋電図を用いて検証した研究課題2の考察を検証することを目的として行った。

ワイドスクワットの下降局面、上昇局面とも腹直筋は動作課題間で有意差がみられなかったのは、腹直筋は腹式呼吸を行うときに関与していないことが示唆された。ゴムバンドを用い8秒間息を吐きながら下降局面を行った動作、8秒間息を吸いながら上昇局面を行った動作ともに外腹斜筋、腹横筋-内腹斜筋において他の動作課題よりも筋活動が高かった。

研究課題2で意識した腹式呼吸を伴ったワイドスクワットで大腿筋の筋活動が高かった理由を意識した腹式呼吸を行うことは体幹筋群の活動に大きな影響を与えるものと考えられた。腹式呼吸を行うことは横隔膜や腹筋群（腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹横筋）の活動が腹腔内圧の上昇に貢献する<sup>29)</sup>と同時に、これらの筋は呼吸における主動筋であり、横隔膜の収縮は、横隔膜腱中心を下方に引っ張り、胸腔の体積を増大させることで吸気を作り出す。他方、腹筋群、特に腹横筋の収縮は腹壁を後方に引き込み、腹腔へ前面からの圧力を加えることで、横隔膜を上方に押し上げ強力な呼気を生み出す。これらのことから呼吸動態（息を吸った状態か息を吐いた状態か）は腹腔内圧の高低に大きな影響を与えるものである<sup>30)</sup>と同時に、体幹筋群の活動に大きな影響を与えるものと考えられる。

体幹筋である腹横筋を効率よく収縮させるためにはDraw-inという方法があるが、これは息をゆっくり吐く腹式呼吸と同様な方法である。下降局面においてゆっくりと息を吐く動作課題でゆっくり息を吐くことによって腹横筋が効率良く収縮し体幹筋が安定したことで大腿筋群の筋活動に影響したのではないかと

考察した。また、先行研究では吸気状態でリフティングを行うことで、呼気時よりも腹腔内圧が上昇し、腹式吸気において大きく腹部が膨むことで、腰部の安定がみられると報告している<sup>30)</sup>。

丸山(2010)は体への長軸負荷に対する人間の腰部保護の機能を、体幹筋群の活動や呼吸といった腹腔内圧に影響を及ぼすと考えられる因子に着目し検討し、身体への長軸負荷に対する体幹筋群の筋活動を検討した。その結果、腹直筋・外腹斜筋と比較して、内腹斜筋が極めて大きな活動を示すことを報告している。この結果は身体への長軸負荷に対して、腹腔内圧が圧の柱として胸郭—骨盤間を支えることで、腰椎構造体への軸圧負荷を軽減しているものであると考へ、腹腔内圧の上昇が腰部を支えることに貢献していることを示唆している<sup>31)</sup>。

下降局面、上昇局面ともそれぞれの理由で意識的な腹式呼吸で行う動作は体幹部が安定するのではないかと考察したが、8秒間ゴムバンドを用い意識的に息を吐き続けながら下降局面を行った動作も8秒間ゴムバンドを用い意識的に息を吸い続けながら上昇局面を行った動作も外腹斜筋、腹横筋-内腹斜筋の筋活動が有意に高く、体幹筋の筋活動が高められたことが証明された。

#### 4-5 まとめ

筋電図を用い健常成人女子を対象として体幹部の筋活動を検証した本研究では、意識的な腹式呼吸を伴って行うことにより、外腹斜筋や腹横筋-内腹斜筋の筋活動が高まり、体幹部が安定することが示唆された。

## 第 5 章

[研究課題 4] 腹式呼吸でゴムバンドを使い緩徐に行う運動が高齢者の身体機能と日常生活活動に及ぼす影響

### 5-1 はじめに

先進諸国の多くが高齢化をむかえ、高齢者の運動機能の障害が問題になっている。高齢者にとって運動機能は自立して生活を送るための重要な要素である。

本研究は介護支援事業のプログラムの中で特定高齢者を対象に考案した運動を行うことが、運動機能低下の予防や改善にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とした。

高齢者の健康に関する研究においては寝たきり予防、寝たきりにむすびつきやすい転倒による骨折予防のための下肢の筋力トレーニングに関してのものが多数ある<sup>36,37)</sup>。しかし、実施した運動は単なる筋力トレーニングだけでなく、ゴムバンドを使って全身の柔軟性トレーニングも行うことができ、日常生活活動において必要とする全身運動を無理なく行うことができる。

本研究は特別に運動する場所ではなく通常地域包括支援センターの中で 10 週間トレーニングを行い、トレーニングを行わなかった施設の特定高齢者との比較検討をすることで、トレーニングが 10 週間の短期間で ADL（日常生活活動）にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とした。

### 5-2 方法

#### 5-2-1 対象者

70 歳から 84 歳の特定高齢者男女 20 名を対象とし、千葉県 K 市に委託された介護施設 2 箇所を実施した。

特定高齢者とは、生活機能が低下、要支援・要介護状態になる恐れがある高齢

者で、「基本チェックリスト」及び基本健康診査を活用し選出されている。特定高齢者の選定は特定高齢者把握事業として市町村（地域包括支援センターに委託可）が実施している。「特定高齢者の候補者」の選定に活用される基本チェックリストは付録1に示す。

トレーニング群は12名で 男性4名 女性8名（77.0±3.3歳）であった。

コントロール群は通常の介護支援事業のプログラム（運動指導を含む）だけで、トレーニングを行わなかった別の施設での参加者とした。コントロール群は8名で男性1名、女性7名（78.3±6.6歳）であった。

参加者は研究の趣旨を説明し、文書による同意を得た者を対象とした。

本研究は筑波大学大学院人間総合科学研究科研究倫理委員会の承認を得て実施された（承認番号：344）。

#### 5-2-2 トレーニング内容（介入期間10週間）

毎週1回特定高齢者が集まるプログラムの中でトレーニングを1時間実施した。内容は腹式呼吸法約10分、エクササイズ約35分、リラクゼーション10分、リラクゼーション後の運動約5分のプログラムだった。

運動パターンはそれぞれの対象にあわせ、無理なく行うことができるように構成した。

本来8秒間息を吐きながら動作を行い、8秒間かけてゆっくり元に戻す運動であるが、本研究では対象者が特定高齢者であり、10週間という短期間だったので、1分間60拍4分4拍子の音楽に合わせ、8秒間息を吐きながら動作を行い、4秒間息を吸いながら元に戻すという腹式呼吸法、運動パターンを採用した。

本研究で行ったエクササイズ約 35 分の運動パターンは以下の通りである。

- ① 肩、腕の運動
- ② 胸を開く運動
- ③ 腕を伸ばす運動
- ④ 腰部の運動
- ⑤ 下肢の運動（ワイドスクワット）
- ⑥ 体側の運動
- ⑦ 足を上げる運動
- ⑧ 膝を曲げる運動
- ⑨ 前屈運動
- ⑩足を上げて腹筋を強くする運動
- ⑪ 腹筋運動

腹式呼吸の練習は椅子に座った状態で行った。ゴムバンドを使って行うエクササイズの前にウォーミングアップとして軽いストレッチを行った。リラクゼーションは仰向けにくつろいでもらい、10 分間のナレーションを聞いてもらった。リラクゼーション後の運動はゴムバンドを使って首の運動や腕を伸ばす運動、体をねじる運動を行った。

また、毎日自宅で 15 分行ってもらうために実施表を 1 週間毎に渡し、記入後 1 週間単位で回収した。



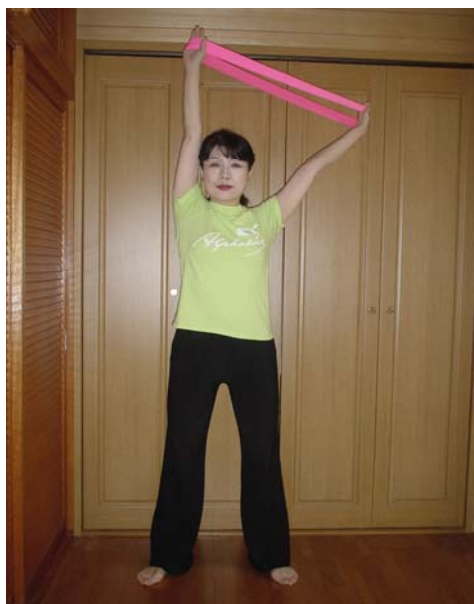
## 腹式呼吸の練習

- ① 通常は床に座って呼吸法の練習を行うが、本研究では特定高齢者の為、椅子に座って行った。
- ② 音楽に合わせてお腹を小さくしながら8秒間かけてゆっくり口から息を吐き、4秒でゆっくり鼻から息を吸う腹式呼吸の練習を約10分行う。
- ③ 途中から目を閉じナレーションの指示で瞑想を行う。



(1) 肩・腕の運動

- ① 両足を肩幅程度に開き, ゴムバンドを4本の指を内側に親指を外側に  
にして持ち, 両手を上にあげ, 左手を耳の脇につける.
- ② 8秒間息を吐きながら, ゆっくり右手を下におろす.
- ③ 4秒間息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を右手、左手それぞれ3回繰り返す.



(2) 胸を開く運動

- ① 両足を肩幅程度に開きゴムバンドを持った両手を体の前に置く.
- ② 8秒間息を吐きながら両手を上に上げ, ゴムバンドを左右に少し引っぱりながら胸を気持ちよく開く. 視線は斜め前方に向ける.
- ③ 4秒間息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を3回繰り返す.



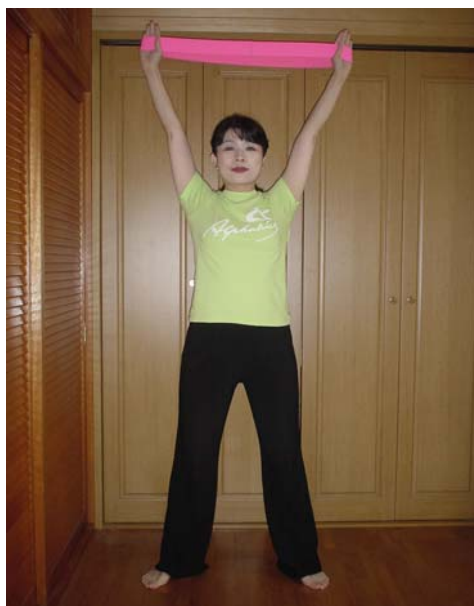
(3) 腕を伸ばす運動

- ① 両足を肩幅程度に開き, ゴムバンドを肩甲骨あたりに置き, 両手を胸の脇に置く.
- ② 8 秒間息を吐きながら右手をできる範囲で伸ばす.
- ③ 4 秒間息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を右手、左手それぞれ 3 回行う.



(4) 腰部の運動

- ① 両足を肩幅程度に開き, 両足を平行にして立ち, ゴムバンドを持った両手を上にあげる.
- ② 8秒間息を吐きながら膝を曲げ, ゴムバンドを膝の位置まで下ろし, 背中を丸くして気持ちよく腰を伸ばす.
- ③ 4秒間息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を3回繰り返す.





(5) 下肢の運動 (ワイドスクワット)

- ① 足を広めに(約80cm)開き,足趾を外側に向けて立ちゴムバンドを頭上で持つ.
- ② 8秒間息を吐きながら,できる範囲まで腰をおろす.同時にゴムバンドは肩甲骨あたりまで軽く肘を曲げながらおろす.背中をまっすぐにしたまま行う.
- ③ この動作を3回行う.



(6) 体側を伸ばす運動

- ① 足を広め(約 80 cm)に開き, 右足にゴムバンドをかける。
- ② 8 秒間息を吐きながらゴムバンドを体に沿わせるようにして肘を上げて脇の下まで引き上げ, 上体を左に倒し脇を気持ちよく伸ばす。
- ③ 4 秒間息を吸いながら動作を元に戻す。
- ④ この動作を右, 左それぞれ 3 回繰り返す。



(7) 脚を上げる運動

- ① 両足を前に出し座り, ゴムバンドを右足にかける.
- ② 8秒間息を吐きながら両肘を左右に開きゴムバンドを手前に引き右足を引き上げる.
- ③ 4秒息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を右足, 左足それぞれ3回行う.





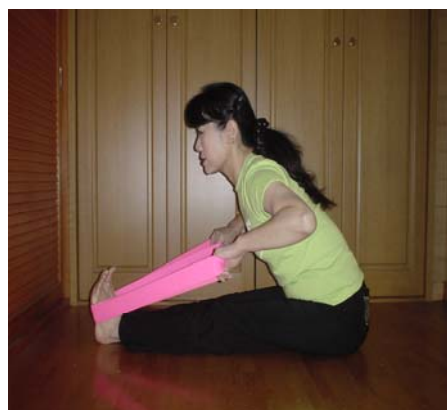
(8) 膝の運動

- ① 両足を前に出して座りゴムバンドを右足にかける。
- ② 8秒間息を吐きながら両肘を開きゴムバンドを手前に引きながら膝を曲げ膝を胸に近づける。
- ③ 4秒間息を吸いながら動作を元に戻す。
- ④ この動作を右足, 左足それぞれ3回行う。



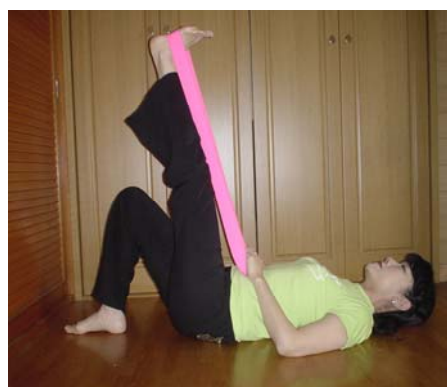
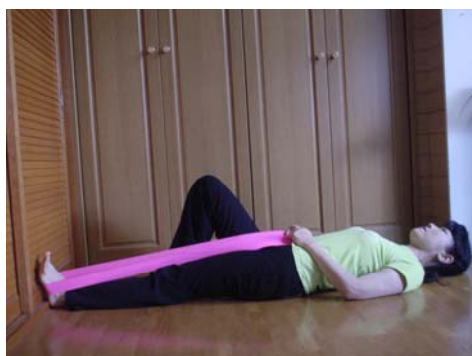
(9) 前屈運動

- ① 両足を前に出して座り, ゴムバンドを両足の土踏まずにかける. 背筋をまっすぐ伸ばす.
- ② 8秒間息を吐きながらゴムバンドを手前に引きできる範囲で上体を前に倒す.
- ③ 4秒間息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を3回行う.



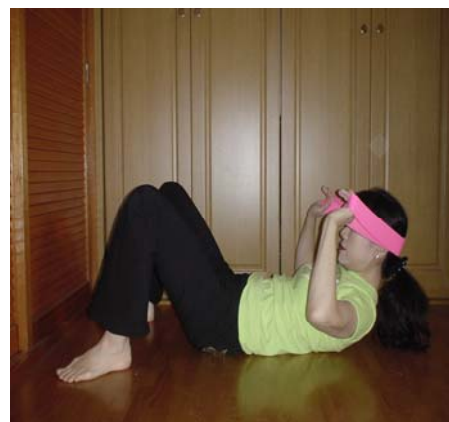
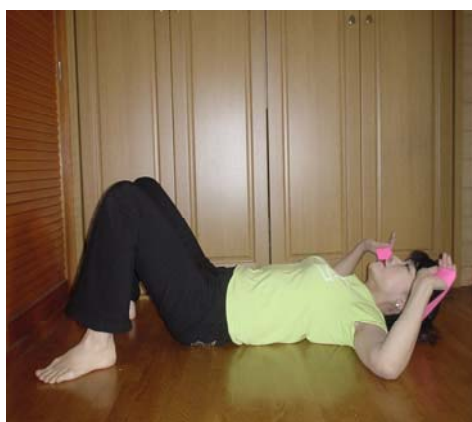
(10) 足を上げて腹筋を強くする運動

- ① 右足にゴムバンドをかけゆっくり仰向けに寝る. 左膝を立てる.
- ② 8秒間息を吐きながら右足を上に上げる. 足の上がない人はゴムバンドを頭の方へ引き上げる.
- ③ 4秒間息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を右足, 左足それぞれ3回繰り返す.



(11) 腹筋の運動

- ① 仰向けに寝て膝を立て腰幅程度に開き, ゴムバンドを頭の後ろにかける.
- ② 8秒間息を吐きながら肩甲骨の辺りまで上体を起こす.
- ③ 4秒間息を吸いながら動作を元に戻す.
- ④ この動作を3~5回繰り返す.



介護予防地域支援事業のひとつは特定高齢者が要介護にならない為に3ヶ月間、毎週1回在宅介護支援センターへ行き、2時間のいろいろなプログラムに参加することを促し、支援することである。

#### 考案した運動を導入したF介護支援センターのプログラム内容

- |       |       |              |
|-------|-------|--------------|
| 第1回目  | 説明会   |              |
| 第2回目  | 運動の説明 | 基本審査         |
| 第3回目  | 運動の体験 | 説明           |
| 第4回目  | 運動1時間 | 口腔ケアについて     |
| 第5回目  | 運動1時間 | 食べて元気に（栄養指導） |
| 第6回目  | 運動30分 | 栄養指導、調理実習    |
| 第7回目  | 運動1時間 | 私の街のマップづくり   |
| 第8回目  | 運動1時間 | 外出プログラム企画    |
| 第9回目  | 運動1時間 | 外出プログラムの立案   |
| 第10回目 | 運動1時間 | 外出プログラム確認    |
| 第11回目 | 運動30分 | 外出プログラム実施    |
| 第12回目 | 効果測定  |              |
| 第13回目 | 修了式   |              |

## コントロール群のプログラム内容

- 第1回目 説明会
- 第2回目 基本審査（体力測定、問診、個別面接）
- 第3回目 自宅でできる簡単トレーニング
- 第4回目 健康的な生活を送るための食事の取り方について
- 第5回目 口腔内の手入れの仕方、お口の体操
- 第6回目 元気で過ごすための計画表作成
- 第7回目 腰痛、膝痛予防体操
- 第8回目 外出プログラム バスでお出かけ
- 第9回目 おいしい料理を作ろう！調理実習
- 第10回目 おいしい料理を作ろう2回目
- 第11回目 お楽しみ会
- 第12回目 最終効果測定
- 第13回目 修了式

ほとんどの介護支援事業の内容は同じで、これらのプログラムの他に皆で歌を歌ったり、スタッフが指導する簡単な体操を行っている。

### 5-2-3 測定項目

血圧, 身長, 体重, BMI, 握力, 開眼片脚立ち, 10m 歩行速度, ADL (日常生活活動) テストをトレーニングを行う前・後で測定を行った.

本研究では文部科学省が制定した新体力テスト実施要項の 65 歳~79 歳を対象としたテスト項目における ADL (Activities of Daily Living) 日常生活動作テストを行った. (付録 2)

### 5-2-4 統計処理

各項目の交互作用の検定は二元配置分散分析を行い, 介入前 (Pre) - 介入後 (Post) の比較は, 対応のある t 検定を行った. いずれにおいても危険率 5% 未満をもって有意差有りとした.

### 5-3 結果

トレーニング前後, 並びにコントロール群の介入前後での体重, BMI, 血圧の比較において, 特に変化はみられなかった. (Table5-1)

Table5-1 対象者の身体測定データ

	トレーニング群 (n=12)		コントロール群 (n=8)	
	Pre	Post	Pre	Post
年齢 (歳)	77.0 (3.3)		78.3 (6.6)	
身長 (cm)	155.3 (10.0)		145.9 (5.76)	
体重 (kg)	62.0 (10.7)	62.7 (11.4)	48 (6.7)	47.4 (6.7)
BMI	25.7 (2.2)	25.8 (3.9)	22.5 (2.8)	22.3 (2.9)
収縮期血圧 (mmHg)	130.8 (3.6)	128.1 (22.1)	145.1 (23.1)	140.8 (11.5)
拡張期血圧 (mmHg)	71.5 (10.4)	71.3 (9.9)	75.8 (8.8)	76 (10.8)

平均値 ± 標準偏差



握力 (右) (Figure5-1) では, トレーニング群においてトレーニング後握力が増加し有意差がみられた (P=0.03) . 握力 (左) (Figure5-2) では, 有意差はみられなかった. コントロール群においては, 左右いずれにおいても有意差はみられなかった.

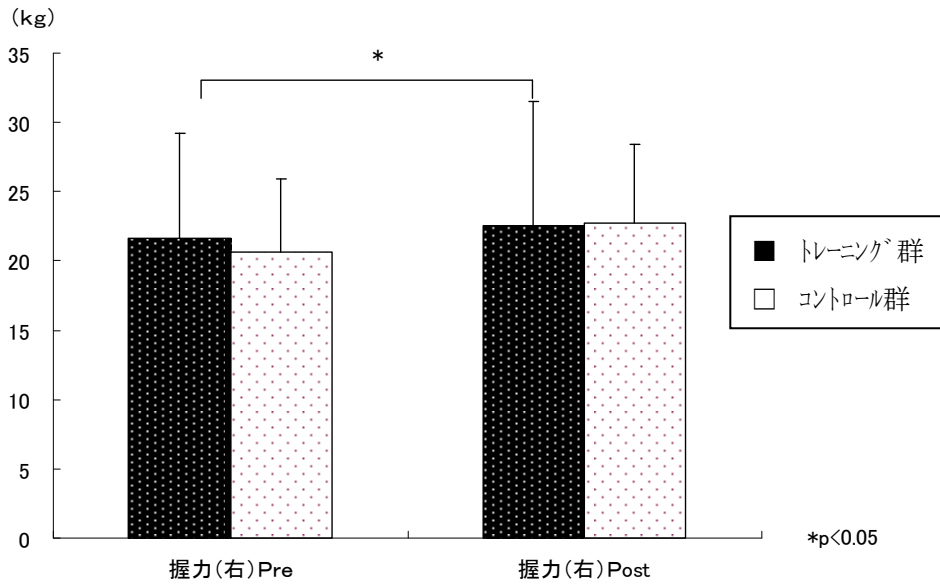


Figure5-1 握力 (右) の変化

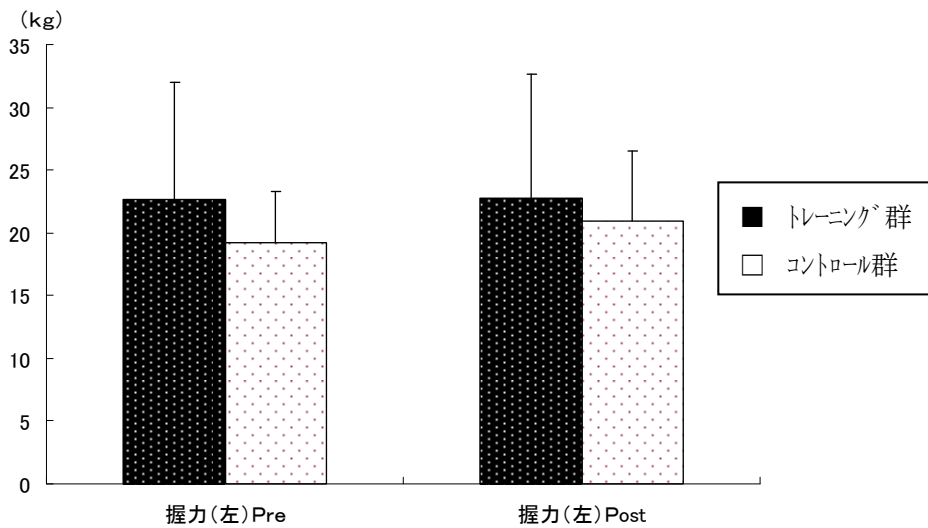


Figure5-2 握力 (左) の変化

10m 歩行速度 (Figure5-3) ではトレーニング群において歩行速度の値が減少し速くなり有意差がみられた (P=0.0001) . しかしコントロール群においては有意差はみられなかった.

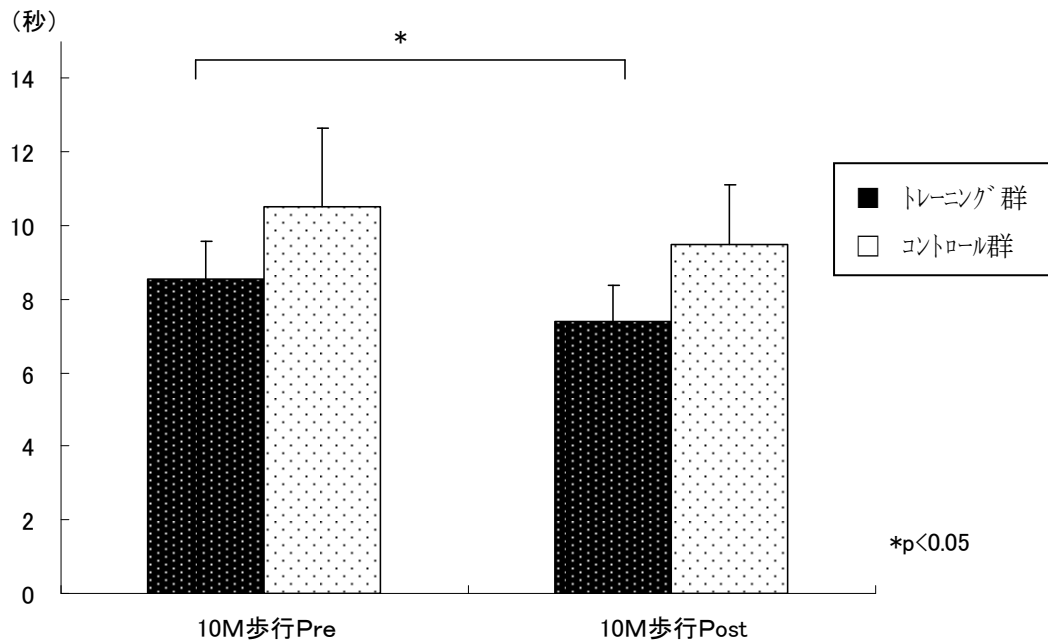


Figure5-3 10M 歩行速度の変化

開眼片脚立ち (Figure5-4) では, トレーニング群, コントロール群の両群において, 有意差はみられなかった (P=0.08) .

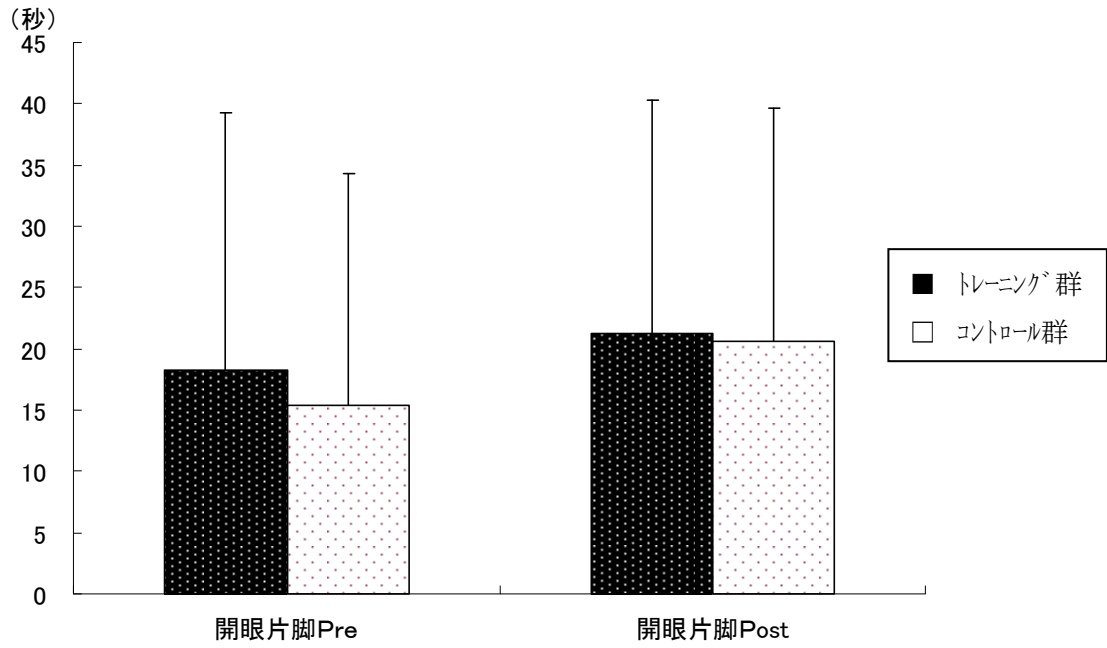


Figure5-4 開眼片脚立ちの変化

ADLテスト (Figure5-5) では、トレーニング群において点数が増加し有意差がみられ日常生活動作が改善された (P=0.04) . コントロール群との比較では交互作用でも有意差がみられた. コントロール群において有意差はみられなかった.

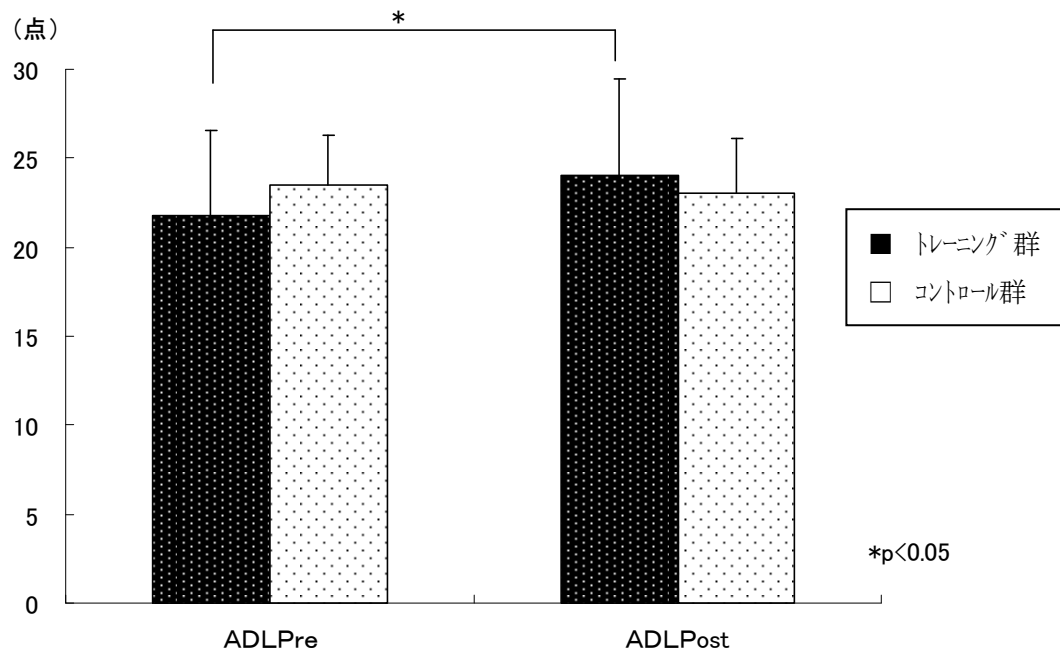


Figure5-5 ADL の変化

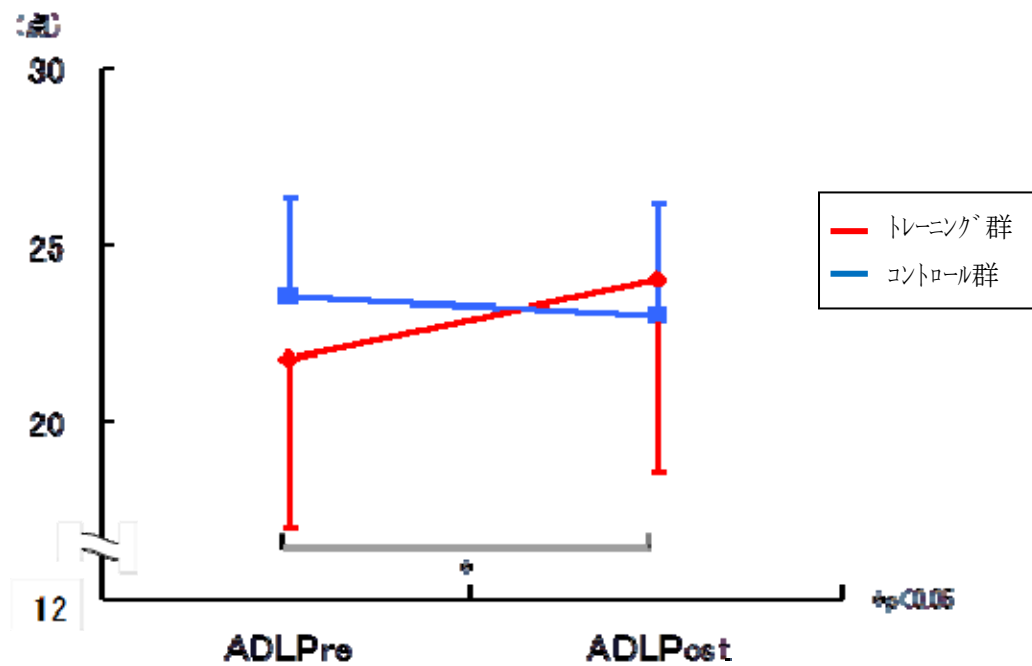


Figure5-6 ADL の交互作用

#### 5-4 考察

わが国にとって高齢者が最後まで他の人の援助を必要とせず自立した生活を送ってもらうことが、健康保険、老人医療保険などの医療費削減の為にも重要である。しかし我が国における高齢者対策は現在いろいろ模索している状況である。

筋は加齢により萎縮し、筋量が減少することにより筋力が低下することが報告されている<sup>8,9)</sup>。加齢により筋の再生能力が低下することが挙げられるが、不活動が加速度的に筋肉を衰退させることは、ベッドレストなどの研究で明らかとなっている<sup>36,37,38)</sup>。このような筋の萎縮、特に下肢筋量の減少は高齢者の歩行能力を著しく低下させ、歩行能力の低下による身体活動量の低下は、さらに筋の萎縮を引き起こすという悪循環を作り出している。

しかしながら、高齢期の筋萎縮は、生活習慣の改善や筋力トレーニングによって十分防ぐことが可能であることが明らかとなっている<sup>39,40,41)</sup>。

先行研究において久野ら<sup>42)</sup> (2003) は、高齢者の転倒予防には筋力トレーニングが効果的であることを明らかにしており、金ら<sup>39)</sup> (2000) は、加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に影響を及ぼすことを示している。そして西嶋ら<sup>41)</sup> (2003) は、生活機能を維持・増進するためには筋力トレーニングが有効であることを示している。

考案した運動は輪になった伸縮性のあるゴムバンドを使い、畳1畳の広さがあれば出来る運動なので手軽に家でも筋力トレーニングを行うことができる。また、このバンドが運動の補助の働きもするので、運動の苦手な人、高齢者でも運動しやすくなっている。ゴムバンドは輪になっているので他のセラバンドやチューブより使いやすく、36本の細い布製のゴムを綾織状にしたゴムバンドなので、伸縮が柔らかく、高齢者でも無理なく引っ張ることができる。このゴムバ

ンドは長さにより 3 段階に分けられており、高齢者向けのバンドは 148cm の長さで両手を広げた時の伸長率 1.8 倍のゴムバンドを輪にしている。

本研究では通常の介護支援事業センターの中で特定高齢者を対象にした介護支援事業プログラムの中で研究を行い、誰でも簡単にできる方法で運動を行った。10 m 歩行で有意差がみられた (Figure5-3) のは運動で背筋を伸ばし、膝を外側にむけたワイドスクワットを行ったり、ゴムバンドを使って膝の屈伸運動等を行うことにより、大腿四頭筋、大殿筋、中殿筋等の筋力が向上したことが考察された。本研究で行った運動は 8 秒かけてゆっくり腰を下ろし、4 秒かけてゆっくり戻す穏やかな運動である。速い動作の運動よりゆっくり行う運動が筋力を向上させるということは太極拳における研究<sup>14)</sup>で大腿四頭筋、大殿筋中殿筋等の筋力維持、向上になるという結果が明らかになっており、本研究においても同様の効果が得られたと考えられた。

開眼片脚立ちでは有意差がみられなかった (Figure5-4) 。これはひとりが片脚立ちに失敗し、大きく記録を下げたために有意差は出なかったと考えられた。

ADL テストにおいても得点が上がり有意差がみられ ( $P=0.04$ ) (Figure5-5), トレーニングを行わなかったコントロール群との比較では交互作用でも有意差がみられた (Figure5-6)。

高齢者の健康に関する研究においては寝たきり予防、寝たきりにむすびつきやすい転倒による骨折予防のための下肢の筋力トレーニングに関してのものがほとんどである。考案した運動は下肢の運動だけでなく全身運動を行う運動プログラムである。加齢にともなって筋力が低下するのは筋肉そのものが萎縮することに起因することが示されている<sup>42, 43)</sup>。萎縮の著しい筋肉は大腿前面、腹筋、背筋など体幹の中心部にある筋肉群である。意識した腹式呼吸を伴いながら運動することで、腹横筋や腹斜筋などの体幹筋群の筋活動を高めたのではな

いかと考察した。また, ADL を向上させるためには下肢だけでなく, 腹筋や背筋なども強化する全身の複合的な動作を伴う運動が大切である。ADL に交互作用がみられたのはトレーニングが全身の複合的な動作を伴う運動であるからではないかと考察された。

#### 5-5 まとめ

特定高齢者において, 10 週間の運動トレーニングは日常生活活動や身体機能を改善する可能性が示された。

## 第6章 総合討論

### 6-1 本研究で得られた成果

本研究の目的は特製のゴムバンド用い8秒間で息を吐いて8秒間で息を吸う腹式呼吸に合わせて緩徐に行う運動が、運動機能低下の予防や改善にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることであった。

運動機能を高めるには筋力トレーニングも大切な要因である。そこで研究課題1と研究課題2では筋電図を用いて、①特製の負荷の低いゴムバンドが筋力トレーニングのツールとして効果があるか、②8秒間というゆっくりした動きが筋活動を高める効果があるか、③8秒間息を吐き続けながら動作を行い、8秒間息を吸い続けながら戻す動作を行うとき、腹式呼吸が筋にどのような影響を及ぼすかを研究課題1では肩外・内転動作が肩関節周囲筋に及ぼす影響について、研究課題2ではワイドスクワットを行い大腿筋群の筋活動にどのように影響を及ぼすかについて研究をした。研究課題3は研究課題2の考察の検証としてワイドスクワットを行った時に体幹部の筋活動にどのように影響を及ぼすかについて研究をした。研究課題4では介護の現場で特定高齢者を対象にこの運動を10週間実施し、運動機能低下の予防や改善に効果があるかを検証した。

研究課題1では8秒間で息を吐いて、8秒間で息を吸って行う腹式呼吸に合わせてゴムバンドを使って緩徐に行う肩外転動作が筋活動に及ぼす影響を筋電図を用いて解析した。その結果は外転動作、内転動作ともゴムバンドを用いた動作課題はゴムバンドを用いなかった動作課題に比べ筋活動量が有意に高値であり、ゴムバンドを用いることは、筋活動を高めることが示された。特に本研究で用いたゴムバンドはセラバンドと違い、36本のゴムを綾織状にした帯状の柔らかいゴムバンドであるが、ゴムバンドを用いることは、負荷の低いゴムバンドでもゴ



ムバンドを使うことが有効であることが確認された。また、同じ負荷にも関わらずゆっくりとした呼息で行った動作は呼吸を意識しない通常呼吸で行った動作より三角筋中部、僧帽筋において有意に筋活動量が高値であった。これは肩関節外転動作において、肩関節外転筋の収縮に先んじて体幹を支える体幹筋の収縮が始まり、ゆっくりと息を吐くことによって腹横筋が効率良く収縮し体幹筋が安定したことで肩関節外転運動が効率よく行われたと考えられた。また、上腕二頭筋においては呼息で行った動作は通常呼吸で行った動作より、有意に筋活動量が低値であったが、上腕二頭筋はこの動作においては解剖学的には肩関節を固定して主動筋の作用を助ける役割をしていると考えられ、呼息で行うことで体幹が安定し、僧帽筋が肩甲骨を効率よく固定し、次に腱板が上腕骨頭を関節窩に固定する作用が高まり、上腕二頭筋による肩関節固定の補助がいらなくなり、上腕二頭筋の作用の効率化が行われた結果と考えられた。

内転動作においては 90 度肩関節外転からの内転動作に於いて力源は重力であるが上肢を下ろす速度によって肩関節周囲筋にかかる負担が変わってくる。ゆっくり下げればその肢位を保持して行くのに筋活動が必要になり筋収縮は遠心性収縮となる。ゴムバンドで内転方向への負荷を増すことで、ゴムバンドを用いることは三角筋中部や僧帽筋上部の筋活動が大きくなったと考えられた。また、上腕二頭筋と三角筋前部において意識した腹式呼吸を行うことは筋活動が低値で有意な差が認められた。上腕二頭筋においては外転動作と同様に体幹の安定性が肩甲骨と上腕骨頭の安定性に関与し、三角筋前部も関与したと考察した。8 秒間で吐いて 8 秒間で吸う呼吸法は体幹の安定性に関与していることが示唆された。

セラバンドチューブを用いての肩外転運動に関する先行研究ではセラバンドチューブの張力を変え、負荷を高めるにつれて、筋活動があがり、抵抗トルク曲

線は、等張性運動と類似していたと報告されている<sup>21,22)</sup>ように、筋活動があがることは等張性運動と類似しているなら、筋活動を高めることは筋力トレーニングになるのではないかと考察した。

研究課題2の腹式呼吸でバンドを使って緩徐に行う運動が大腿筋群に及ぼす影響では8秒間の長い呼吸を続けながら伸縮性のあるゴムバンドを両手で引っ張り行う運動が、下肢筋の筋力強化トレーニングとして用いられる一般的に速い動作で行われるワイドスクワットと比較して大腿筋群の筋活動にどのような影響を及ぼすかを健常な大学生を対象に筋電図を用いて検証した。

結果は下降局面において、大腿直筋ではゆっくり行う動作課題が速い速度で行う動作課題より筋活動量が低かった。また、呼息で行う動作課題が通常呼吸で行う動作課題より筋活動量が有意に低かった。上昇局面において、ゆっくり息を吸いながらゴムバンドを用いて行った動作課題では内側広筋、外側広筋、大腿直筋それぞれで一番高い筋活動を示した。また、動作は同じで腹式呼吸を意識しないで行うゴムバンドを用いた動作課題と比べても有意差があった。上昇局面では速い速度で行う一般的なワイドスクワットより、ゆっくり行う動作が筋活動量が高くなることが明らかになった。

研究課題3では意識した腹式呼吸をすることは外腹斜筋や腹横筋-内腹斜筋の筋活動を優位に高めたことが確認され、体幹部を安定させることが他の筋活動に影響を与えることが示唆された。

また、意識した腹式呼吸を続けながらゴムバンドを用いてゆっくり体を動かすことは、相加効果で筋活動を高めることが示唆された。

ゴムバンドを用いて8秒かけてゆっくり腰を下ろし、8秒かけてゆっくり戻す穏やかな運動は速い動作の運動よりゆっくり行う運動が筋活動を高めたが、これはスロートレーニングでも筋活動を高めることができるという研究同様に、

本研究においても同様の効果が得られると考えられた。

意識的な腹式呼吸を行うことで筋活動を高めるという先行研究はみあたらなかったが、柳井<sup>44)</sup>(1993)は筋活動時の心拍応答に及ぼす腹式呼吸の効果を検討している。筋力発揮する前にリラックスさせるため、気分が落ち着くまで何度も腹式呼吸をさせた結果、腹式呼吸を行わずに筋力発揮を行った群と比べて有意に高い筋力を示したと報告している。

考案した運度は意識的な腹式呼吸に合わせながら行う運動である。息を吐き続けながら動作を行ない、息を吸い続けながら動作を行なうことで筋活動が高まることは、ゆっくりした無理のない運動でも意識をした腹式呼吸を行うことで、高齢者のように速い速度の運動ができない人達にも呼吸を意識して運動することで無理なく筋活動を向上することができるのではないだろうか。

ワイドスクワットは相撲の腰割り動作と同じであり、土岐<sup>45)</sup>らが行った腰割りのトレーニング効果では筋持久的要素が強い反復横跳びや脚筋力だけでなく平衡性、柔軟性、協調性を必要とする立ち幅跳びで効果があったと報告しているが、考案した運動のワイドスクワットも持久力を高めるのに、効果があると考えられた。

ゴムバンドを引っ張りながらワイドスクワットをすることで身体のバランスを取り、上肢の筋活動と下肢の筋活動を同時に行うことで、効率的な筋活動が行えると考えられ、高齢者にとって、ゴムバンドを使うことで、無理のない全身の筋力トレーニングになり高齢者のADL(日常生活活動)を向上させる一因になったのではないだろうか。

筋の収縮は、運動神経からの指令によって引き起こされる、この時、指令は神経線維をインパルスとして伝わり、筋に到達すると、そこで活動電位が生じ、筋線維を伝わってゆき、筋が収縮するという機序をとる。収縮のレベル、即ち、発

揮筋力の大きさは、動員される運動単位の数およびインパルスの発生頻度によって調節される。表面筋電図は、皮膚を介して電極の下にある複数の筋線維上を流れる活動電位を筋放電量として記録するものである、発揮筋力の増加に伴って運動単位の動員数やインパルスの発射頻度の増加が生じることから、電極に記録される筋放電量も増大する。つまり、発揮筋力と筋放電量の間にはある一定の関係が存在する。これまでに、筋力と筋放電量との間関係について、数多くの研究がなされてきている。川上<sup>46)</sup>ら(1992)は等尺性、短縮性、および伸張性の筋活動における筋肉と筋放電量の間関係について検討し、発揮筋力と筋放電量の間関係について、上腕二頭筋・腕橈骨筋ともにそれぞれの活動様式で直線関係になることを確認している。また、半田<sup>47)</sup>(2009)は代表的な筋力トレーニング種目における主動筋の筋電図学的分析で筋電図学的分析法によって行った体幹や体肢の運動に重要な働きをする諸筋について、代表的な種々のトレーニング種目における主動筋を中心とした筋活動を比較検討するとともに、それらが筋力トレーニングの実践にどのように関連するかについても検討している。各種目の動作を各局面 2 秒間、1 回の繰り返し 4 秒間で両局面を同じテンポによって行い、その結果、両局面における RMS 値の比較では、一部の筋に例外は見られるが、ほとんどの筋活動は Concentric Phase において高い値が示されたと報告している。筋活動が高いということが筋力向上になるかどうかという点ではいろいろ議論があるが、筋活動が高いことは筋力向上になりうるということを示唆しているのではないだろうか。

研究課題 4 では、特別に運動する場所ではなく通常の地域包括支援センターの中で考案した運動トレーニングを行い、10 週間の短期間で ADL（日常生活活動）にどのような影響を及ぼすかを研究し、またトレーニングを行わなかった施設の特定高齢者との比較検討を行った。

体力測定で握力（右）は増加し、有意差がみられ、握力（左）は有意差がみられなかった。ゴムバンドを引っ張りながら動作を行うので握力向上につながったと考えられるが、握力（右）が増加し有意差がみられたのに握力（左）に有意差がみられなかったのは通常右手が利き手である為と推察された。

10 m 歩行で歩く速度が速くなり有意差がみられたのは考案した運動で背筋を伸ばし、膝を外側にむけたワイドスクワットを行ったり、ゴムバンドを使って膝の屈伸運動等を行うことにより、大腿四頭筋、大殿筋、中殿筋等の筋力が向上したことが考察された。ADL（日常生活活動）においても点数が高くなり有意差がみられ、トレーニングを行わなかった他の介護支援事業プログラムとの比較で交互作用でも有意差がみられた。考案した運動は下肢の運動だけでなく全身運動である。加齢にともなって筋力が低下するのは筋肉そのものが萎縮することに起因することが示されている。萎縮の著しい筋肉は大腿前面、腹筋、背筋など大幹の中心部にある筋肉群である。ADL(日常生活活動)のためには下肢だけでなく、腹筋や背筋なども強化する全身の複合的な動作を伴う運動が大切である。ADL に交互作用がみられたのは全身の複合的な動作を伴う運動であるからではないかと考察された。

また、研究課題3で意識した腹式呼吸を行うことは外腹斜筋や腹横筋-内腹斜筋の筋活動を高め、体幹部を安定させるとともに、他の筋の筋活動も高めることが示唆され、高齢者でも意識した腹式呼吸を行うことで、無理なく筋活動を高めることが示唆された。

考案した運動は単なる筋力トレーニングだけでなく、ゴムバンドを使って全身の柔軟性トレーニングも行うことができ、日常生活活動において必要とする全身運動を無理なく行うことができる。

社会保険研究所の「介護保険情報」によると東京都M市の地域包括推進セン

ターの調査では、特定高齢者施設のプログラムとして、介護予防事業における運動器の機能向上のために、民間のスポーツジムなど 3 箇所にマシンによる筋力向上トレーニングを委託しているが、参加につながった数は少ないと報告し、「健康を維持するための健康体操は手軽にどこでも楽しく参加できるものであることが求められている。」と述べているが、考案した運動は無理に行う運動と違い、腹式呼吸の練習やリラクゼーションを含め、緩徐に腹式呼吸に合わせて行うことで体と心をリラックスさせながら行えるので、多くの人たちが長く続けることができる運動なのだと考える。

大淵<sup>48)</sup> (2005) が述べているように、包括的高齢者運動トレーニングは有効であり、病気よりも歩行能力などの低下が健康寿命に密接に関わっており、筋力トレーニングは身体機能改善に有効であるとするならば、考案したエクササイズも筋力トレーニングのひとつとして、高齢者運動トレーニングとしても貢献できると考える。

## 6-2 研究の展望

考案した運動は筋力トレーニングの運動だけではなく、もともと企業のストレスマネジメント研修のプログラムとして考案した運動で、体も心もリラックスすることを目的としている。

今回の研究では伸縮性のあるゴムバンドを使用することで、筋力トレーニング的な視点からのデータ取りであったが、本来のリラクゼーションの視点から高齢者の抑うつ改善に関する研究も予定している。

またゴムバンドを用い意識した腹式呼吸で行う全身運動なので、血流が良くなる。脳の血流を調べることで、認知症の改善、予防に効果があるかどうかも調べてみたい。

また考案した運動は 1 分間 60 拍 4 分の 4 拍子のゆっくりした音楽に合わせ 8

拍ゆっくり息を吐きながら、ゴムバンドを引っ張り、8 拍ゆっくり息を吸いながら元に戻すという運動なので、心拍数を上げずに、筋力運動ができるということから、糖尿病患者の運動療法としても適当であると考えます。この方面でも研究ができればと考えます。

以上のようにいろいろな角度から、考案した運動に関する研究が行われ、今後わが国において有効な健康プログラムとして位置づけられることを願っている。

## 謝 辞

本研究を終えるにあたり,終始ご指導,ご校閲を賜りました筑波大学大人間総合研究科,宮川俊平教授に深謝致します.

本研究を介護施設で行うことを許可して下さいました柏市介護支援事業担当秋谷様,介護施設「藤心地域在宅支援センター」の吉田様はじめスタッフ,ボランティアの皆様,非トレーニング群としてご協力下さった「ほほえみ協同北部在宅介護支援センター」の村野様,山本様はじめスタッフの皆様に厚く御礼申し上げます.

肩関節の外転動作やスクワットの筋電図測定にご協力くださった筑波大学並びに大学院の学生の皆様,運動のポーズ写真にご協力くださった古谷インストラクター,PC指導をしてくださった槇インストラクター,研究課題3にご協力くださったインストラクターの方々に心から感謝いたします.

また,データ分析,統計処理等,多くのご助言を下さいました朴さん,増成さん入学以来,お世話になりましたスポーツ医学研究室の皆様に心より感謝申し上げます.



## 文献

- 1) Selye, H. : A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138, 32, 1936.
- 2) Elizabeth Doyne et al. : Running versus weigh lifting in the treatment of depression. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 55, 748-754, 1987.
- 3) Berger B. G. & Owen D. R. : Stress reduction and mood enhancement in four exercise modes Swimming, body conditioning, hatha yoga, and fencing. *Research Quarterly*, 59, 145-159, 1988.
- 4) Fernando Dimeo et al. : Aerobic exercise can work faster than drugs to lift depression. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 114-117, 2001.
- 5) 坂本佳寿美 : ヨーガ呼吸による白血球の変動-神経・内分泌・免疫系の相互関係-. *体力科学*:55, 477-488, 2006.
- 6) 帯津良一 : 究極の調和道呼吸法. 詳伝社, 東京, 58-67, 1994.
- 7) 坂本佳寿美 : ヨーガの呼吸法とそのからだへの影響. *体育の科学*, 49, 388-393, 1999.
- 8) Lexell J. : Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* , 50 , Spec No, 11-16, 1995.
- 9) Trappe TA, Lindquist DM, Carrithers JA : Muscle-specific atrophy of the quadriceps femoris with aging, *J Appl Physiol.* , 90, 2070-2074, 2001.
- 10) 寺門厚彦, 長岡正範, 寺門敬夫 : 高齢者筋力トレーニングの効果. *総合リハ*, 36(8), 743-748, 2008.
- 11) 池上和子, 高瀬美由紀, 汐田哲史ほか : 高齢者自立支援に向けての運動プログラム検証. *訪問看護と介護*, 13(10), 838-843, 2008.

- 12) 大平雄一, 藤本健太郎, 西田宗幹 : スロートレーニングにおける血圧および心拍数変動の検討. 専門リハビリテーション, 7, 76-79, 2008.
- 13) 岡本孝信, 増原光彦, 生田香明 : スロートレーニングは動脈コンプライアンスを低下させる. 健康医科学研究助成金論文集, 22, 7-15, 2007.
- 14) William W.N. Tsang and Christina W.Y. Hui-Chan: Comparison of Muscle Torque, Balance, and Confidence in Older Tai Chi and Healthy Adults, Med Sci. Sports Exerc , 37, 280-289, 2005.
- 15) 天野勝弘, 跡見順子, 平工志穂ほか : 重心動揺からとらえた太極拳式立位姿勢の特徴. 関東学園大学紀要, 15, 17-35, 2005.
- 16) 金 昌龍: 太極拳の動作特性に関する整体力学的研究. 広島大学大学院教育学研究科紀要, 51, 443-450, 2002.
- 17) 山田拓実: 理学療法臨床のコツ (18) 筋力トレーニングのコツ-セラバンドや伸縮のあるものを用いた筋力トレーニング. 理学療法ジャーナル 45(6), 496-498, 2011
- 18) 竹川徹, 安保雅博, 宮野佐年ほか : 変形性膝関節症に対するセラバンドを用いた運動療法の効果 膝伸展・屈曲同時訓練について検討. 体力科学, 52(3), 305-311, 2003.
- 19) 三浦 雄一郎, 森原 徹, 福島 秀晃ほか: 肩関節屈曲と外転時の肩甲骨運動の特徴と肩甲帯周囲筋との関連性. 総合リハビリテーション. 7(7), 649-655, 2009.
- 20) 森原 徹, 小椋 明子, 立入 久和ほか: 肩関節屈曲・外転における肩甲骨周囲筋の筋活動パターン 鎖骨肩甲上腕リズムに着目して. 肩関節, 35(3), 715-718. 2011.
- 21) Hughes CJ, Hurd K, Jones A, et al: Resistance properties of Thera-Band tubing during shoulder abduction exercise. J Orthop Sports Phys Ther 1999;29:413-20.

- 22) Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, et al: Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. *Phys Ther*, 90, 538-49, 2010.
- 23) Watanabe M, Kaneoka K, Miyakawa S, et al: Trunk Muscle Activity while Lifting of Objects with Unexpected Weights. *Physiotherapy*, 99, 78-83, 2012.
- 24) 吉田昌弘, 吉田真, 盛智子: Draw-in による腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚変化. *北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要*. 2, 63-69, 2011.
- 25) 田邊政郁, 重田暁, 渡邊裕之: 抵抗呼吸運動と腹部引き込み運動における体幹筋活動の基礎的検討. *臨床理学療法研究*. 27, 29-32, 2010.
- 26) 栗原豊明, 菅原和広, 上野将和ほか: Drawing が肩関節外転運動時の筋活動に及ぼす影響: 第 48 回日本理学量学術大会抄録集. P-A 運動-073, 2013.
- 27) 小野晃: 高齢者の転倒予防トレーニング④転倒予防トレーニングの実践-障害差, 年齢差のある高齢者を対象としたプログラム-セラバンドトレーニング. *Sportsmedicine*14(1), 32-35, 2002.
- 28) 栗田敦志, 木竜徹, 林豊彦: スクワット運動による下肢トレーニングにおける運動速度の個人適合-拮抗筋活動パターンの観点からの最適化. *電子情報通信学会技術研究報告*, 109(194), 13-18, 2009.
- 29) Hodges P.W., Cresswell A.G., Daggfeldt K., Thorstensson A. In vivo measurement of the effect of intra-abdominal pressure on human spine. *Journal of biomechanics*, 34, 347-353, 2001.
- 30) Hagins M., Pietrek M., Sheikhzadeh A., Nordin M., The effects of breath control on maximum force and IAP during a maximum isometric lifting task, *Clinical Biomechanics*, 21, 775-780, 2006
- 31) 丸山 祐丞: 身体への長軸方向の負荷に対して腰部を支える機能-体幹筋群の活動様式に着目して-. 修士論文, 早稲田大学大学院, スポーツ科学研究科 2010.

- 32) Dick F.W. : Sports training principles. 5th edition. A and C black  
Published, London, 102-114, 2007.
- 33) Vakos J.P., Nitz A.J., Threlkeld A.J., Shapiro R., and Horn  
T: Electromyographic activity of selected trunk and hip muscle during  
a squat lift. Spine, 19(6): 687-695, 1994.
- 34) M Tanimoto and N Ishii, Effects of low-intensity resistance exercise  
with slow movement and tonic force generation on muscular function in  
young men. J Appl Physiol 2006; 100: PP. 1150-1157.
- 35) 鈴木桂輔, 宮本康弘 : スロートレーニング時の筋活動の分析. ライフサポー  
ト. 23(4), 152-158, 2011
- 36) Akima H, Kuno S, Suzuki Y, Gunji A, and Fukunaga T : Effects of 20 days  
of bed rest on physiological cross-sectional area of human thigh and  
leg muscles evaluated by magnetic resonance imaging. J Gravit  
Physiol, 4, S15-S21, 1997.
- 37) Grounds MD : Age-associated changes in the response of skeletal muscle  
cells to exercise and regeneration. Ann N Y Acad Sci, 854, 78-91, 1998.
- 38) Jones SW, Hill RJ, Krasney PA, O'Conner B, Peirce N, and Greenhaff PL :  
Disuse atrophy and exercise rehabilitation in humans profoundly  
affects the expression of genes associated with the regulation of  
skeletal muscle mass. Faseb J , 18, 1025-1027, 2004.
- 39) 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. 体力科学, 49,  
589- 596, 2000.
- 40) 久野譜也 : 茨城県大洋村プロジェクト. 労働の科学, 58, 220-224, 2003.
- 41) 西嶋尚彦, 鈴木宏哉, 大塚慶輔 : 地域在住中高齢者における筋機能, 運動機  
能, 生活機能間の因果構造 (生活機能の維持・増進のための体力に関する  
ガイドラインの開発). 体力科学, 日本体力医学会, (Suppl) : 213-224, 2003.

- 42) 久野譜也, 村上晴香, 馬場紫乃, 金 俊東, 上岡方士: 高齢者の筋特性と筋力トレーニング. 体力科学, 52 (Suppl) , 17-30, 2003.
- 43) 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. 体育の科学, 55, 608-613, 1997.
- 44) 柳井宗一郎: 筋活動時の心拍応答に及ぼす腹式呼吸の効果について. 体育研究. 27, 65-70, 1993.
- 45) 土岐亮介, 白木仁, 宮川俊平, 向井直樹, 竹村雅裕: 相撲の腰割りのトレーニング効果について. 体力科学, 57(6), 836, 2008.
- 46) 川上泰雄, 福永哲夫: 等尺性, 短縮性および伸張性筋活動時の筋力-筋放電量の関係. 東京大学教養学部体育学紀要. 26, 5-14, 1992.
- 47) 半田 徹: 代表的な筋力トレーニング科目における主働筋の筋電図学的分析. 博士学位論文, 早稲田大学大学院, 人間科学研究科, 2009
- 48) 大淵修一: 包括的高齢者運動トレーニングの効果と今後の期待. 病気よりも歩行能力などの低下が健康寿命に密接に関連高負荷の筋力トレーニングも可能で身体機能改善に有効. 月間体育施設, 34 (3) , 11-15, 2005.

## 付録 1

### 「特定高齢者の候補者」の選定に活用される基本チェックリスト

- |    |                                              |   |    |   |      |
|----|----------------------------------------------|---|----|---|------|
| 1  | バスや電車で1人で外出していますか。                           | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 2  | 日用品の買物をしていますか。                               | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 3  | 預貯金の出し入れをしていますか。                             | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 4  | 友人の家を訪ねていますか。                                | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 5  | 家族や友人の相談にのっていますか。                            | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 6  | 階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか。                       | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 7  | 椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか。                | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 8  | 15分位続けて歩いていますか。                              | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 9  | この1年間に転んだことがありますか                            | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 10 | 転倒に対する不安は大きいですか。                             | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 11 | 6ヶ月間で2~3kg以上の体重減少がありましたか。                    | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 12 | 身長      cm      体重      kg      (BMI=      ) |   |    |   | 1 該当 |
| 13 | 半年前に較べて固いものが食べにくくなりましたか。                     | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 14 | お茶や汁物等でむせることがありますか。                          | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 15 | 口の渇きが気になりますか。                                | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 16 | 週に1回以上は外出していますか。                             | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 17 | 昨年と比べて外出の回数が減っていますか。                         | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 18 | 周りの人から「いつも同じ事を聞く」等の物忘れがあるといわれますか。            | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 19 | 自分で電話番号を調べて、電話をかけることをしていますか。                 | 0 | はい | 1 | いいえ  |
| 20 | 今日が何月何日がわからない時がありますか。                        | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 21 | (ここ2週間) 毎日の生活に充実感がない。                        | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 22 | (ここ2週間) これまで楽しんでやれていたことが楽しめなくなった。            | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 23 | (ここ2週間) 以前は楽にできていた事が今では億劫に感じられる。             | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 24 | (ここ2週間) 自分が役にたつ人間だとは思えない。                    | 1 | はい | 0 | いいえ  |
| 25 | (ここ2週間) わけもなく疲れたような感じがする。                    | 1 | はい | 0 | いいえ  |

(12の該当はBMIが18.5未満の場合該当とする)

## 付録2

### A D L（日常生活活動テスト）

\* 各問について、該当するものを1つ選び、その番号を口の中に、該当するものが無い場合は×を記入してください。

- 問1 休まないで、どれくらい歩けますか。  
1. 5～10分程度                      2. 20～40分程度                      3. 1時間以上
- 問2 休まないで、どれくらい走れますか。  
1. 走れない                      2. 3～5分程度                      3. 10分以上
- 問3 どれくらいの幅の溝だったら、とび越えられますか。  
1. できない                      2. 30cm程度                      3. 50cm程度
- 問4 階段をどのようにして昇りますか。  
1. 手すりや壁につかまらないと昇れない  
2. ゆっくりなら、手すりや壁につかまらずに昇れる  
3. サッサと楽に、手すりや壁につかまらずに昇れる
- 問5 正座の姿勢からどのようにして、立ち上がれますか。  
1. できない                        
2. 手を床についてなら立ち上がれる  
3. 手を使わずに立ち上がれる
- 問6 目を開けて片足で、何秒くらい立っていられますか。  
1. できない                      2. 10～20秒程度                      3. 30秒以上
- 問7 バスや電車に乗ったとき、立っていられますか。  
1. 立ってられない                        
2. 吊革や手すりにつかまれば立ってられる  
3. 発車や停車の時以外は何にもつかまらずに立ってられる
- 問8 立ったままで、ズボンやスカートがはけますか。  
1. 座らないとできない                        
2. 何かにつかまれば立ったままできる  
3. 何にもつかまらなくて立ったままできる
- 問9 シャツの前ボタンを、掛けたり外したりできますか。  
1. 両手でゆっくりとならできる                        
2. 両手で素早くできる  
3. 片手でもできる
- 問10 布団の上げ下ろしができますか。  
1. できない                        
2. 毛布や軽い布団ならできる  
3. 重い布団でも楽にできる
- 問11 どれくらいの重さの荷物なら、10m運べますか。  
1. できない                      2. 5kg程度                      3. 10kg程度
- 問12 仰向けに寝た姿勢から、手を使わないで、上体だけを起こせますか。  
1. できない                      2. 1～2回程度                      3. 3～4回以上

総合得点  判定