

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25871206

研究課題名(和文)瞬発的な筋力発揮能力向上の効果転移：筋-神経系の適応メカニズムを探る

研究課題名(英文)Cross transfer effect of explosive type strength training

## 研究代表者

小林 雄志 (KOBAYASHI, YUJI)

熊本大学・社会文化科学研究科・特任助教

研究者番号：50549491

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、瞬発的な筋力発揮能力向上を目的としたトレーニングが、姿勢制御能力などの筋力以外の能力に及ぼす影響について明らかにすること目的とした。健常な高齢者をトレーニング群とコントロール群へと群分けした後、トレーニング群に対して瞬発的な筋力発揮能力の向上を目的としたトレーニングを実施した。その結果、トレーニング群において最大筋力および瞬発的筋力の向上が認められたほか、姿勢制御能力に関連する測定項目の改善が認められたことから、同様のトレーニングは最大筋力および瞬発的筋力の向上をもたらすのみならず、姿勢制御能力の改善にも寄与する可能性があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to investigate the effect of explosive-type strength training of on muscle strength and postural stability. Participants were healthy older adults divided into two groups: the training group and the control group. Participants in the training group underwent explosive-type strength training. In the training group, the maximum voluntary torque (MVT) and rate of torque development (RTD) in the post-training phase increased compared with those in the pre-training phase. Moreover improvement of indices related to postural stability was observed. These findings suggest that explosive-type strength training increases MVT and RTD, which contributes to postural stability.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：RFD(RTD) 瞬発的筋力発揮 姿勢制御

### 1. 研究開始当初の背景

高齢者の転倒は骨折等の外傷を引き起こす可能性があり、特に大腿骨頸部骨折のような重度の骨折となれば、その後寝たきりになる等の Quality of Life ( QOL ) の低下をもたらすことも考えられる。転倒に対する危険因子に関して、筋力の低下と転倒の関連性が高いことが示唆されているが、筋力の中でも特に瞬発的な筋力発揮能力は、バランスを崩した場合のリカバリー能力 ( 転倒予防能力 ) と関連性が高く、高齢者にとって極めて重要な体力要素として知られている。したがって、高齢者の瞬発的な筋力発揮能力を向上させることができれば、転倒のリスクを減少させられる可能性があると推察される。しかしながら、こうした瞬発的な筋力発揮能力を向上させるようなトレーニングが実際に姿勢制御能力などの筋力以外の能力に及ぼす影響については不明な点が多いのが現状である。

### 2. 研究の目的

本研究では、瞬発的な筋力発揮能力向上を目的としたトレーニングが、姿勢制御能力などの筋力以外の能力に及ぼす影響について明らかにすることとした。

### 3. 研究の方法

(1) 足関節底屈筋群の瞬発的な筋力発揮能力向上を目的としたトレーニングが姿勢制御能力に及ぼす影響 ( 実験 1 )

健康な高齢者 22 名をトレーニング群 12 名、コントロール群 10 名へと群分けした後、トレーニング群に対して足関節底屈における瞬発的な筋力発揮能力の向上を目的としたトレーニングを 4 週間、週 2 回の頻度で実施した。また、トレーニング期間の前後において最大筋力測定、瞬発的な筋力測定、姿勢制御能力測定および下腿後面における筋厚の測定を行った。

#### 最大筋力測定

被検者に十分なウォーミングアップを行わせたのちに、トレーニングと同様の筋力測定機器を用いて等尺性足関節底屈運動を全力で 3 秒間行わせた。試技は 3 回実施し、その中で計測されたピーク値で最大のものを最大随意トルク ( Maximal Voluntary Torque: MVT ) として分析に用いた。また、表面筋電図の測定における測定値の標準化のために、3 秒間の全力での等尺性足関節背屈運動についても実施した。

#### 瞬発的な筋力測定

トレーニングと同様に、1 秒以内の等尺性足関節底屈運動を Rate of Torque Development ( RTD ) が最大になるように指示して 3 回行わせ、そのときに発揮されるトルクを計測した。算出項目はトルク発揮開始から 50 ミリ秒、100 ミリ秒、150 ミリ秒、200 ミリ秒経過時点での発揮トルクおよび最大 RTD ( MRTD ) とした。3 回の試技のうち、MRTD が最も高い値の試技を分析に用いた。

#### 筋活動の計測

最大筋力測定および瞬発的な筋力測定の際に、多チャンネル増幅器 ( MEG-6108M, 日本光電 ) を用いて下腿の各筋 ( 腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭、ヒラメ筋、前脛骨筋 ) における表面筋電図 ( EMG ) を計測した。計測された信号は発揮トルクと同様に A/D 変換器を介して、サンプリング周波数 1000Hz にて PC に取り込んだ。瞬発的な筋力測定における腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭、ヒラメ筋の EMG について、筋活動の開始を 0 秒として 0 秒から 50 ミリ秒、50 ミリ秒から 100 ミリ秒、100 ミリ秒から 150 ミリ秒、150 ミリ秒から 200 ミリ秒における実効値 ( Root Mean Square: RMS ) を算出して等尺性底屈運動における最大筋力測定時の RMS で標準化した後、3 つの筋の平均値を算出し、これらを足底屈運動における主動筋群の筋活動量の指標とした ( EMG0-50, EMG50-100, EMG100-150, EMG150-200 )。また、前脛骨筋の EMG 波形についても同様の処理にて、等尺性背屈運動における最大筋力測定時の RMS で標準化した RMS を算出した。更に、主動筋群の筋活動の開始からトルク発揮の開始までの時間差 ( Electromechanical delay: EMD ) についても算出を行った。

#### 姿勢制御能力測定

被検者に開眼片脚での静止立位を足圧中心軌跡測定器 ( T.K.K.5810, 竹井機器 ) 上で行わせ、持続時間および足圧中心の軌跡 ( 足圧中心動揺 ) を計測した。試技は 120 秒を上限とし、上限を超えなかった場合のみ 2 セット目を実施した。試技中の足圧中心動揺について、開始 5 秒後から 25 秒後までの 20 秒間を分析対象とし、足圧中心動揺に関する各種パラメータ ( 総軌跡長、単位軌跡長、外周面積、矩形面積 ) を算出した。2 セット実施した場合は持続時間の長い試技における測定値を分析に用いた。なお、持続時間が 30 秒以下の被検者に関しては分析の対象外とした。

#### 筋厚の計測

超音波画像診断装置 ( ACUSON S2000, SIEMENS ) を用いて、下腿後面の近位 30% 位置における筋厚を計測した。計測は 2 回実施し、2 回の平均値を分析に用いた。

(2) 足関節底屈筋群の瞬発的な筋力発揮能力向上を目的としたトレーニングが腓腹筋内側頭の剛性率に及ぼす影響 ( 実験 2 )

高齢男性 34 名を、トレーニング群及びコントロール群に均等にランダムに振り分け、トレーニング群は、自重によるカーフレイズトレーニングを週 3 回、8 週間実施した。トレーニング介入前後で、足関節底屈筋群の RTD を自作の足関節用筋力計により、安静時における腓腹筋内側頭の剛性率、筋厚及び羽状角を超音波診断装置により、それぞれ測定した。

### 4. 研究成果

### (1) 実験1について

最大筋力測定に関して、コントロール群では Pre と Post の間に有意な差は認められなかったが、トレーニング群では Pre と比較して Post で有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ ).

瞬発的筋力測定において、トルク発揮開始から 50 ミリ秒、100 ミリ秒経過時点での発揮トルクはトレーニング群とコントロール群ともに Pre と Post の間に有意な差は認められなかったが、150 ミリ秒、200 ミリ秒経過時点での発揮トルクおよび MRTD についてはトレーニング群において、Pre と比較して Post で有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ ).

瞬発的筋力測定における主動筋群の筋活動に関する結果に関して、すべての測定項目に関して、トレーニング群とコントロール群ともに Pre と Post の間に有意な差は認められなかった。また前脛骨筋の筋活動についても、トレーニング群とコントロール群ともに Pre と Post の間に有意な差は認められなかった。

片脚開眼立位の持続時間に関して、トレーニング群においては Pre と比較して Post で有意に増加したが ( $P < 0.05$ )、コントロール群においては Pre と Post の間に有意な差は認められなかった。また、足圧中心動揺における総軌跡長および単位軌跡長については、トレーニング群とコントロール群ともに Pre と Post の間に有意な差は認められなかった。しかしながら、外周面積および矩形面積についてはトレーニング群において、Pre と比較して Post で有意に減少した ( $P < 0.05$ ).

下腿後面における筋厚については、トレーニング群 (Pre:  $56.6 \pm 7.9\text{mm}$ , Post:  $58.9 \pm 4.1\text{mm}$ ) およびコントロール群 (Pre:  $63.2 \pm 5.1\text{mm}$ , Post:  $63.7 \pm 4.3\text{mm}$ ) ともに Pre と Post の間で有意な差は認められなかった。

これらの結果から、同様のトレーニングを実施することにより最大筋力および瞬発的筋力が向上するとともに、こうした筋力の向上は姿勢制御能力の改善に寄与する可能性があることが示唆された。

### (2) 実験2について

コントロール群では、いずれの変数にも有意な変化はみられなかったものの、トレーニング群の RTD 及び剛性率は有意に増加した。先行研究において、筋がスティフであることが筋の素早い力発揮に好影響を及ぼす可能性が指摘されている。このことを踏まえると、本研究の結果は、速さを意識したトレーニングに伴い、素早い力発揮を可能とするような適応が筋に生じたことを示唆するものであった。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

Yuji Kobayashi, Yuta Ueyasu, Yota Yamashita, Ryota Akagi. Effects of 4 weeks of explosive-type strength training for the plantar flexors on the rate of torque development and postural stability in elderly individuals. International Journal of Sports Medicine, 査読有, in press <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0035-1569367>

Yuji Kobayashi and Naka Gotoda. Content Management System to Support Improvement in Quality of Fitness Testing of Athletes, Workshop Proceedings of The 22nd International Conference on Computers in Education, 査読有, 805-813, 2014 <http://icce2014.jaist.ac.jp/icce2014/wp-content/uploads/2015/08/ICCE2014-workshop-proceedings-lite.pdf#page=824>

Ryota Akagi, Yukihiro Tohdoh, Kuniaki Hirayama, Yuji Kobayashi. Relationship of pectoralis major muscle size with bench press and bench throw performances. Journal of Strength and Conditioning Research, 査読有, 28(6):1778-82, 2014 <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000000306>

[学会発表](計5件)

小林雄志, 上安悠太, 山下洋太, 赤木亮太. 瞬発的な筋力発揮能力の向上を目的としたトレーニングが姿勢制御能力に及ぼす影響, 第70回日本体力医学会大会, 和歌山, 2015年9月18日-20日

小林雄志, 後藤田中. スポーツ競技者に対するフィットネス測定の質保証 - 測定スキルの向上を支援するCMSの提案 -, 教育システム情報学会第39回全国大会, 和歌山, 2014年9月10日-12日

小林雄志, 赤木亮太, 平山邦明. ベンチプレス・ベンチスローにおける最大パワーと最大パワー負荷の推定 JISS スポーツ科学会議 2013, 東京, 2013年11月29日

Yuji Kobayashi, Kuniaki Hirayama, Takeo Matsubayashi, Ryota Akagi. Effect of explosive-type strength training and short-term detraining on rate of torque development during isometric knee extension. International Sports Science and

Sports Medicine Conference 2013,  
Newcastle upon Tyne, United Kingdom,  
2013年8月21日- 23日

Yuji Kobayashi, Ryota Akagi, Kuniaki  
Hirayama, Kohei Nakagaki, Naoki  
Kawamori. Estimation of load  
maximizing mechanical power output  
using the ballistic bench press and  
bench throw test. 18th Annual Congress  
of European College of Sport Science,  
Barcelona. Spain, 2013年6月26日- 29  
日

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小林 雄志 (KOBAYASHI YUJI)

熊本大学・大学院社会文化科学研究科・特任  
助教

研究者番号：50549491