

平成21年6月15日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19700482

研究課題名（和文）活動後増強による高齢者の筋パワー向上効果

研究課題名（英文）The effects of postactivation potentiation and fatigue on muscle power of the dorsiflexors in old men

研究代表者

島 典広（SHIMA NORIHIRO）

鹿屋体育大学・体育学部・助教

研究者番号：70363653

研究成果の概要：高齢者の繰り返しの最大筋パワー発揮による活動後増強と筋疲労との関係を明らかにすること目的とし、若者8名と高齢者8名を対象に、足関節背屈等尺性最大随意筋力の20%の負荷で、最大努力で等張一短縮性収縮を25回実施し、足関節背屈最大筋パワーと中枢性要因を示す筋電図と末梢性要因を示す筋音図を測定した結果、加齢による筋パワー発揮維持能力の低下には、中枢性要因よりも末梢性の要因が関与していることが示唆された。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,900,000	0	1,900,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	300,000	3,200,000

研究分野：運動生理学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：筋パワー、筋電図、筋音図、足関節背屈動作、前脛骨筋、等張性筋収縮、角速度、加齢

## 1. 研究開始当初の背景

随意による筋力発揮後の電気刺激による単収縮張力および立ち上がり速度は、筋力発揮前と比べて増大する。この現象は、活動後増強（Postactivation Potentiation）といわれており、ヒトの下腿三頭筋では筋力発揮後に数分以上もその影響が継続する。近年、動物実験によって得られた活動後増強に関する基礎研究が、ヒトの筋力や筋パワー向上へ応用されようとしている。活動後増強は、筋張力向上よりも筋パワーの向上に強く関

与するとも考えられているため、今後は高齢者を対象に活動後増強が筋パワー発揮に及ぼす影響について検討する必要がある。

これまで、加齢によって筋力だけでなく筋パワーにも減少がみられることが明らかになっている。筋パワーは、トルクと角速度の積で算出される為、個々のトルクの減少や筋収縮の速度の減少が、筋パワー発揮の減少にも大きな影響を与える。また、加齢によって $\alpha$ 運動ニューロンの細胞死に伴い再支配化（リモデリング）が起こり、選択的に速い運

動単位が失われ、遅い運動単位のもの維持される。その結果、骨格筋の収縮の質も変わり、収縮の速度も遅くなると考えられている。したがって、加齢による活動後増強と筋疲労との関係を明らかにすることは、高齢者に対する筋機能向上（筋力・筋パワートレーニングにおける負荷強度の設定など）に役立つと考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究は、活動後増強による高齢者の筋パワー増強効果について明らかにすることを目的とする。本研究はヒト（高齢者）の前脛骨筋を用いて、活動後増強に関する基礎研究であるものの、これまで明らかにされていない活動後増強による高齢者の筋パワー向上効果を検討することで、高齢者に対する筋機能向上に関する重要な基礎研究の一つに数えられると考える。

## 3. 研究の方法

(1) 高齢者と若者とで筋パワー発揮能力の違いを比較し、高齢者の筋パワー発揮に影響の少ない負荷設定を用いて、活動後増強による高齢者の筋パワー向上効果を解明するため、健康な若者8名(27±1歳)および高齢者8名(70±2歳)を対象とし、足関節背屈等尺性最大随意筋力(MVC)を計測した。その後、MVCの10%, 20%, 30%, 40%, 50%の負荷で等張-短縮性収縮を、各負荷強度で2回、無作為に実施した。関節可動域は25°(足関節底屈位25°から解剖学的0°)とし、各収縮中の最大角速度を計測した。なお、各負荷強度による測定間隔は1分以上設け、各負荷強度での最大筋パワー(watt)を、異なる負荷強度(%MVC)におけるトルク(Nm)と角速度(rad/s)の積から算出した。

(2) 健康な若者8名(27±1歳)および高齢者8名(70±2歳)を対象とし、MVCの20%の負荷で、最大角速度で短縮性収縮を25回実施し、最大筋パワー(watt)を負荷強度におけるトルク(Nm)と角速度(rad/s)の積から算出した。さらに、等張性-短縮性収縮中、前脛骨筋から筋電図(EMG)と筋音図(MMG)を導出した。さらに、電気刺激による誘発EMGと誘発MMGの最大振幅からそれぞれ正規化を行った。また、最大筋パワー、EMGおよびMMGの分析には、1回から5回、6回から10回、11回から15回、16回から20回、および21回から25回のそれぞれ5回のデータから平均値を算出し統計処理を行った。

## 4. 研究成果

(1) 足関節背屈動作における異なる負荷強度での等張-短縮性収縮の筋パワー発揮能力(Power)は、相対的負荷強度が増加するに伴って若者と高齢者との差が顕著になった(図1)。また、角速度(Angular Velocity)は若者および高齢者ともに50%MVCの相対的負荷強度まで減少した(図1)。

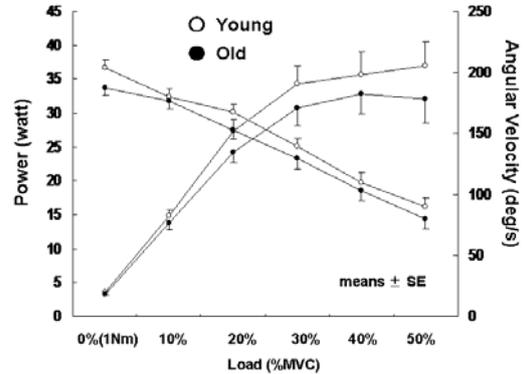


図1 異なる負荷による等張-短縮性収縮による足関節背屈の最大筋パワーと最大角速度

以上の結果から、相対的負荷強度の増加に伴う高齢者の筋パワー発揮能力の低下は、筋収縮速度の低下も関与していることが明らかになった。

(2) 筋パワー発揮は、高齢者および若者ともに最後の5回の筋収縮まで有意に低下し、その低下率は高齢者で18.3%、若者で15.1%であった。以上の結果から、筋パワー発揮の維持能力においても高齢者は若者より劣っていることが示唆された。

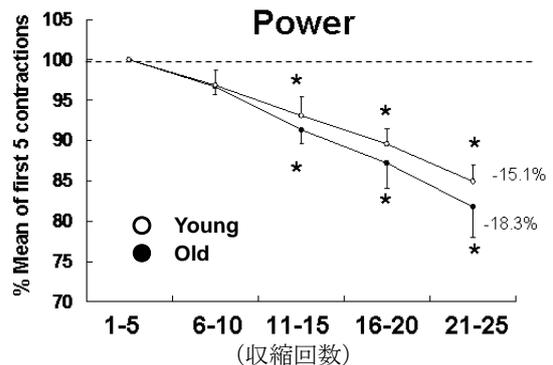


図2 足関節背屈等尺性最大随意筋力の20%の負荷で、等張-短縮性収縮を最大努力で25回実施した時の筋パワー(\*P<0.05, 1-5回の収縮の平均値と比して有意な低下)

図3は、筋収縮中に前脛骨筋から導出した筋電図(EMG)波形の平均値の変化を示している。正規化された筋電図は、最後の5回の筋収縮まで減少しなかった(図3)。筋電図

は主に中枢神経系の指標であり、本研究の若者および高齢者の筋パワー発揮の維持能力の減少(図2)に、筋電図で示されるような中枢性要因は関与していないことが推察された。

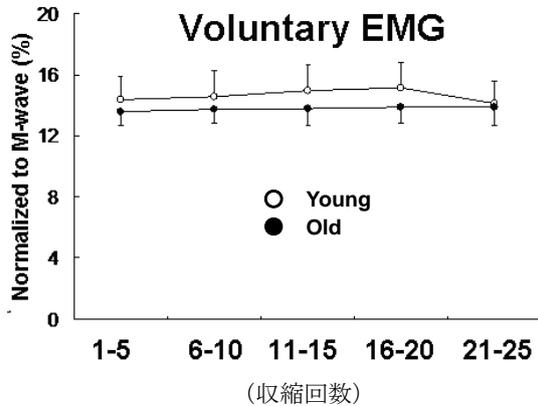


図3. 足関節背屈等尺性最大随意筋力の20%の負荷で、等張一短縮性収縮を最大努力で25回実施した時の筋電図(EMG)

図4は、筋収縮中に前脛骨筋から導出した筋音図(MMG)波形の平均値の変化を示している。最初の5回の筋収縮中のMMGは、最後の5回のそれよりも若者で24.3%低下し、高齢者では32.5%も低下していた。したがって、本研究で得られた、高齢者の筋パワー発揮の維持能力が若者のそれより劣っていた原因には、MMGで示されるような筋の機械的要因、すなわち末梢性要因が関与していることが推測された。

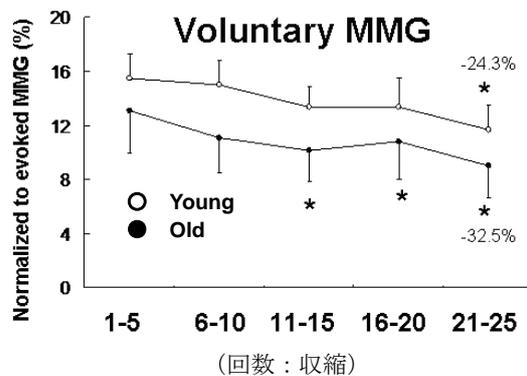


図4. 足関節背屈等尺性最大随意筋力の20%の負荷で、等張一短縮性収縮を最大努力で25回実施した時の筋音図(MMG)  
(\* $P < 0.05$ , 1-5回の収縮の平均値と比して有意な低下)

総じて、繰り返しの筋活動によって高齢者にも活動後増強効果がみられ、その効果は若者より低く、その原因として活動後増強に対する筋の機械的要因(末梢性要因)の低下が関与すると報告されており(Shima et al. 2006)、活動後増強の低下あるいは筋の機械的要因の低下が筋パワー発揮能力も低下させることが推察された。

## 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4件)

- ① Ohta Y, Shima N, Yabe K In vivo behaviour of human muscle architecture and mechanomyographic response using the interpolated twitch technique. Journal of Electromyography and Kinesiology, Volume 19, Issue 3, e154-e161, 2009, 査読有.
- ② Jones GR, Rice CL, Shima N, Jakobi JM Relationship of muscle fatigue and muscle activity on functional performance tasks in older adults Journal of Aging and Physical Activity, Volume 16, Supplement 1, S7, 2008, 査読有.
- ③ Ohta Y, Shima N, Yabe K. Superimposed mechanomyographic response at different contraction intensity in medial gastrocnemius and soleus muscles. International Journal of Sport and Health Science, Volume 5, 63-70, 2007, 査読有.
- ④ Shima N, McNeil CJ, Rice CL. Mechanomyographic and electromyographic responses to maximal concentric contractions of dorsiflexors in young and old men. Medicine and Science in Sports and Exercise, Volume 39 Supplement, 433, 2007, 査読有.

[学会発表] (計2件)

- ① Shima N, Ohta Y. Effect of postactivation potentiation on endurance time in the dorsiflexors. 13th Annual Congress European College of Sport Science, 2008年7月12日, Estoril (Portugal).
- ② Ohta Y, Shima N, Yabe K. In vivo behavior of muscle architecture and mechanomyographic response during interpolated twitch. XXIth Congress of the International Society of Biomechanics, 2007年7月5日, Taipei (Taiwan).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島 典広 (SHIMA NORIHIRO)

鹿屋体育大学・体育学部・助教

研究者番号：70363653

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

研究協力者

太田洋一 (OHTA YOICHI)

鹿屋体育大学・研究補助員