

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700630

研究課題名(和文) 1回のトレーニングセッションによる筋の一過性の応答と長期的効果の関連

研究課題名(英文) Association between acute responses of muscle after one session of resistance exercise and chronic adaptation induced by resistance training

研究代表者

若原 卓 (WAKAHARA TAKU)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助手

研究者番号：20508288

研究成果の概要(和文)：

本研究は、レジスタンストレーニングの1セッション(1日分)後に観察される一過性の応答と、そのトレーニングセッションを長期的に継続した際の効果との関連を明らかにすることを目的とした。単関節動作(実験1)および多関節動作(実験2)を対象とした一連の実験の結果、1回のトレーニングセッションにおける筋活動の部位差は、長期(3ヶ月程度)のトレーニングによる筋肥大の部位差に対応することが示された。

研究成果の概要(英文)：

The purpose of the present study was to clarify the association between acute responses of muscle after one session of resistance exercise and chronic adaptation induced by resistance training. A series of experiments for the single-joint exercise (experiment 1) and multi-joint exercise (experiment 2) demonstrated that the regional difference in muscle activation in one session of resistance exercise corresponded to the regional difference in muscle hypertrophy induced by chronic (about 3 month) resistance training.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：骨格筋、筋活動、筋肥大、部位差

1. 研究開始当初の背景

レジスタンストレーニングは、パフォーマンスの向上を目指すアスリートのみならず、健康づくりを目指す一般の人々まで幅広く実施されている。レジスタンストレーニングにより得られる効果の実態を明らかにし、トレーニングプログラムやリハビリテーションプログラムの作成、運動処方に役立つ基礎的な知見を収集することは、スポーツ科学領域の研究において、もっとも重要な課題の1つと考えられる。

レジスタンストレーニングによって得られる効果（筋力の増加、筋肥大）は、トレーニングプログラムの内容（負荷、収縮回数、動作、休息时间など）に依存する。そのため、レジスタンストレーニングによる筋力増加や筋肥大を効果的に引き起こすためには、適切なプログラムに基づいてトレーニングを実施する必要がある。しかし、トレーニングプログラムを構成する要素の組み合わせは膨大に存在し、トレーニング効果の差異を見極めるためには長期間を要することから、「適切なプログラム」の内容については明らかでない部分が多い。本研究では、レジスタンストレーニングの1セッション（1日分）を行った直後に観察される筋の一過性の応答に着目し、それと長期的なトレーニングによる適応との関連について検討を行った。それらの関連が深いのであれば、一過性の応答から長期のトレーニング効果を予測することが可能となるため、トレーニングプログラムの内容を長期的に検証するための時間と労力を軽減させることができる。

2. 研究の目的

本研究は、レジスタンストレーニングの1セッション直後に観察される一過性の応答と、そのトレーニングセッションを長期的に継続した際の効果との関連を明らかにすることを目的とした。筋の一過性の応答を表す指標として、磁気共鳴画像(Magnetic Resonance Image: MRI)法により求められる横緩和時間(T2)に着目した。この筋のT2は高強度運動の直後に増加すること、また運動後のT2増加は筋活動の指標となることが、先行研究により示されている。一方、長期的なトレーニングによる効果の指標として、筋断面積の増加率を用いた。

3. 研究の方法

実験1

レジスタンストレーニングを日常的に実施していない成人男性12名に、肘関節伸展-屈曲動作（ライイングトライセプスエクステンション）によるレジスタンストレーニングを1セッション行わせた。1回最大挙上重量の80%に相当する重量のダンベルを用いて、上記運動の8回の反復を1セットとし、5セット行わせた。トレーニングセッションの前と直後に、MRI法を用いて上腕のT2強調画像を近位（肩に近い部位）から遠位（肘に近い部位）にわたって撮影し（図1）、上腕三頭筋のT2を計測した。別の成人男性12名（日常的にレジスタンストレーニングを実施していない人）に、一過性の実験と同一のプログラムによるレジスタンストレーニングを週3回の頻度で、12週間行わせた。トレーニング期間の前後にMRIを撮影し、上腕三頭筋の断面積を近位から遠位まで計測した。1回のトレーニングセッションによるT2増加の部位差と、12週間のレジスタンストレーニングによる筋断面積の増加率の部位差について検討を行った。

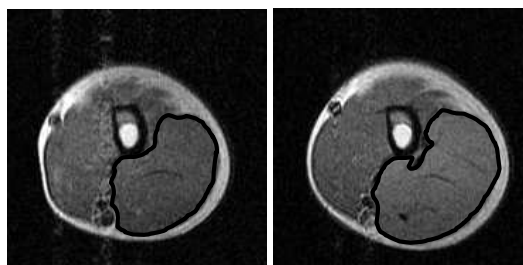


図1 1回のトレーニングセッション前(左)および直後(右)に撮影した上腕のMRI。図中の黒枠は、本研究で対象とした上腕三頭筋を表す。セッション後(右)の画像では、上腕三頭筋の輝度が増している(白くなる)。この輝度の変化は、T2の変化として定量化できる。

実験2

レジスタンストレーニングを日常的に実施していない成人男性12名に、上肢の多関節動作（ダンベルプレス）によるレジスタンストレーニングを週3回の頻度で、12週間行わせた。初回のトレーニングセッション前後に上腕のT2強調MRIを撮影し、上腕三頭筋のT2を近位から遠位にわたって計測した。また、12週間のトレーニング前後に撮影した

MRI から上腕三頭筋の断面積を近位から遠位にわたって測定した。初回のトレーニングセッションによる T2 増加の部位差と、12 週間のレジスタンストレーニングによる筋断面積の増加率の部位差について検討を行った。

4. 研究成果

実験 1

肘関節伸展-屈曲動作によるトレーニングの 1 セッション後に観察された T2 の変化は、上腕三頭筋の遠位に比べて近位でより顕著であった (図 2)。同様に、12 週間のトレーニングによる筋断面積の増加率も、上腕三頭筋の遠位に比べて近位で高かった。そして、1 回のトレーニングセッションによる T2 変化率が高かった部位ほど、長期のトレーニングによる筋の肥大率も高かった (図 3)。

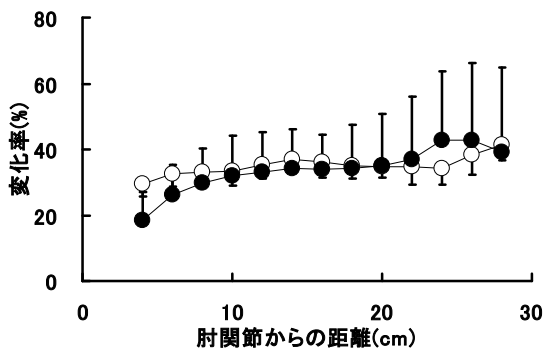


図 2 肘関節からの距離と T2 (○) および筋断面積 (●) の変化率の関係。T2・筋断面積ともに遠位 (肘関節からの距離は短い) に比べて近位 (肘関節からの距離は長い) で高い変化率を示した。

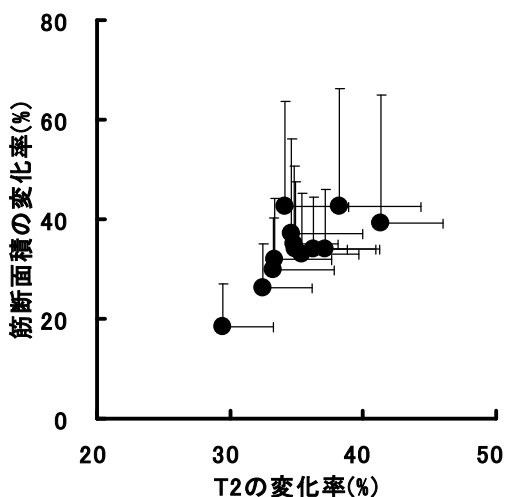


図 3 T2 の変化率と筋断面積の変化率の関係。T2 の変化率が高い部位ほど、筋断面積の変

化率も高い傾向が認められた。

実験 2

上肢の多関節動作によるトレーニングの 1 セッション後にみられた T2 変化は、上腕三頭筋の近位に比べて中間位から遠位で有意に大きかった。同様に、12 週間のトレーニングによる筋断面積の増加率も、上腕三頭筋の近位に比べて中間位から遠位で有意に高かった。そして、1 回のトレーニングセッションによる T2 の変化率が高かった部位ほど、長期のトレーニングによる筋断面積の増加率も高かった (図 4)。

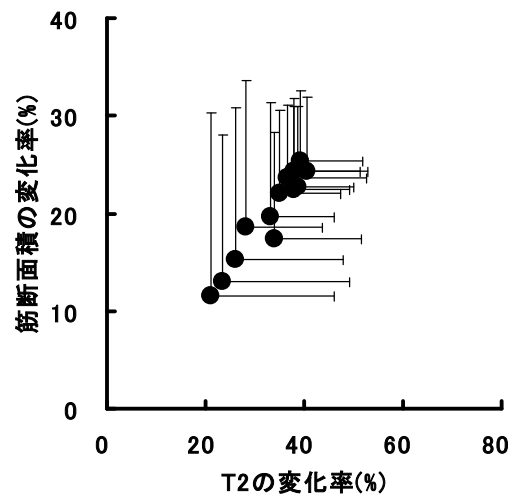


図 4 T2 の変化率と筋断面積の変化率の関係。

T2 の変化率が高い部位ほど、筋断面積の変化率も高い傾向を示した。

実験 1、2 のいずれにおいても、1 回のトレーニングセッションによる T2 変化の部位差と長期のトレーニングによる筋肥大の部位差に対応が認められた。これまでに実施された多くの研究において、レジスタンストレーニングによって引き起こされる筋肥大は、同一筋内で一様に生じるわけではなく、部位 (近位部-遠位部) によって異なることが報告されてきた。しかし、その要因については明らかにされていなかった。本研究で行った一連の研究の結果、レジスタンストレーニングによる筋肥大の部位差は、トレーニングセッションにおける筋活動の部位差に起因することが示唆された。

肘関節の単関節動作を用いた実験 1 で得られた結果と、上肢の多関節動作を用いた実験 2 で得られた結果は、まったく逆の傾向を示した。すなわち、T2 変化および筋断面積の増加率ともに、実験 1 では上腕三頭筋の近位で顕著であったのに対し、実験 2 では中間

位から遠位にかけて顕著であった（図5）。この要因として、上腕三頭筋を構成する各頭（長頭、内側頭、外側頭）の活動が動作により異なることが推察された。三頭のうち、内側頭と外側頭は、肘関節のみに跨っているが、長頭は肩関節と肘関節の両関節に跨っている。そのため、肘関節伸展-屈曲のみの単関節動作（実験1）と、肩関節屈曲-伸展と肘関節伸展-屈曲の組み合わせさせた多関節動作（実験2）とでは、長頭における動作中の筋活動に差があったと考えられた。また、上記の結果はレジスタンストレーニングで実施する動作によって、筋の肥大部位が大きく異なることを示している。筋の肥大部位は、体肢の質量中心位置および慣性モーメント（回転のしにくさを表す指標）に影響を及ぼすことから、トレーニングプログラムを作成する際には、トレーニング動作に応じた肥大部位の差を考慮に入れる必要があると言える。

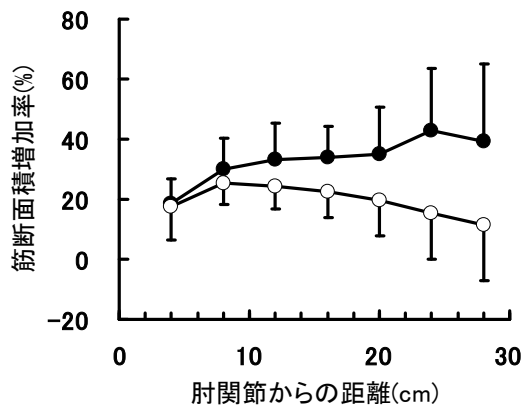


図5 肘関節からの距離と筋断面積増加率の関係。単関節動作によるトレーニング（●）と多関節動作によるトレーニング（○）では、筋断面積の増加パターンが異なっていた。

本研究で得られた成果は、わずか1回のトレーニングセッションによる T2 変化の部位差から、長期的なトレーニングによる筋肥大の部位差を予測できる可能性があることを示す。しかし、トレーニングセッション直後の T2 変化を「適切なプログラム」の作成に応用するためには、負荷や収縮時間、休息时间などが異なるトレーニングプログラムを実施させた場合にも T2 変化が筋肥大の差を反映するか、あるいは、本研究で対象とした成人男性以外の対象者や上腕三頭筋以外の筋にも適用可能であるか、などについて検証する必要がある。こうした点については、今後の検討課題である。

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）

〔学会発表〕（計1件）

1. 若原卓、宮本直和、杉崎範英、村田浩一郎、金久博昭、川上泰雄、福永哲夫、矢内利政、1回のトレーニングセッションによる筋の一過性の応答と長期のトレーニングによる筋肥大との関連 T2 および筋断面積の変化の部位差に着目して 日本バイオメカニクス学会第21回大会、2010年8月29日、東京

6. 研究組織

(1)研究代表者

若原 卓 (WAKAHARA TAKU)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助手

研究者番号：20508288