

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 26 日現在

機関番号：32520

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25750297

研究課題名(和文)筋力トレーニング条件に応じた至適回復期間の検討：筋形状および神経活動に着目して

研究課題名(英文) Training-induced changes in muscle architecture and neuromuscular activity following one-session of high- and low-intensity resistance training.

研究代表者

光川 眞壽 (MITSUKAWA, NAOTOSHI)

東洋学園大学・人間科学部・講師

研究者番号：60583408

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、筋肥大および筋持久力向上を目的とした筋力トレーニング後の最大筋力、筋形状および神経活動の変化を明らかにすることを目的とした。筋力トレーニング習慣のある者が、筋肥大条件のトレーニング後、最大筋力はトレーニング前と比較してトレーニング直後および1日後まで有意に低下した。一方、筋持久力条件では、直後のみ有意に低下し、1日後は有意な変化はみられなかった。トレーニング習慣のない者は、両条件ともにトレーニング直後のみ有意に低下し、1日後に有意な差はみられなかった。これらの結果から、筋力トレーニング後の最大筋力は、トレーニング条件およびトレーニング習慣の有無によって変化することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to investigate training-induced changes in muscle architecture and neuromuscular activity following one-session resistance training programmed for muscle hypertrophy, high-intensity and low number of repetitions, or muscular endurance, low-intensity and high number of repetitions, for trained and untrained men. In the trained men, maximal strength significantly decreased only after a training session for muscle hypertrophy, which last until the following day. In the untrained men, in contrast, maximal strength significantly decreased after both training conditions, which did not last until the following day. These results indicate that training-induced changes in maximal strength depend on regular resistance training and training conditions.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：筋力トレーニング 最大筋力 筋持久力 筋肥大 回復応答

1. 研究開始当初の背景

トレーニング科学の分野において、長期的な筋力トレーニング効果を最大限に引き出すプログラムを作成することは、最も重要な課題の一つである。そのためには、トレーニング後に至適な回復期間を設定する必要がある。仮に、至適な回復期間よりも短い、あるいは長い状態で次のトレーニングを実施した場合、その後には得られるトレーニング効果は低いとされている (Zatsiorsky と Kraemer, 2006)。これまでに、筋力トレーニング後の至適な回復期間に関する指針が提示されているもの (Zatsiorsky と Kraemer, 2006: 表 1) トレーニング条件が抽象的 (「大きな負荷」、「中くらいの負荷」など) なたため、現場で実施されている筋力トレーニング条件に応用することが困難である。また、回復期間の数値に対する科学的根拠が提示されていないため、この指針は経験則によって提案されている可能性も指摘できる。つまり、現在使用されている指針が本当に最適であるかは科学的に実証されていないのである。

本研究は、スポーツ現場において使用されている筋力トレーニング条件を対象に、筋力トレーニング後の至適な回復期間について、科学的根拠に基づいた指針を提案しようとするものである。

2. 研究の目的

長期的な筋力トレーニング効果を得るためには、トレーニング条件に応じた至適な回復期間を設定する必要がある。これまでに、筋力トレーニング後の至適回復期間に関する指針が提示されているものの、その科学的根拠に関する研究は皆無である。本研究では、筋肥大および筋持久力向上を目的とした各筋力トレーニング条件における、トレーニング後の回復期間中の最大筋力、筋形状および神経活動の変化 (回復応答) を観察し、筋力トレーニング条件に応じた至適回復期間を明らかにする。さらに、筋力トレーニング習慣のある者となない者の回復応答の違いについても検討する。以上を通じて、筋力トレーニング条件およびトレーニング習慣の有無に応じた至適回復期間に関する指針を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

【実験】

筋力トレーニング習慣のある者を対象とした筋力トレーニングに対する回復応答

被験者は、筋力トレーニング習慣のある 20 歳代男性 14 名であった。被験者は週に 1 回以上の筋力トレーニングを最低 1 年半以上は継続しているものとした。実験手順として、はじめに、最大筋力、筋形状、神経活動に関する測定 (事前測定) を実施し、次に筋力トレーニングを実施した。その後、事前測定と同様の測定をトレーニング直後、1 日後に実

施した (事後測定)。以上の測定を通じて、トレーニング後の回復期の筋形状・神経活動を検討した。詳細な測定方法については以下のとおりである。

<事前測定項目>

1) 最大等尺性肘関節屈曲筋力

被験者は筋力計 (特注品: 大陽工業社製) に右腕が肩関節角度 90 度、肘関節角度 90 度 (完全伸展位 0 度) の状態になるように座り、最大下での等尺性肘関節屈曲筋力を数回発揮した後、全力での筋力発揮を十分な休息をはさみ 2 回実施した。筋力計にて得られた筋力値の最大値を求め、2 試行のうち記録の高い値を代表値とした。

2) 筋厚

超音波組織画像取得装置 (ProSound2: 日立アロカメディカル社製) を用いて、安静立位時の上腕前面部の B モード超音波縦断画像を取得した。測定位置は上腕長 (肩峰から上腕骨外果) 近位 60% 位置とした。

3) 表面筋電図

等尺性筋力発揮中に、上腕二頭筋および腕橈骨筋の筋腹部から表面筋電図を取得した。得られた筋電図は全波整流した後、筋力の最大値付近の 0.5 秒間の平均筋電位を算出した。

<筋力トレーニング>

筋力トレーニングとして、ダンベルを用いた右腕のアームカールを実施した。事前測定の 1 週間前までに、ダンベルを用いて最大挙上重量 (1RM) を 3RM 推定法により計測した。得られた 1RM から各トレーニング条件の強度を設定した。

以下の筋力トレーニングの 2 条件は、疲労回復期間を考慮して、1 週間以上の間隔をあけて被験者ごとにランダムに実施した。なお、この期間、被験者は通常の筋力トレーニングは実施しない。

筋肥大を目的としたトレーニング条件 (筋肥大条件)

強度: 75% 1RM、回数: 8 回、セット数: 5 セット、セット間休息: 120 秒

筋持久力向上を目的としたトレーニング条件 (筋持久力条件)

強度: 50% 1RM、回数: 15 回、セット数: 4 セット、セット間休息: 60 秒

被験者が筋力トレーニング中に、課題を遂行出来なくなった場合は、検者が補助することで設定した回数を実施した。また、補助回数が回数の半分を超えた場合は、重量を 1kg 下げて実施した。

<事後測定項目>

事前測定項目と同様の測定をトレーニング直後、1 日後に行った。

<データ分析>

等尺性最大肘関節屈曲筋力が筋力トレーニング直後および1日後にどのような経時変化を示すかについて、トレーニング条件毎に検討した。トレーニング条件および時間の影響を検討するために、統計ソフト(SPSS, IBM)を用いて二元配置の分散分析を行った。また、各条件内の時間の影響を検討するために、一元配置の分散分析を行った。なお、有意水準は危険率5%未満($p < 0.05$)とした。

【実験】

トレーニング習慣のない者を対象としたトレーニングに対する回復応答の検討

被験者は、トレーニング習慣のない20~30歳代男性7名であった。実験手順、事前測定項目、事後測定項目については原則実験と同様の内容にて実施した。ただし、筋力トレーニング方法については、ニー・エクステンションとした。また、筋厚の測定は大腿部前面および外側とした。

<事前測定項目>

1) 等尺性膝関節伸展筋力

被験者は股関節および膝関節角度80度(完全伸展位0度)の姿勢にて筋力計(特注品: VINE社製)に座り、右脚を対象に全力での膝関節伸展筋力を発揮した。

2) 筋厚

超音波組織画像取得装置(ProSound2: 日立アロカメディカル社製)を用いて、安静時の大腿部前面および外側部のBモード超音波縦断画像を取得した。測定位置は大腿長近位50%位置とした。

3) 表面筋電図

筋電図電極は、外側広筋、大腿直筋、内側広筋に貼付し、力発揮中の筋電図を取得した。

<筋力トレーニング>

筋力トレーニングは、ニー・エクステンション(膝関節伸展運動)とした。

事前測定の1週間前までに、レッグエクステンションマシンでの最大拳上重量(1RM)を3RM推定法により計測する。得られた1RMから各トレーニング条件の強度を設定した。

以下の筋力トレーニングの2条件は、疲労回復期間を考慮して、1週間以上の間隔をあけて被験者ごとにランダムに実施した。なお、この期間、被験者は通常の筋力トレーニングは実施しない。

筋肥大を目的としたトレーニング条件(筋肥大条件)

強度: 75%1RM、回数: 8回、セット数: 5セット、セット間休息: 120秒

筋持久力向上を目的としたトレーニング条件(筋持久力条件)

強度: 50%1RM、回数: 15回、セット数: 4セット、セット間休息: 60秒

被験者が筋力トレーニング中に、課題を遂行出来なくなった場合は、検者が補助することで設定した回数を実施した。

<事後測定項目>

事前測定項目と同様の測定をトレーニング直後、1日後に行った。

<データ分析>

等尺性最大膝関節伸展筋力が筋力トレーニング後にどのような経時変化を示すかについて、トレーニング条件毎に検討した。

4. 研究成果

【実験】

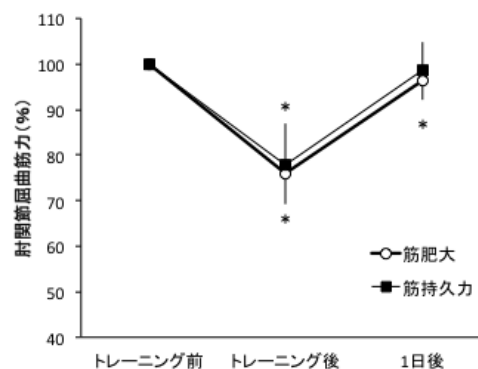
筋力トレーニング習慣のある者を対象とした筋力トレーニングに対する回復応答

実験の目的は筋力トレーニング習慣のある者が筋肥大条件および筋持久力条件による筋力トレーニング後の最大筋力の回復応答を明らかにすることであった。その結果、HY条件では、トレーニング前は、 53.4 ± 8.1 Nm(平均値±標準偏差)、直後には、 40.6 ± 8.0 Nm、1日後は 51.5 ± 8.1 Nmであった(表1)。トレーニング前を100%とした場合、直後には 75.7 ± 6.8 %、1日後には 96.1 ± 4.2 %であった(図1)。EN条件では、トレーニング前は 54.2 ± 8.2 Nm、直後は 41.5 ± 9.8 Nm、1日後は 52.7 ± 9.1 Nmであった(表1)。トレーニング前を100%とすると、トレーニング直後は 75.9 ± 9.1 %、1日後は 97.1 ± 6.0 %であった(図1)。二元配置の分散分析の結果、交互作用はみられず、両条件間での最大筋力の経時変化パターンに有意な差はみられなかった。各条件にて一元配置の分散分析の結果、トレーニング前と比較して、トレーニング直後が有意に低下した($p < 0.05$)。一方、1日後はトレーニング前と比較して筋肥大条件では有意に低下したままであったが、筋持久力条件では有意な差はみられなかった。

表1. 肘関節屈曲筋力の変化

	トレーニング前	トレーニング後	1日後
筋肥大条件 (Nm)	53.4 ± 8.1	40.6 ± 8.0 *	51.5 ± 8.1 *
筋持久力条件 (Nm)	54.2 ± 8.2	41.5 ± 9.8 *	52.7 ± 9.1

* $p < 0.05$ トレーニング前との比較
平均値±標準偏差



* $p < 0.05$ トレーニング前との比較

図1. 肘関節屈曲筋力の変化(相対値)

これらの結果から、筋力トレーニング直後の筋力低下の度合いに両条件で差がないこと、筋肥大条件では、1日後はトレーニング前の筋力レベルまで回復していないこと、筋持久力条件ではトレーニング前の筋力レベルに回復していることが明らかとなった。

本実験の条件設定において、トレーニングによる総仕事量は条件間で同一とした。異なる条件は負荷、強度、回数、セット数およびセット間休息である。これらいずれかの要素が条件間の回復応答の差に影響したと考えられる。

【実験】

トレーニング習慣のない者を対象としたトレーニングに対する回復応答の検討

実験の目的は筋力トレーニング習慣のない者が筋肥大条件および筋持久力条件による筋力トレーニング後の最大筋力の回復応答を明らかにすることであった。その結果、筋肥大条件では、トレーニング前は、 207.1 ± 41.0 Nm (平均値 \pm 標準偏差)、直後は 142.2 ± 48.1 Nm、1日後は 189.4 ± 39.0 Nm であった(表2)。トレーニング前を100%とした場合、直後には $69.0 \pm 19.5\%$ (平均値 \pm 標準偏差)、1日後には $91.7 \pm 7.5\%$ であった(図2)。筋持久力条件では、トレーニング前は 206.0 ± 50.1 Nm、直後は 131.5 ± 44.8 Nm、1日後は 194.2 ± 44.4 Nm であった(表2)。トレーニング前を100%とした場合、直後は $63.9 \pm 15.9\%$ 、1日後は $94.6 \pm 6.7\%$ であった(図2)。二元配置の分散分析の結果、交互作用はみられず、両条件間での最大筋力の経時変化パターンに有意な差はみられなかった。各条件にて一元配置の分散分析の結果、両条件ともにトレーニング前と比較して、トレーニング直後が有意に低下した ($p < 0.05$)。一方、トレーニング前と比較して1日後に有意な差はみられなかった。

表2. 膝関節伸筋筋力の変化

	トレーニング前	トレーニング後	1日後
筋肥大条件 (Nm)	207.1 ± 41.0	$142.2 \pm 48.1^*$	189.4 ± 39.0
筋持久力条件 (Nm)	206.0 ± 50.1	$131.5 \pm 44.8^*$	194.2 ± 44.4

平均値 \pm 標準偏差

* $p < 0.05$ トレーニング前との比較

これらの結果から、トレーニングによる筋力低下の度合いは両条件において差がないこと、両条件において、1日後にはトレーニング前の筋力レベルまで回復することが明らかとなった。

実験およびを通して、筋力トレーニングの対象部位が異なるものの、トレーニング習慣のある者は、筋肥大条件における1日後の回復がトレーニング前のレベルまで回復していなかった。したがって、筋肥大条件による筋力トレーニング後の最大筋力がトレーニングまでのレベルまで回復する期間は1日以降であることが明らかとなった。一方、

筋持久力条件ではトレーニング習慣のあるなしにかかわらず、トレーニング前のレベルまで回復することが明らかとなった。この結果は、筋持久力条件ではトレーニング1日後には、トレーニング前のレベルまで回復することを示唆している。

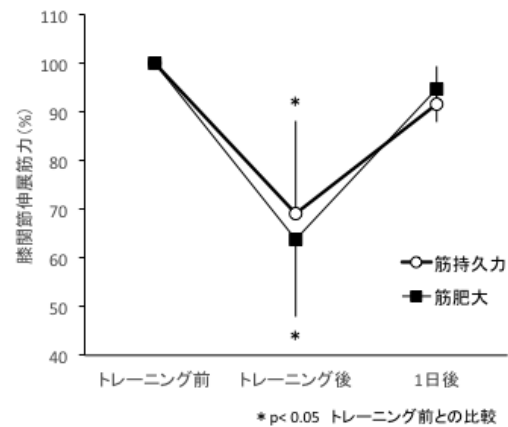


図2. 膝関節伸筋筋力の変化(相対値)

以上のように、筋力トレーニング後の回復応答は筋力トレーニング条件によって異なること、また、トレーニング習慣の有無によっても変化することが明らかとなった。

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 5 件)

Abe T, Thiebaud RS, Loenneke JP, Mitsukawa N.

Association between toe grasping strength and accelerometer-determined physical activity in middle-aged and older women. The Journal of Physical Therapy Science, in press (2015). (査読有り)

Abe T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Ogawa M, Mitsukawa N.

Age-related site-specific muscle loss in the thigh and zigzag walking performance in older men and women.

Acta physiologica Hungarica, 101(4):488-95, 2014. (査読有り)

Abe T, Thiebaud RS, Loenneke JP, Ogawa M, Mitsukawa N

Association between forearm muscle thickness and age-related loss of skeletal muscle mass, handgrip and knee extension strength and walking performance in older men and women: a pilot study

Ultrasound in Medicine and Biology, 40(9): 2069-2075, 2014. (査読有り)

Abe T, Ogawa M, Thiebaud RS, Loenneke JP, Mitsukawa N

Is muscle strength ratio a criterion for diagnosis of site-specific sarcopenia? Geriatrics and Gerontology International, 14(4): 837-44, 2014. (査読有り)

Abe T, Ogawa M, Loenneke JP, Thiebaud RS, Loftin M, Mitsukawa N
Association between site-specific muscle loss of lower body and one-leg standing balance in active women: The HIREGASAKI study
Geriatrics and Gerontology International 14(2): 381-387, 2014. (査読有り)

〔学会発表〕(計 1 件)

光川眞壽、小川まどか、川上泰雄
下肢にみられる部位特異的サルコペニアと身体活動量の関係
日本体育学会第64回大会 2013年8月28-30日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県、草津市)

〔図書〕(計 1 件)

田中菊子編著、光川眞壽、澁谷智久、芳地泰幸、水野基樹、今野亮 著
スポーツ科学概論
創成社、182ページ、担当：第2章 21-57ページ、2014年

〔その他〕

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

光川眞壽 (MITSUKAWA NAOTOSHI)
東洋学園大学・人間科学部・専任講師
研究者番号：60583408

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし