

平成 29 年 8 月 23 日現在

機関番号：57403

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870816

研究課題名(和文)筋力トレーニング中の経頭蓋磁気刺激が筋パフォーマンスに与える効果の検討

研究課題名(英文) Suprathreshold TMS during maximal voluntary biceps brachii contraction improves muscle performance

研究代表者

高橋 恭平 (TAKAHASHI, KYOHEI)

熊本高等専門学校・共通教育科(熊本キャンパス)・准教授

研究者番号：20585492

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、3日間の上腕二頭筋における筋力トレーニング中にヒト大脳皮質運動野へ対して施す経頭蓋磁気刺激(TMS)が筋パフォーマンスを高めるかどうか検証した。

その結果、右上腕二頭筋における最大随意収縮中にTMSを当てた群の発揮筋力は、当てなかった群と比較して有意に高まった。これは、通常の筋力トレーニングと比較して、TMSを施すことで、より早い中枢神経系の適応が認められたことによるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)： In this study, we aimed to determine whether TMS to the biceps brachii muscle during intermittent MVC for 3 days would affect muscle performance.

Our results suggest that suprathreshold TMS to the biceps brachii muscle during intermittent MVC for 3 days improved muscle performance. This suggests that TMS during intermittent MVC facilitated earlier activation of a previously inactive motor pathway before training.

研究分野：運動神経生理学

キーワード：効果的な筋力向上 神経筋の適応

### 1. 研究開始当初の背景

スポーツパフォーマンスに及ぼす筋力の影響は大きい。競技種目によっては、筋力の高低がパフォーマンスの大部分を決めてしまうものもある。したがって、アスリートにとって随意的に発揮できる筋力をいかに効果的・効率的に高めるかは重要な課題である。

随意的な筋力を高めるためには、随意的に動員することが出来なかった筋線維を動員できるようにすることが不可欠である。筋力トレーニングはその方法の一つであり、トレーニングをある一定期間反復することで筋・神経系が刺激され、トレーニング前には動員されることのなかった筋線維が新たに動員されるようになる(Akima et al. 1999)。随意的な筋力トレーニングでは、個人差はあるものの成果が表れるまでにある程度の期間を要するのが一般的である。

近年、最大随意筋収縮中の経頭蓋磁気刺激(以下、TMS)は、一時的に筋力を向上させることが報告された(Urbach et al. 2005)。TMSは経頭蓋的・非侵襲的に痛みを伴わず大脳皮質を刺激することが出来ることから、神経内科など医療現場をはじめ、スポーツ科学研究でも幅広く使用されている。Urbach et al. (2005)は、随意的に動員・賦活させることの出来ない大脳皮質運動野内の錐体ニューロンをTMSにより外的に刺激し、賦活させることで筋力を短時間で一時的に高めることが出来たとしている。

### 2. 研究の目的

本研究ではUrbach et al. (2005)の手法を応用し、筋力トレーニング中に大脳皮質運動野へのTMSを併用することで、より効果的・効率的に高い筋パフォーマンスを発揮できるようにすることを目的とする。これが明らかになれば、医療・介護現場においても高齢者に対するパワーリハビリテーションで新たな手法を提案できる可能性がある。

### 3. 研究の方法

14名の健康な被験者は、トレーニング(以下、Tr.)中に単発TMSを施されるTr.+単発TMS群(7名)とトレーニングのみのTr. only群(7名)の2群に無作為に分類された。実施した1日のトレーニングは、右上腕二頭筋における5秒間の最大随意収縮(以下、MVC)を1分間の休息を挟んで5回繰り返すという内容で、これを3日間連続で実施した。Tr.+単発TMS群においては、その5秒間MVC中3秒目に単発TMS(刺激強度:安静時閾値の120%)が右上腕二頭筋を支配している大脳皮質運動野に対して施された。トレーニング前のMVC測定を行った後適切な休息を挟みトレーニングを行い、トレーニング終了10分後にMVC測定を実施した(図1)。なお、本研究は、日本臨床神経生理学会「磁気刺激法に関

する委員会報告」(2007年指針)に基づき計画した。

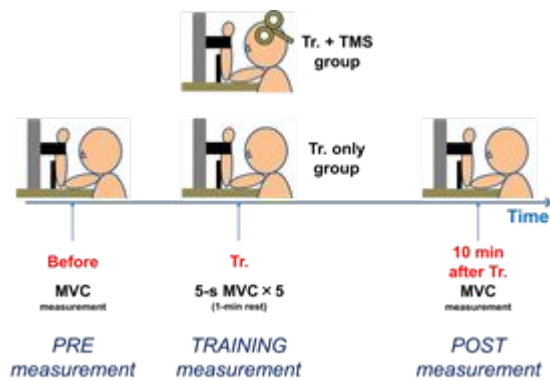


図1. 1日の実験手順

### 4. 研究成果

本研究では、上腕二頭筋におけるMVC中にその筋を支配している大脳皮質運動野に対してTMSを施し、TMSを施さない群と比較して筋パフォーマンスを高めるかどうか検証した。

図2は、両群の各日トレーニング前MVC測定における1日目平均値に対する2日目および3日目の変化率を示している。両群共に1日目と比較して、2日目、3日目と上昇傾向にあったものの、両日共に両群間で統計的有意差は確認されなかった。

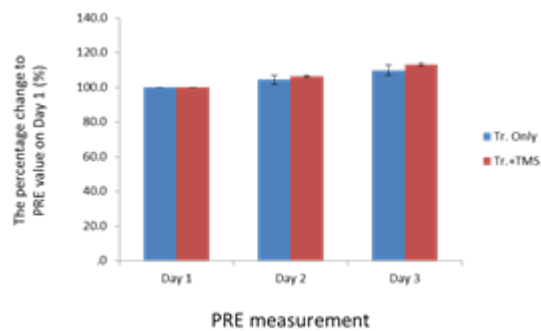


図2. トレーニング開始前MVC値の比較

図3は、両群の各日トレーニング(5秒間×5回 休憩1分)中に発揮された筋力における1日目平均値に対する2日目および3日目の変化率を示している。1日目と比較して、両群共に2日目から3日目にかけて上昇傾向にあったが、3日目において、Tr.+単発TMS群がTr. only群と比較して11.7%統計的有意に高値を示した( $P < 0.05$ )。一方、2日目において両群間に有意差は確認されなかった。

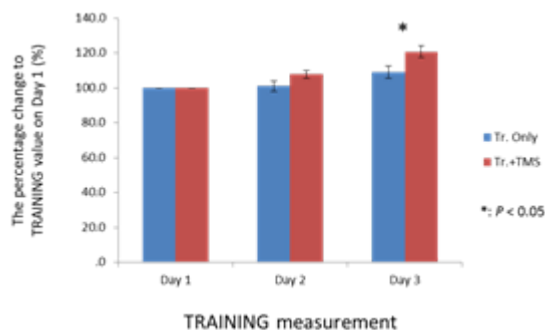


図3. トレーニング中発揮筋力の比較

図4は、両群のトレーニング終了後10分目に実施したMVC測定における1日目平均値に対する2日目および3日目の変化率を示している。トレーニング中発揮筋力同様、2日目において統計的有意差は認められなかったが、3日目において、Tr.+単発TMS群がTr. only群と比較して11.2%有意に高値を示した( $P < 0.05$ )。

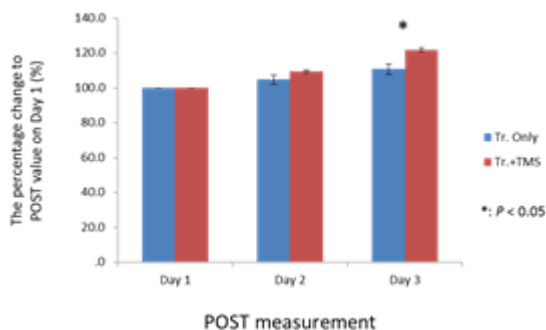


図4. トレーニング終了後MVC値の比較

図5は、両群のトレーニング開始前MVC値に対する終了後MVC値の変化率を比較したものである。両群共に3日間全てにおいてトレーニング開始前のMVC値よりも終了後のMVC値の方が低下していたが、2日目、3日目と低下率が低下する傾向にあった。しかしながら、両群間においてその低下率の差は統計的有意差には至らなかったものの2日目から顕著に表れ、3日目においてはTr.+単発TMS群がTr. only群と比較し4.5%統計的有意に高値を示した( $P < 0.05$ )。

これらの結果は、筋力トレーニング中の大脳皮質運動野へのTMSが、最大筋力を高めるだけでなく、筋の持久力も効果的に高められる可能性を示唆している。

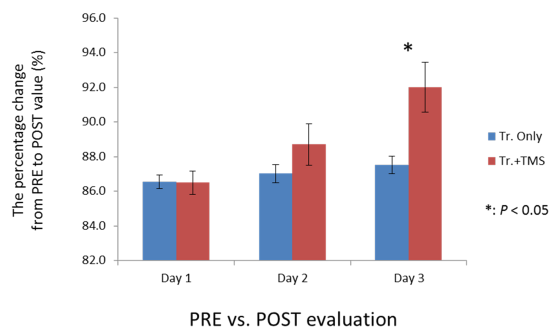


図5. トレーニング開始前MVC値に対する終了後MVC値の変化率の比較

以上の成果より、筋力トレーニング中の大脳皮質運動野へのTMSは、通常の筋力トレーニングよりも効果的且つ効率的に高い筋パフォーマンスを発揮出来るようになることを示唆している。特に、本研究で実施したトレーニングプログラムにおいては、3日目から顕著に両群間に統計的有意差が生じた。筋力トレーニング中に大脳皮質運動野に対してTMSを施すことでより早い中枢神経系の適応が認められたことによるものと考えられる。

今回実施予定であったトレーニング期間中の中枢神経系の興奮性の検証が、平成28年4月に発生した熊本地震の影響で滞ってしまったため、今後も引き続き検証を進めていく。

また、本研究では小筋群における筋力トレーニングであったが、今後は大筋群、例えばハムストリングス等の筋を対象としたトレーニング中の大脳皮質運動野へのTMS適用も実施したい。さらに、今回のようにスタティックな運動のみならず、ダイナミックな運動時にもTMSを適用した効果を検証し、アスリート支援はもちろんのこと、医療・介護現場に対する貢献を目指したい。

## 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0件)

[学会発表](計1件)

Kyohai TAKAHASHI, Atsuo NURUKI, Takaaki NAKAMA, Masaki GOTO, Suprathreshold TMS during maximal voluntary biceps brachii contraction improves muscle performance, 21st Annual Meeting of The Organization for Human Brain Mapping, 2015/6/14-18, Hawaii Convention Center

〔図書〕(計1件)

大築立志, 鈴木三央, 柳原大, 正門由久, 河  
辺章子, 谷口有子, 木下博, 矢部京之助, 吉  
武康栄, 高橋恭平, 伊藤克浩, 山口潤, 北原  
エリ子, 野垣宏, 郭伸, 市村出版, 筋力発揮  
の脳・神経科学～その基礎から臨床まで～,  
2017, 188 (114-127)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高橋 恭平 (TAKAHASHI, Kyohei)  
熊本高等専門学校・共通教育科・准教授  
研究者番号: 20585492

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし

### (4) 研究協力者

なし