

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：32511

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19485

研究課題名（和文）伸張性収縮による繰り返し効果は神経機能も保護するか

研究課題名（英文）Does the repeated bout effect of eccentric contraction also protect nerve function?

研究代表者

植田 央 (UEDA, Hisashi)

帝京平成大学・健康医療スポーツ学部・講師

研究者番号：10791775

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、伸張性収縮（ECCs）後の短母指屈筋の運動および感覚神経伝導速度における対側（CL-RBE）および同側（IL-RBE）の繰り返し効果を調査することであった。合計32名の若年男性を対象に、2回のECCsを実施した。2回目のECCsは1回目から2週間後（n=11）、4週間後（n=10）、8週間後（n=11）の3群に分け、それぞれIL-RBEとCL-RBEでECCを行った。その結果、FPBMのECCsはSCVの有意な遅延を引き起こすことが示された。しかし、神経伝導速度に対する繰り返し効果は、すべてのインターバル条件群で有意差はみられなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、繰り返し効果および対側繰り返し効果について、神経科学的な観点（神経伝導速度）でメカニズムを解明するという点において独自性を有している。また、短母指屈筋は、神経伝導速度の測定が容易な正中神経に支配されているため、伸張性収縮が支配神経に与える影響を検討するのに最適なモデルである。伸張性収縮に伴う筋および神経損傷は、スポーツ現場で頻繁に観察される遅発性筋痛や肉離れ損傷の現象との関連性が指摘されているため、伸張性収縮が筋および神経に与える影響を理解することは、伸張性収縮を取り入れた運動療法の新規プログラム開拓に寄与できると考える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to investigate the contralateral (CL-RBE) and ipsilateral (IL-RBE) repeated bout effects in motor and sensory nerve conduction velocity (SCV) for flexor pollicis brevis muscle after eccentric contractions (ECCs). A total of 32 young healthy men were recruited for this study. The subjects performed the two bouts of ECCs. At first bout, ECCs of 1st session (ECCs-1st: n = 32), all subjects were randomly selected ECCs hand or non-exercise hand (either dominant or non-dominant hand). At second bout, three groups (2W-interval: n = 11, 4W-interval: n = 10, 8W-interval: n = 11) performed ECCs on the IL-RBE and CL-RBE respectively 2, 4, or 8 weeks after ECCs-1st. The present study showed that ECCs of the FPBM cause a significant delay in SCV. However, the repeated bout effects on nerve conduction velocity were not significantly different in all interval condition groups.

研究分野：スポーツ科学関連

キーワード：神経損傷 運動神経伝導速度 感覚神経伝導速度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

筋が引き伸ばされながら力を発揮する伸張性収縮(ECCs)は筋損傷を引き起こすことが広く知られており、その症状として、運動後に生じる等尺性最大筋力(MVC)の低下、関節可動域(ROM)の制限、遅発性筋痛(DOMS)、骨格筋の腫脹、血中クレアチンキナーゼ(CK)の増加などが報告されている。加えて、先行研究においても、ECCsは神経細胞の損傷および神経機能にも影響を及ぼすことが明らかとなっている。近年の我々の実験においてもヒト短母指屈筋(FPBM)にECCsを負荷した結果、正中神経の運動神経伝導速度が遅延することを確認している。一方で、ECCsが感覚神経伝導速度に及ぼす影響は検討されていない。

同じ部位にECCsを繰り返し行くと、1回目よりも2回目のECCs後の方が、筋損傷の程度が軽減される繰り返し効果が報告されている(IL-RBE)。加えて、繰り返し効果は運動を実施していない反対側の四肢にも生じる、対側繰り返し効果が報告されている(CL-RBE)。このCL-RBEの要因は、神経系の適応、炎症反応の抑制が複合的に作用していると考えられているものの、そのメカニズムについては十分に明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、FPBMにおけるECCs後に感覚神経伝導速度は遅延するという仮説を検討する事とした。加えて、繰り返しECCsを実施した際に生じる骨格筋の繰り返し効果は、神経伝導速度の遅延も抑制するという仮説も検証した。さらに、本研究では1回目と2回目のECCsのインターバルの違いによって繰り返し効果の程度が異なるのかも検討した。

3. 研究の方法

(1)対象

過去1年間に定期的なレジスタンストレーニングを行っていない健康な若年男性32名

(2)実験プロトコール

被験者は、2回のECCsを行った。1回目のECCsでは、被験者全員がECCsを行う手と行わない手(CON)をランダムに選択した(利き手、非利き手のいずれか)。2回目のECCsでは、ECCs-1stの2週間後(2W-interval: n=11)、4週間後(4W-interval: n=10)、8週間後(8W-interval: n=11)にそれぞれ同側反復運動効果(IL-RBE)、対側反復運動効果(CL-RBE)を実施した。神経伝導速度および筋損傷マーカーの測定は、ECCsの直前、直後、および1、2、3、5日後に実施した。

(3)運動負荷試験

FPBMを対象に角速度60 deg/secで最大100回ECCsを行った。運動は、FPBMの最大随意ECCsを10セット行い、各セット間に60秒の休憩を入れた。被験者は、手を中手指節関節角90°伸展の位置になるよう特注トルクダイナモメーターの回転軸の前に座り、レバーに親指を固定しECCsを実施した。

(4)神経伝導速度検査

検査は、室温23~25°Cの静かな部屋で、仰臥位で行った。運動神経伝導速度(MCV)は、筋電図を用いて前腕で測定した。表面筋電信号はFPBMから記録した。筋皮神経への刺激は2点で、1点目は肘(上腕二頭筋腱の外側)、2点目は上腕三頭筋の内側頭と外側頭との間の螺旋状の溝に与えた。刺激電流は徐々に増加させ、最大M波が得られた時点で測定した。

感覚神経伝導速度(SCV)は感覚軸索を直接評価するため、刺激と記録の両方が神経に沿って行われた。SCVは手首の正中神経を刺激し、第二趾に置かれたリング電極から遠位で記録した。

(5)筋損傷マーカー

・最大随意等尺性収縮(MVC)トルク

MVCは、特注のトルクダイナモメーター(S-14049、竹井機器、東京、日本)を用いて行った。MVCトルクの測定は、親指の中手指節関節の90°で3秒間のMVCを2回行い、高かった方の値をMVCトルクとして採用した。

・関節可動域(ROM)

母指中手指節関節のROMを調べるために、ゴニオメーター(タカセメディカル、東京、日本)を用いて2つの中手指節関節角度(伸展および屈曲)を測定した。伸展関節角は、被験者が手を上腕に保持した状態で関節を完全に伸ばそうとしたときに記録し、屈曲関節角は、被験者が手を上向きにした状態で、同様に完全に伸ばした状態から関節を完全に曲げようとしたときに測

定した。ROM は、伸展した関節角度から屈曲した関節角度を差し引くことで算出された。

・遅発性筋痛の評価

視覚的アナログスケール (Visual analogue scale: VAS)を使用し、100mm の直線の左端 (0mm) には「痛みなし」、右端 (100mm)には「耐えられない痛み」とし、被験者にチェックさせた。

4 . 研究成果

(1)伸張性収縮における運動中のピークトルク

伸張性収縮における運動中のピークトルクには有意な交互作用がみられた($p<0.05$)。

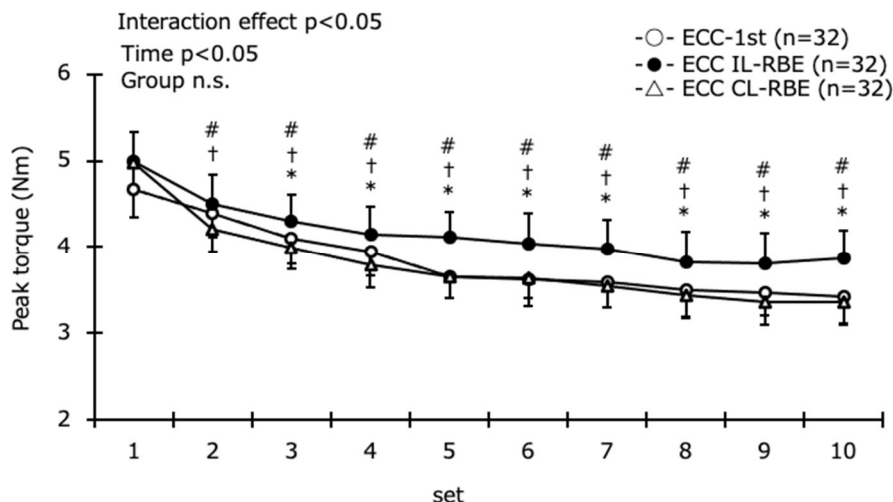


図1 . ECCs10 セットの 1 回目(ECC-1st)、および 2 回目(ECC IL-RBE、ECC CL-RBE)におけるピークトルクの変化). * $p<0.05$ ECC-1st における 1 セット目の比較. † $p<0.05$ ECC IL-RBE における 1 セット目との比較. # $p<0.05$ ECC ICL-RBE における 1 セット目との比較.

(2) 1 回目および 2 回目の同側の伸張性収縮運動前後の等尺性最大筋力、関節可動域、遅発性筋痛、運動神経伝導速、感覚神経伝導速の比較

1 回目および 2 回目の伸張性収縮運動前後の筋損傷マーカーと神経伝導速度の経時変化を図 2 に示した。関節可動域と遅発性筋痛は、有意な交互作用がみられた($p<0.05$)。等尺性最大筋力および運動神経伝導速度、感覚神経伝導速においては、有意な交互作用はみられなかったものの、時間主効果は有意な差がみられた($p<0.05$)。

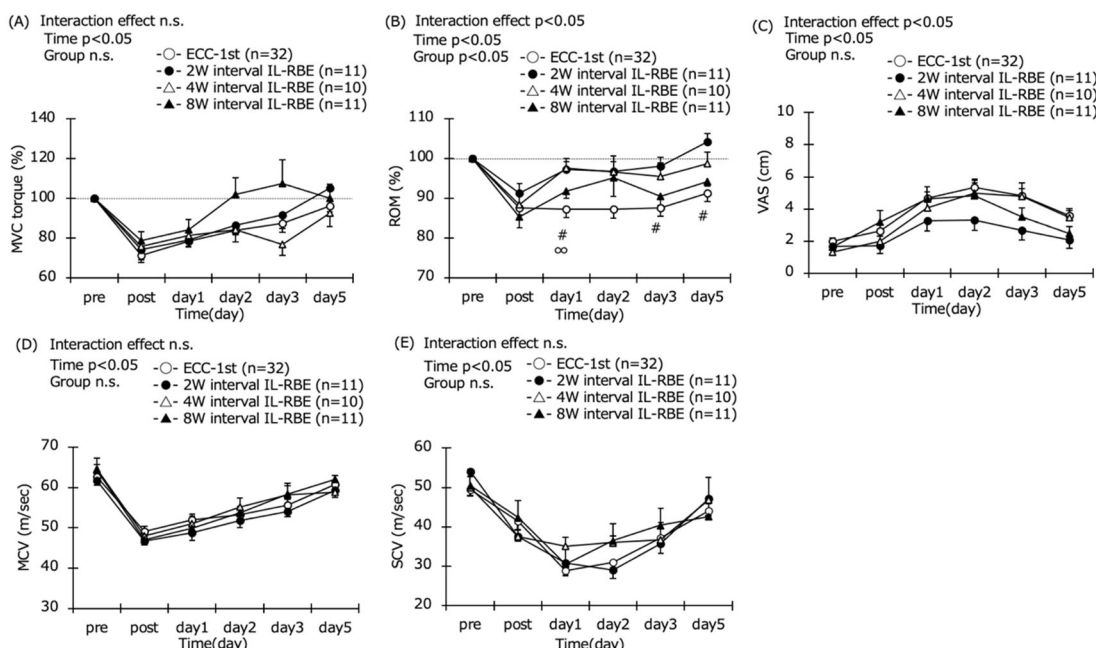


図2 . 1 回目および 2 回目の同側の伸張性収縮運動前後の等尺性最大筋力(A)、関節可動域(B)、遅発性筋痛(C)、運動神経伝導速(D)、感覚神経伝導速(E)の比較
$p<0.05$, ECCs-1st と 2 W-intervals IL- RBE の比較. ∞ $p<0.05$, ECCs-1st と 4 W-intervals IL-RBE

の比較.

(3) 1回目および2回目の同側の伸張性収縮運動前後の等尺性最大筋力、関節可動域、遅発性筋痛、運動神経伝導速、感覚神経伝導速の比較

1回目および2回目の伸張性収縮運動前後の筋損傷マーカーと神経伝導速度の経時変化を図2に示した。関節可動域と遅発性筋痛は、有意な交互作用がみられた($p < 0.05$)。等尺性最大筋力および運動神経伝導速、感覚神経伝導速においては、有意な交互作用はみられなかったものの、時間主効果は有意な差がみられた($p < 0.05$)。

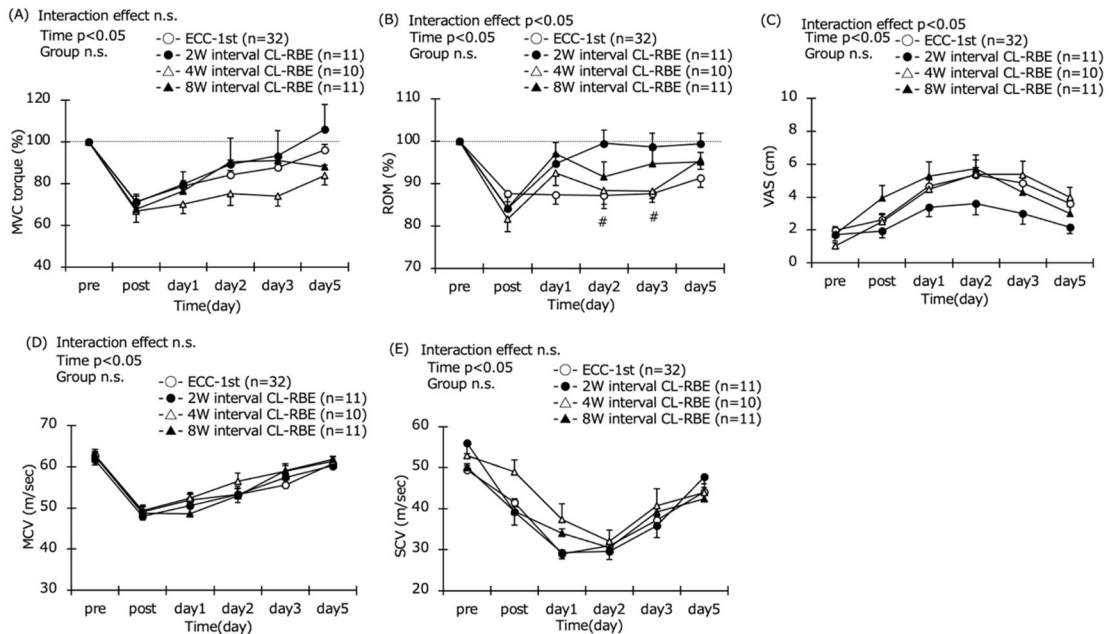


図3. 1回目および2回目の反対側の伸張性収縮運動前後の等尺性最大筋力(A)、関節可動域(B)、遅発性筋痛(C)、運動神経伝導速(D)、感覚神経伝導速(E)の比較
$p < 0.05$, ECCs-1st と 2 W-intervals CL- RBE の比較.

(4)まとめ

1回目の伸張性収縮運動における運動後の等尺性最大筋力および関節可動域、遅発性筋痛、運動神経伝導速は、コントロール群(運動を行っていない手)と比較して有意な差がみられ、ECCsによる筋損傷が確認された。さらに本研究において短母指屈筋における伸張性収縮運動後、感覚神経伝導速も低下する事は新発見である。また、繰り返し効果は、2週間条件のみ関節可動域と遅発性筋痛において同側および反対側で確認された。しかしながら、全てのインターバル条件において等尺性最大筋力および運動神経伝導速、感覚神経伝導速の繰り返し効果はみられなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 OCHI Eisuke, UEDA Hisashi, TSUCHIYA Yosuke, NAKAZATO Koichi	4. 巻 121
2. 論文標題 Eccentric exercise causes delayed sensory nerve conduction velocity but no repeated bout effect in the flexor pollicis brevis muscles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 3069 ~ 3081
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00421-021-04773-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------