

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：32429

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2022

課題番号：21K21259

研究課題名(和文) 障害予防に向けた筋活動のコントロール方法の開発

研究課題名(英文) Coordination of muscle activity for the prevention of disability

研究代表者

石井 智也 (Ishii, Tomoya)

日本保健医療大学・保健医療学部理学療法学科・助手

研究者番号：00910043

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、短時間の事前活動(条件収縮)による筋活動の変化に着目し、筋、関節への負担軽減に向けた骨格筋の筋活動量をコントロールする方法を明らかにすることを目的とした。等尺性の肘関節屈曲課題では、条件収縮後、上腕二頭筋において筋電図量の増強または減少がみられたが、腕橈骨筋、上腕三頭筋では筋電図量の減少がみられた。また、肘関節伸展課題では、条件収縮後、上腕二頭筋、腕橈骨筋、上腕三頭筋いずれの筋活動量の変化は観察できなかった。条件収縮後における筋活動の変化は、筋によって異なる神経調節が行われている可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果より、短時間の随意収縮後、収縮強度の違いにより、筋活動量が増大もしくは減少することが明らかになった。また、随意収縮後における筋活動量の変化は、筋によってその反応が異なることが明らかになった。これら知見は、筋や関節への負担軽減のための適切な筋活動量の調整とともに、障害予防に向けた新たなリハビリテーションやウォーミングアップにつながる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：This study focused on changes in muscle activity due to brief pre-activation (conditioning contraction). We aimed to identify strategies to control the amount of electromyography (EMG) activity required to reduce strain on muscles and joints. In the isometric elbow flexion task, following conditioning contractions, EMG activity either increased or decreased in the biceps brachii muscle, but decreased in the brachioradialis and triceps brachii muscles. Conversely, in the isometric elbow extension task, no change in EMG activity was observed in the biceps, brachioradialis, or triceps muscles after conditioning contractions. These findings suggest that neuromodulation of muscle activity following conditioning contractions may vary depending on the specific muscle involved.

研究分野：運動生理学、神経科学

キーワード：筋収縮後増強 筋活動増強 障害予防 ウォーミングアップ リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

骨格筋は関節を支持し、協調して働くことでヒトの円滑な身体運動を可能にしている。骨格筋の協調的な筋活動のバランスが崩れることは、一部の筋、関節への負担が高まる原因となり、変形性関節症やスポーツ障害のリスクを高め、日常生活動作の障害、QOL の低下へとつながる可能性がある。

骨格筋の活動は、事前の筋活動に大きく影響を受けることが知られている。これまでの研究により、短時間の事前活動後、収縮強度によって筋活動量が増大または減少する現象が報告されている。ただし、主動作筋、拮抗筋の各筋の活動量が増大、減少する発生条件における系統的な方法は明らかにされていなかった。そこで本研究では、収縮強度によって筋電図量が増減することを活用した、各骨格筋の活動量をコントロールする方法の検討に着目した。これら研究成果は障害の予防に向けた、新たなウォーミングアップ、リハビリテーションの開発につながる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、事前の筋収縮後における、筋活動の変化を活用し、主動作筋、拮抗筋の筋電図量のコントロール方法を明らかにすることであった。そのために、肘関節屈曲・伸展動作の主動作筋と拮抗筋の筋電図と力を測定し、下記の研究課題 1, 2 について検討した。研究課題 1 では、運動課題を肘関節屈曲として、収縮強度を変化させ、肘関節周囲筋において筋活動量の増大・減少現象が生じるかどうかを検討した。研究課題 2 では、これまで検討されていなかった運動課題を肘関節伸展として、肘関節周囲筋の筋活動量の増大・減少現象が生じる発生条件を確認するために、試験収縮と条件収縮の組み合わせ方法を系統的に検討することであった。

3. 研究の方法

1) 研究課題 1

運動課題を等尺性の肘関節屈曲、対象を肘関節周囲筋群とし、試験収縮強度の違いによって、条件収縮による筋活動がどのような影響を及ぼすか検討した。健常被験者 14 名を対象とした。被験者は実験用椅子に腰掛け、右の肩関節屈曲 90 度、肘関節屈曲 90 度、前腕回外位の状態で肘関節筋力測定器に固定した (図 1)。

被験者は最大随意筋収縮 (MVC) の力発揮時の 2%、10%、または 20% 強度のいずれかの試験収縮 (Test 1) に続いて、50% MVC の強度の条件収縮を行い、再び Test 1 と同じ強度の試験収縮 (Test 2) を行うように教示された。筋電図は右上腕二頭筋、右腕橈骨筋、右上腕三頭筋から導出した。

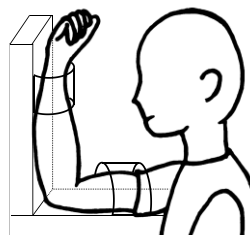


図 1 運動課題時の肢位

2) 研究課題 2

運動課題を等尺性の肘関節伸展、対象を肘関節周囲筋群とし、条件収縮または試験収縮の強度の違いによる、筋活動の動態の変化にどのような影響を及ぼすか検討した。肘関節伸展を運動課題とした研究課題 2 は以下の実験 ①-③を実施した。健常被験者、総計 9 名を対象とした。被験者は実験用椅子に腰掛け、右の肩関節屈曲 90 度、肘関節屈曲 90 度、前腕回外位の状態で肘関節筋力測定器に固定した (図 1)。

実験①では、被験者は MVC 力発揮時の 2% 強度の試験収縮 (Test 1) に続いて、25%、50%、または 100% 強度のいずれかの条件収縮を行い、再び Test 1 と同じ 2% 強度の試験収縮 (Test 2) を行うように教示された。実験②では、被験者は MVC 時の 2%、10%、または 20% 強度のいずれかの Test 1 に続いて、50% MVC 強度の条件収縮を行い、再び Test 1 と同じ強度の Test 2 を行う様に教示された。実験③では、被験者は MVC 時の 20% 強度の Test 1 に

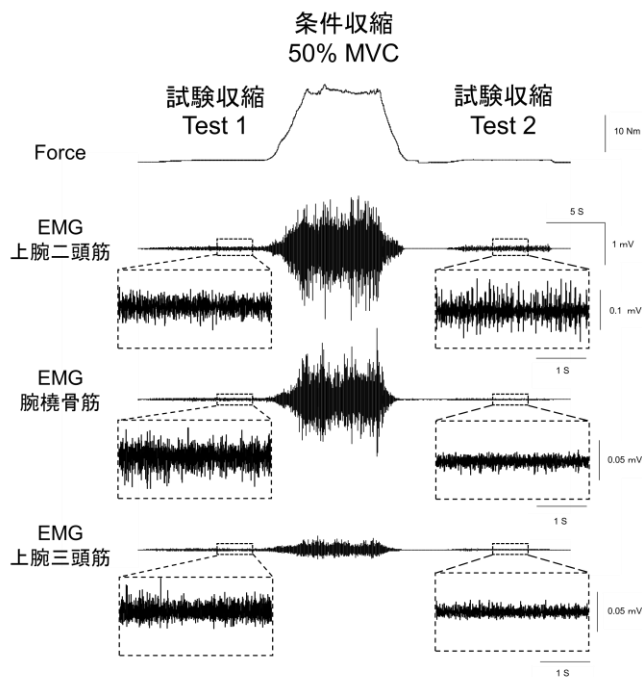


図 2 被験者 1 人の試験収縮 2% MVC 時における発揮張力と各 EMG の波形例

続いて、50%、75%または100%強度のいずれかの条件収縮を行い、再び Test 1 と同じ 20%強度の Test 2 を行うように教示された。すべての実験にて、筋電図は右上腕二頭筋、右腕橈骨筋、右上腕三頭筋から導出した。

4. 研究成果

1) 研究課題 1

上腕二頭筋（主動筋）では、試験収縮強度が 2% MVC の場合、Test 1 に比べ Test 2 において有意な筋電図量の増大、また試験収縮強度が 20% MVC の場合、Test 1 に比べ Test 2 において有意な筋電図量の減少が観察された。腕橈骨筋（共同筋）、上腕三頭筋（拮抗筋）では試験収縮強度に関係なく Test 1 に比べ Test 2 において筋電図量の減少が観察された。条件収縮後、主動筋である上腕二頭筋では筋電図量の増強または減少効果が見られたが、協同筋、拮抗筋である腕橈骨筋、上腕三頭筋では異なる動態がみられた(図 3)。

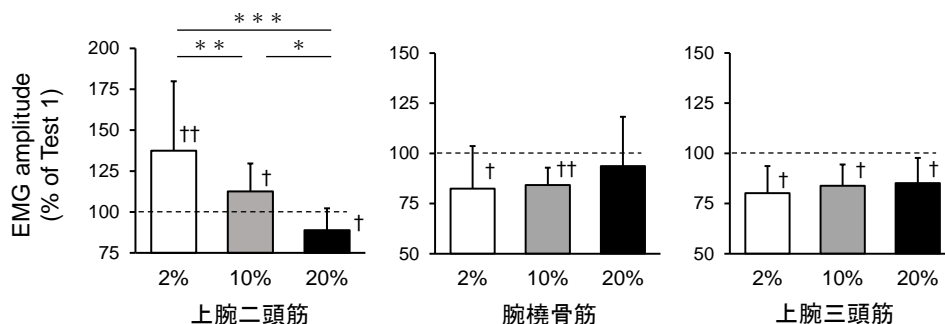


図 3 異なる試験収縮強度の Test 2 における各 EMG 変化量の平均値と標準偏差
 *: P < 0.05、 **: P < 0.01、 ***: P < 0.001 (between test intensities)、
 †: P < 0.05、 ††: P < 0.01 (Test 1 vs Test 2)

2) 研究課題 2

実験①②③ともに、上腕三頭筋（主動筋）、上腕二頭筋（拮抗筋）、腕橈骨筋（拮抗筋）において Test 1 と Test 2 時の筋活動の変化は、個人間ではばらつきがみられた。本研究で使用した条件収縮強度、試験収縮強度において、条件収縮後の筋活動の変化に有意な差は認められなかった。肘関節屈曲課題では観察された筋活量の変化は、肘関節伸展課題では観察できなかった。

短時間の随意的な事前活動後の筋活動の変化を活用した、筋電図量のコントロールを追究した研究はこれまでに報告されていない。本研究により、上腕二頭筋においては、運動課題を肘関節屈曲時に試験収縮強度を変化させることで、筋活動の増減が可能であることが示唆された。しかし、肘関節周囲筋である腕橈骨筋や上腕三頭筋の筋活動の減少現象は肘関節屈曲時に確認できたが、増大現象は今回の研究方法では確認ができなかった。条件収縮後における筋活動の変化は、筋によって異なる神経調節が行われている可能性が示唆された。本研究の成果を、障害予防に向けた筋電図量のコントロールに応用するために、肘関節周囲筋以外の、足関節や膝関節筋群などの筋でも同様の現象がみられるかは、今後の重要な研究課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ishii Tomoya, Sasada Syusaku, Komiyama Tomoyoshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Possible neural mechanisms underlying post-contraction potentiation in elbow flexor muscle in humans	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 171 ~ 179
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7600/jpfsm.10.171	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishii Tomoya, Sasada Syusaku, Suzuki Shinya, Komiyama Tomoyoshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Transcranial direct current stimulation of primary motor cortex modulates post-contraction potentiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 13 ~ 23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7600/jpfsm.10.13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishii Tomoya, Sasada Syusaku, Komiyama Tomoyoshi	4. 巻 801
2. 論文標題 Post-contraction potentiation can react inversely to post-activation potentiation depending on the test contraction force	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 137132 ~ 137132
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neulet.2023.137132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石井智也, 笹田周作, 小宮山伴与志
2. 発表標題 筋収縮後増強発生時における肘関節周囲筋の動態
3. 学会等名 第27回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

〔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
研究協力者	小宮山 伴与志 (Komiya Tomoyoshi)		

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
---------	---------