

令和元年6月16日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K13075

研究課題名（和文）脊髄運動神経活動に着目した筋スティフネス増加メカニズムの解明

研究課題名（英文）Elucidation of muscle stiffness increase mechanism focusing on spinal motor nerve activity

研究代表者

中村 雅俊（Nakamura, Masatoshi）

新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：20735287

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、筋スティフネス増加のメカニズムを解明するために、遅発性筋痛やアイシングなどの末梢刺激における脊髄興奮性に着目した。アイシングにより筋スティフネスは増加するが、脊髄興奮性には変化は認められなかった。この結果より、末梢の変化に伴う筋スティフネスの増加には脊髄興奮性が影響しないことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、スポーツやリハビリテーション領域で苦慮する筋スティフネス（硬度）増加のメカニズムを解明するために、脊髄興奮性に着目した実験を行った。その結果、末梢部分の変化による筋スティフネスは影響を及ぼさないことが明らかとなった。この結果より、末梢部分の変化による筋スティフネス増加には他の要素が影響していると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we focused on spinal excitability in order to elucidate the mechanism of increase in muscle stiffness. Muscle stiffness increased after muscle cooling, but there were no significant changes in spinal excitability during and after muscle cooling. The results suggested that spinal excitability does not affect the increase in muscle stiffness accompanying peripheral changes.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：弾性率 せん断波エラストグラフィ機能 遅発性筋痛 アイシング 脊髄興奮性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

スポーツ領域では筋けいれんや筋疲労・筋損傷により「筋の硬さ（筋スティフネス）」が増加することが報告されている(Fischer, 1987, Murayama, 2000)。また医療・福祉領域では痛みや不動、神経障害に起因する筋スティフネスの増加による関節拘縮は、多くの理学療法士が治療に苦慮する問題である(理学療法白書委員会, 1985-2014年)。筋スティフネスの増加は、スポーツ領域ではパフォーマンスの低下や障害発生のリスクに繋がる可能性があり、医療・福祉領域では関節可動域制限（関節拘縮）による日常生活動作の制限や生活の質が低下に繋がる可能性がある。そのため、効果的な治療法を選択するために筋スティフネス増加のメカニズム解明する必要があると考えられる。

先行研究において痛みや筋疲労により「運動神経活動（脊髄興奮性）」が亢進することが認められている(Matur, 1998 Stutzig, 2016)。この脊髄興奮性亢進による筋収縮が筋スティフネス増加のメカニズムの一つである可能性があるが、脊髄興奮性の変化と筋スティフネスの変化に関しては明らかではない。この背景には、筋スティフネスの正確な測定が出来なかったことが関連していると考えられる。近年の技術開発により、せん断波エラストグラフィ機能を用いることで、簡便かつ非侵襲的に筋スティフネスの指標である弾性率を測定することが可能となった。そのため、このせん断波エラストグラフィ機能を用いた筋弾性率測定を用いて、脊髄興奮性の変化との関係性を検討することで、筋スティフネスの増加メカニズムの一つに脊髄興奮性が関与しているか否かを明らかにすることが期待できる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、筋スティフネス変化と脊髄興奮性の変化の関係性を明らかにするため、反復した伸張性収縮後の遅発性筋痛を生じた筋、アイシングにより冷却された筋における筋弾性率と脊髄興奮性の変化の検討を通して、脊髄興奮性の変化が筋スティフネスに及ぼす影響を明らかにすることである。

3. 研究の方法

研究：健常男性 28 名の利き足（ボールを蹴る側と定義）の大腿四頭筋を対象とした。多用途筋機能評価訓練装置（BIODEX system4.0）を用いて、等速性膝関節最大伸張性収縮を 60 回（10 回×6 セット、セット間休憩は 100 秒）実施した。運動範囲は、膝関節 10°から 100°に設定し、角速度は 60°/秒に設定した。筋スティフネスの指標である筋弾性率は、超音波画像解析装置（Aplio500：東芝メディカルシステムズ株式会社）に搭載されているせん断波エラストグラフィ機能を用い、大腿直筋の長軸像を測定した。測定部位は上前腸骨棘と膝蓋骨上縁を結ぶ直線上の midpoint で測定した。なお、測定時期は伸長性収縮を行う直前と遅発性筋痛が最も強いと考えられる伸張性収縮 2 日後に測定を行った。

研究：健常若年者の利き足（ボールを蹴る側と定義）の内側腓腹筋を対象とした。20 分間のアイシングを行った時の筋弾性率と脊髄興奮性の経時的変化を検討した。具体的には、アイシング開始前およびアイシング開始 5、10、15、20 分後の筋弾性率および脊髄興奮性の評価を行った。弾性率測定は、研究と同様にせん断波エラストグラフィ機能を用いて、膝窩ひだから外果を結んだ近位 30%の高さで撮像した。また、脊髄興奮性の評価は、電気刺激装置（アイソレータ SS-104J：日本光電工業株式会社）の刺激電極を膝窩部に設置し、脛骨神経に対して経皮的に電気刺激を実施し、その時に生じる筋収縮を表面筋電図により測定した。なお本研究では、先行研究に順じ、H 波と M 波の表法を測定できる Hmax 付近の刺激強度を採用した。得られた H 波および M 波の波形の peak-to-peak を算出し、脊髄興奮性の指標である H/M 比率を算出した。なお、統計には、反復測定一元配置分散分析および Bonferroni 法による多重比較を用いて検討した。

4. 研究成果

研究：反復した伸張性収縮が筋弾性率に及ぼす影響

本研究において 60 回の反復した伸張性収縮により伸長時間および収縮時痛が生じていたため、遅発性筋痛は生じていたが、大腿四頭筋の弾性率には有意な変化は認められなかった。この結果より、伸張性収縮により生じる遅発性筋痛では筋スティフネスに変化をもたらさないことが示唆された。

研究：アイシングにおける筋弾性率・脊髄興奮性の経時的変化について

筋弾性率の変化に関して、アイシング開始直後より弾性率は増加していき、アイシング会前と比較して開始 10 分後より有意に高い値を示した。一方、脊髄興奮性の指標である H/M ratio に関しては、全ての時間間で有意な変化を認めなかった。この結果より、アイシングにより筋スティフネスは増加するが、脊髄興奮性には変化がなかったことが明らかになった。

研究 および を通じて、遅発性筋痛やアイシングによる筋温の変化などによる末梢の筋の変化に伴う筋スティフネスの増加には脊髄興奮性の変化が関与していない可能性が考えられた。特にアイシングにおいては、筋温の変化（減少）による筋の粘弾性の変化が筋スティフネス増加につながったと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 2 件）

鈴木大地, 中村雅俊, 大筋周平, 青木孝史, 江玉睦明. 遅発性筋痛を生じた筋に対するストレッチング介入の効果. スタティックストレッチングとホールドリラックスストレッチングの比較. 体力科学. 2019; 68(2): 117-123

Nakamura M, Hirabayashi R, Ohya S, Aoki T, Suzuki D, Shimamoto M, Kikumoto T, Ito W, Nakamura E, Takabayashi T, Edama M. Effect of static stretching with superficial cooling on muscle stiffness. Sports Med Int Open. 2018 25;2(5):E142-E147.

[学会発表] (計 6 件)

中村雅俊, 清野涼介, 佐藤成, 高橋信重, 吉田委市, 西下智. スタティックストレッチングが筋のたわみに及ぼす影響. せん断波エラストグラフィ機能を用いた検討. 第 26 回日本物理療法学会学術大会. 2018 年.

中村雅俊, 清野涼介, 佐藤成, 高橋信重, 吉田委市, 西下智. スタティックストレッチングが筋発揮能力に及ぼす影響の検討. 筋のたわみの変化との関連. 第 23 回日本基礎理学療法学会学術大会. 2018 年.

佐藤成, 中村雅俊, 清野涼介, 高橋信重, 吉田委市, 武内孝祐. 20 秒間のスタティックストレッチングの即時効果と持続効果の検討. 第 23 回日本基礎理学療法学会学術大会. 2018 年.

高橋信重, 中村雅俊, 清野涼介, 佐藤成, 吉田委市. ショルダーシュラッグが僧帽筋上部線維の筋硬度へ及ぼす影響の検討. 第 23 回日本基礎理学療法学会学術大会. 2018 年.

吉田委市, 中村雅俊, 清野涼介, 佐藤成, 高橋信重. 表在温熱刺激後の低負荷筋力トレーニングが筋力および筋厚に与える影響. 第 23 回日本基礎理学療法学会学術大会. 2018 年.

清野涼介, 中村雅俊, 佐藤成, 高橋信重, 吉田委市. 末梢性筋疲労が筋硬度に及ぼす影響の検討 - 骨格筋電気刺激を用いた検討 -. 第 23 回日本基礎理学療法学会学術大会. 2018 年.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号 (8 桁):

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。