

称号及び氏名 博士（保健学） 竹内 健太

学位授与の日付 令和6年9月23日

論文名 脳卒中後の痙縮に対する腱と筋腹への振動刺激療法の効果の  
検証  
-後方視的観察研究-

論文審査委員 主査 竹林 崇  
副査 内藤 泰男  
副査 石井 良平

## 学位論文の要旨

痙縮は、速度に依存した筋緊張の亢進を特徴とする運動障害である。上肢の痙縮は、脳卒中発症後6ヵ月以内の患者の約35%にみられると報告されている。脳卒中患者にとって痙縮は、関節拘縮や疼痛、日常生活動作の制限を招き、上肢機能の改善を阻害する要因にもなりうることから、痙縮を改善することが重要である。米国心臓協会のガイドラインでは、振動刺激療法 (Vibratory Stimulation 以下、VS) は痙縮を改善するための非侵襲的で効果的な治療法であると推奨している。しかし、我々が調べた限り、脳卒中患者の上肢における痙縮に対する筋腹部と腱への VS の効果を比較した先行研究はなく、痙縮に対する VS において、筋腹が腱よりも効果的な部位であるかどうかについてのコンセンサスは得られていない。

本研究の目的は、脳卒中後の手指屈筋群と手関節屈筋群の痙縮を改善するために、腱と筋腹のどちらの部位に対して VS がより効果的かを明らかにすることである。最も効果的な部位が明らかになることで、脳卒中患者の痙縮に対する VS の効果が高まる可能性がある。

本研究のデザインは、後方視的な観察研究である。筆頭著者が所属している医療機関1施設で、2018年11月から2019年3月の間に実施された。研究対象者の包含基準は、脳卒中を呈した20歳以上の男女、上肢に片麻痺を呈している、麻痺側の手関節または手指の屈筋群に筋緊張の異常を認める者とした。インフォームドコンセントを満たした脳卒中患者27名を対象者とした。対象者は1日1種類、3種類の治療を3日間にかけて受けた。3種類の治療は、(1)手関節・手指屈筋群のストレッチ、(2)手関節・手指屈筋群の腱に対するVS、(3)手関節・手指屈筋群の筋腹に対するVSであった。対象者はそれぞれ5分間の治療を受けた。治療の順番が対象者ごとに無作為になるように決めた。

手関節と手指の屈筋群の痙縮を個別に評価するために Modified Ashworth Scale (以下、MAS) を使用した。各治療において、治療前、治療直後、手指の自動屈曲運動直後の3時点で、MAS を使用して筋緊張を評価した。

本研究では、統計学的なサンプルサイズの計算は実施していないが、事後検出力と効果量の分析を行った。本研究では、全研究過程を完了しなかった対象者のデータも解析に含めた。すべてのデータが正規性の基準を満たさないため、解析にはノンパラメトリック統計量を用いた。MAS 得点に対する経時的介入の効果は、2元配置反復測定分散分析後に、Bonferroni 補正後の Wilcoxon 検定 (比較数=3) を用いた多重比較で分析した。MAS 得点の群間差は、Kruskal-Wallis 検定後に、Bonferroni 補正後の Wilcoxon 検定 (比較数=3) を用いた多重比較で分析した。介入間の反応率を比較するために、McNemar の検定を行った。有意性の閾値は  $P < 0.05$  とした。すべての統計解析は、JMP を用いて実施した。本研

究は、評価、治療、解析において盲検化されていない。

1名の対象者は、筋腹に対するVS後に、有害事象として、赤面、熱感、腫れを呈した。5名の対象者は、部分的に介入を受けた。ストレッチと筋腹に対するVSと比較して、腱に対するVSは手指屈筋群のMASスコアに有意な改善がみられた（それぞれ $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ）。一方で、ストレッチと比較して、VSは手関節屈筋群のMASスコアに有意な改善がみられなかった。事後分析の結果、手指屈筋群の痙縮の治療では検出力 ( $1 - \beta = 0.99$ ) と効果量 (0.23)、手関節屈筋群の痙縮の治療では検出力 (0.99) と効果量 (0.21) が確認された。

本研究にはいくつかの限界がある。第1に、本研究は非ランダム化比較試験で後方視的、観察的なパイロット研究である。第2に、本研究は対象者数が少なく ( $N=27$ )、十分な検出力を確保するための最適なサンプルサイズを決定していない。第3に、本研究は探索的なパイロット研究であり、3つの治療を完遂せず、データが欠落している対象者を分析に含めている。第4に、取り込み基準が広範囲である。そして取り込み基準には、脳卒中発症からの経過日数は含まれていない。第5に、本研究は痙縮を評価するために、療法士の主観的な要素が含まれるMASのみを使用している。第6に、本研究では、痙縮の評価と治療中の姿勢アライメントが対象者間で統一されていない。第7に、痙縮患者は痙縮筋に線維性変化が生じている可能性がある。最後に、痙縮の長時間の改善効果を検証していない。

以上のことから、本研究にはいくつかの限界があるため、本研究の知見は臨床の現場にすぐさま一般化できないかもしれない。しかし、2つのパターンが現れていた。1点目は、ストレッチや筋腹に対するVSと比較して、腱に対するVSは手指屈筋群の痙縮を有意に改善した。2点目は、ストレッチと比較して、VSは手関節屈筋群の痙縮を有意に改善しなかった。これらのことから、手指屈筋群の痙縮に対するVSでは、腱が最も効果的な部位である可能性がある。脳卒中患者の痙縮に対するVSの効果を高めるための最も効果的な部位を決定するためには、より質の高い方法論と大きなサンプル数を使用したさらなる研究が必要である。

## 論文審査結果の要旨

脳卒中後の上肢運動障害とともに代表的な後遺症の一つとして、痙縮がある、痙縮は対象者の上肢機能に影響を与えるだけでなく、機能予後を悪化させることも後遺症で、それらに対するアプローチの開発が急務と考えられてきた。

世界的に著名なガイドラインである American Heart/Stroke Association のガイドラインにおいても、痙縮に対するアプローチ方法はいくつか提案されており、それらを用いながら臨床を進めることが、世界的にもスタンダードとされている。

ガイドラインにおいて提案されているアプローチ方法の一つに振動刺激を用いた手法がある。多くの臨床研究でその効果が示されている。しかしながら、振動刺激を痙縮筋の 腱、筋腹の双方に当てている先行研究があり、どちらが適切に痙縮を低下させるかについては検討されていなかった。

そこで、この疑問を解決するために、今回の竹内氏の研究では、臨床研究において痙縮筋の筋と腱に振動を与えた際に、痙縮にどういった影響があるかを検討がなされた。この検討の中で、腱への振動刺激においてのみ、コントロール条件であるストレッチよりも有意な痙縮の低下を認めたことを報告した。

これらの結果は、臨床において、振動刺激を用いて痙縮に対するアプローチを実施する際の意思決定を助ける重要な知識であると考えられる。また、本研究の研究デザイン等に関して、限界に対する言及も適切であり、過剰な解釈をせず、適切な結果に対するプレゼンテーションがなされており、及第点であった。これらの背景から、論文審査および最終試験について合格とする。