



Title	スタティックストレッチングが筋出力調整能力に及ぼす影響
Author(s)	千徳, 風真
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(保健科学)
Dissertation Number	甲第16822号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16822
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99667
Type	doctoral thesis
File Information	Fuma_Sentoku_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（保健科学）

氏名：千徳 風真

学位論文題名

スタティックストレッチングが筋出力調整能力に及ぼす影響

1. 諸言

ストレッチングは、柔軟性の向上や障害予防を目的として、スポーツやリハビリテーションの現場で広く実践されている。中でもスタティックストレッチングは、簡便かつ安全に実施できるため、高齢者の健康増進運動としても推奨されている。一方で、スタティックストレッチング直後には最大筋力や瞬発的な筋発揮能力が一時的に低下する現象が報告されており、その機能的意義については議論が続いている。運動は、単に大きな力を発揮するだけでなく、状況に応じて力の大きさやタイミングを精密に制御する筋出力調整能力が不可欠である。この能力は、運動単位の発火特性や主動作筋と拮抗筋の筋間協調といった神経筋機能を反映する指標であるが、スタティックストレッチングがこの能力に与える影響、特に時間的変化を伴う動的な条件下での影響は十分に検討されていない。また、高齢者では加齢に伴う筋量や腱スティフネスの低下、運動単位の変動増大などの神経筋機能の低下が生じる。そのため、同じストレッチング介入に対して若年者とは異なる応答を示すことが考えられる。そこで本研究は、スタティックストレッチングが筋出力調整能力に及ぼす効果を若年者と高齢者で検討し、年齢による反応特性を明らかにすることを目的とした。

2. 研究課題 1: 若年者におけるスタティックストレッチングが足関節底屈筋の筋出力調整能力に与える急性効果

健康若年男性 17 名を対象とした。研究デザインはランダム化クロスオーバーデザインとし、対象者は、右足関節底屈筋に対し 60 秒間のスタティックストレッチングを行う条件と、安静座位を保つコントロール条件を無作為の順で実施した。介入前後に、最大足関節背屈角度、筋腱スティフネス、および 2 種類の強度の筋出力調整課題（低強度：10–30% Maximum Voluntary Isometric Contraction: MVIC, 高強度：40–60% MVIC）を評価した。筋出力調整課題では、正弦波状の目標トルクに対する発揮トルクの誤差（Root Mean Square Error: RMSE）を算出し、力の増加局面と減少局面に分けて解析した。その結果、スタティックストレッチング条件では最大足関節背屈角度が有意に増加し（ $p < 0.001$ ）、筋腱スティフネスが有意に低下した（ $p = 0.034$ ）。筋出力調整能力については、低強度課題では有意な変化を認めなかったが、高強度課題の力の減少局面において RMSE が有意に減少し（ $p = 0.030$ ）、筋出力調整能力の向上が確認された。以上より、若年者において短時間のスタティックストレッチングは、高強度の動的な力調整能力を改善させる可能性が示された。

3. 研究課題 2: 高齢者におけるスタティックストレッチングが筋出力調整能力および筋活動に与える効果

地域在住の健常高齢者 18 名を対象に、足関節底屈筋への 60 秒間のスタティックストレッチングが筋出力調整能力および筋活動に及ぼす急性効果を検討した。研究デザインは研究課題 1 と同様に、ランダム化クロスオーバーデザインとし全対象者がストレッチング条件とコントロール条件の両方を 48 時間以上の間隔をあけて実施した。介入前後では、研究課題 1 と同様に最大足関節背屈角度、筋腱スティフネス、および 2 種類の筋出力調整課題（低強度 10-30%MVIC、高強度 40-60%MVIC）を評価した。また本研究では、新たに主働筋の腓腹筋内側頭と拮抗筋の前脛骨筋から表面筋電図を記録し、ストレッチング前後における筋活動の変化を解析した。その結果、ストレッチング条件では最大足関節背屈角度が有意に増加し（ $p < 0.001$ ）、筋腱スティフネスが有意に低下した（ $p = 0.002$ ）。筋出力調整課題の成績では、ストレッチング後に RMSE に有意な変化を認めず、高齢者ではストレッチング直後の筋出力調整能力に改善は認められなかった。筋活動の解析では低強度課題において拮抗筋である前脛骨筋の筋活動がストレッチング後に有意に低下し（増加局面 $p = 0.026$, 減少局面 $p = 0.039$ ）、拮抗筋の筋活動が抑制されることが示された。一方、高強度課題では主働筋である腓腹筋内側頭の筋活動が増加した（増加局面 $p = 0.041$, 減少局面 $p = 0.037$ ）。これらの結果から、高齢者においてスタティックストレッチングは関節可動域を増加させ、筋腱スティフネス低下させるとともに、低強度の筋出力では拮抗筋の活動を軽減させ、高強度の筋出力ではより多く主動作筋の運動単位を動員する方向に作用する可能性が示唆された。

4. 考察および結論

本研究は、スタティックストレッチングが筋出力調整能力に与える急性効果を、若年者と高齢者という年齢層の異なる 2 つの集団を対象に検討した。その結果、両者において筋腱スティフネスの低下と関節可動域の増加という機械的変化が確認されたものの、筋出力調整能力への影響は年齢により異なる応答を示した。若年者においては、スタティックストレッチング後に高強度課題の力減少局面で筋出力調整能力の向上を認め、これはストレッチングによる筋紡錘感受性の低下（Ia 求心性入力抑制）が、制御が不安定になりやすい高強度かつ力減少局面において、過剰なフィードバックを軽減させたためと考えられた。一方、高齢者においては筋出力調整能力に改善は認められなかったものの、筋活動に課題強度特異的な変化が確認された。すなわち、低強度筋出力では拮抗筋の活動を軽減させ主動作筋と拮抗筋の筋間協調の効率化を促す方向に作用し、高強度筋出力では主動作筋でより多くの運動単位を動員する代償戦略を誘発する結果が得られた。これらの結果は、スタティックストレッチングが柔軟性の改善にとどまらず、筋出力調整能力に作用し、その効果は年齢や課題強度によって異なる可能性を示唆している。すなわち、若年者においては筋出力調整の精度向上に寄与し、高齢者においては筋活動の応答戦略を変化させることで運動に作用すると考えられる。今後は、これらの年齢特性と課題強度特異的な応答を踏まえ、ストレッチングを神経筋機能維持や運動機能向上のための介入として、対象者の特性や目的に応じて活用することが期待される。