

氏名	平田 浩祐
学位の種類	博士（体育学）
学位記番号	第21号
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位授与年月日	平成30年3月23日
学位論文題目	静的ストレッチングが下腿三頭筋のスティフネスに及ぼす急性効果：超音波剪断波エラストグラフィによる検討
論文審査委員	主査 宮本 直和 副査 金久 博昭 副査 吉武 康栄

## 論文概要

柔軟性は体力の構成要素であり，運動パフォーマンスや傷害の受傷率と関連することが示唆されている．そのため，ストレッチングなどの柔軟性エクササイズを総合的なフィットネス・プログラムに含めることが推奨されている．ストレッチングが筋の柔軟性の指標に及ぼす影響について，人間生体を対象とする研究が数多くなされており，筋に生じる張力の低下，筋スティフネス（伸ばしにくさ）の低下が報告されている．しかしながら，筋の柔軟性を評価する従来の方法には様々な推定および仮定が用いられており，実際に筋の柔軟性がストレッチングにより向上するかは定かでない．そこで本論文は，従来の評価法とは異なる原理により筋スティフネスを計測することが可能な超音波剪断波エラストグラフィを用いることによって，静的ストレッチングが下腿三頭筋のスティフネスに及ぼす効果を明らかにすることを目的とした．

【研究1】 下腿三頭筋を構成する筋は形状や筋線推組成が筋毎に異なるため，静的ストレッチングによる筋スティフネスの変化が筋間で異なる可能性がある．そこで，研究1は，静的ストレッチングが下腿三頭筋の筋スティフネスに及ぼす効果およびその筋間差を検討することを目的とした．健常な若年者12名を対象に，静的ストレッチングの前後において，足関節底屈50°から被験者が痛みを感じた足関節角度まで受動的に足関節を背屈させた．その際の下腿三頭筋各筋およびアキレス腱のスティフネスを超音波剪断波エラストグラフィにより測定した．静的ストレッチングは，最大足関節背屈角度において5分間実施した．受動的な足関節背屈動作および静的ストレッチングは，膝関節完全伸展位にて行った．その結果，受動的な足関節背屈動作中の下腿三頭筋の筋スティフネスは，腓腹筋内側頭において最も高く，ヒラメ筋において最も低かった．また，スラック（組織の弛み）が除去される足関節角度（スラック角度）は，アキレス腱，腓腹筋内側頭，腓腹筋外側頭，ヒラメ筋の順に底屈位であった．静的ストレッチングにより，下腿三頭筋およびアキレス腱のスラック角度が同程度背屈方向に変化し，腓腹筋内側頭のみ同一足関節角度における

筋スティフネスが低下した。

【研究 2】研究 1 において、静的ストレッチングによりアキレス腱のスラック角度が変化したことから、腱の力学的特性が変化した可能性がある。すなわち、静的ストレッチングによる同一足関節角度における腓腹筋内側頭の筋スティフネスの低下は、腱の力学的特性の変化に超因する筋伸長の減少により生じた可能性がある。そこで、研究 2 は、静的ストレッチングが腓腹筋内側頭の筋スティフネスに及ぼす影響を筋形状も考慮して検討することを目的とした。被験者は、健常な若年男性 14 名であった。受動的な足関節背屈動作および静的ストレッチングの方法は研究 1 と同様であった。受動的な足関節背屈動作中における腓腹筋内側頭の筋スティフネス、筋束長、羽状角を計測した。この結果、研究 1 と同様に、腓腹筋内側頭のスラック角度の変化および同一足関節角度における筋スティフネスの低下が認められた。また、静的ストレッチングによる筋束長および羽状角の変化はみられず、同一筋束長における筋スティフネスの低下は筋束が長い状態において顕著であった。

本研究により生じた静的ストレッチングによる下腿三頭筋のスラック角度の変化は、アキレス腱にクリープが生じたことに起因すると考えられる。また、筋スティフネスの低下は筋が長い状態において顕著であり、この結果は、筋内の結合組織を構成するコラーゲン線維の力学的特性が静的ストレッチングにより変化したためであると推察される。さらに、研究 1 のデータを用いて、静的ストレッチング中の筋スティフネスと静的ストレッチングによる筋スティフネスの変化量との関係を検討した。その結果、ストレッチング強度が高いほど筋スティフネスが低下すること、および、筋スティフネスが 70-85kPa 以上となる姿勢においてストレッチングを行わなければ筋スティフネスは低下しないことが示唆された。

以上の結果から、足関節底屈筋群に対する静的ストレッチングは、腓腹筋内側頭の筋スティフネスのみを低下させることが示された。すなわち、静的ストレッチングにより、伸長された全ての筋の柔軟性が向上するわけではなく、十分なストレスが加わった筋のみがその効果を受けることが示唆された。また、同一足関節角度における腓腹筋内側頭のスティフネスの低下は、アキレス腱の弛み(スラック)と同一筋束長における筋スティフネスの変化によって生じること、および、筋が長い状態において顕著

であることが明らかとなった。

## 論文審査の要旨

下腿三頭筋(腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭、ヒラメ筋)を対象に超音波剪断波エラストグラフィを用いることによって、足関節底屈筋群に対する静的ストレッチングは下腿三頭筋の全てを軟らかくできるわけではなく、腓腹筋内側頭のみを軟らかくすることができることが示された。また、ストレッチングによって腓腹筋内側頭が軟らかくなる機序として、アキレス腱の弛みと筋束レベルでのスティフネスの変化の二つが関わっていることが明らかとなった。本研究で得られた知見は、傷害発生予防に向けた効果的な運動処方プログラム作成などにも役立つものであり、その意義は高い。よって、博士論文として相応しいものと判断された。