

## ランニング動作中の股関節運動におけるハムストリングス機能の解明

徳永由太<sup>1)</sup>、高林知也<sup>2)</sup>、渡部貴也<sup>1)</sup>、久保雅義<sup>2)</sup>

1) 新潟医療福祉大学 医療福祉学研究科

2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

【背景・目的】 ハムストリングス (HAM) はランニング速度を上げるために重要な役割を担っていると考えられている。これは、ランニング動作の立脚期に HAM が強力な股関節伸展筋として作用することによって、前方への推進力を生み出していると解釈されているためである (Mendiguchia et al. 2014)。この解釈を基にスポーツの現場では、HAM を筋力強化することでアスリートのランニング速度を向上しようとする試みが行われている (Freeman et al. 2019)。一方で、ランニング動作の身体重心の前方推進に HAM がどのくらい寄与しているのかを検証した先行研究では、HAM に起因する前方推進はわずか 10% であることが報告されている (Hamner et al. 2010, 2013)。この知見に基づくと、HAM の筋力強化はランニング速度の向上を目的とした場合には最適な方法ではないと考えられる。しかし、この点に関する明確な結論は未だに出していない。

ヒトの筋骨格系を数値モデル化した筋骨格モデルを用いる数学的シミュレーションは、動作時の筋機能を解析する有効な方法として数多くの先行研究で活用されている (Thelen et al. 2013; Correa et al. 2011)。シミュレーションによってランニング動作時の股関節運動における HAM の機能と寄与を明らかにすることを目的とした。

【方法】 解析には筋骨格モデル解析用ソフトウェア OpenSim version 3.3 (Delp et al. 2007) を使用した。OpenSim には多数の筋骨格モデルが用意されているが、今回は標準モデルである Gait2392 を選択した。Gait2392 は HAM を含む 92 個の筋を有している 3 次元空間モデルである。本研究では矢状面における HAM の機能に着目したかったため、モデルの前額面・水平面の動きは拘束した。また、本研究において、我々はランニング動作における HAM の機能について関心がある。そのため、本研究では HAM に分類される半膜様筋 (SM)・半腱様筋 (SM)・大腿二頭筋長頭 (BF) を解析対象として選択した。

ランニング動作の解析には SimTK (<https://simtk.org/>) にて公開されているランニング動作データ (健康成人男性 1 名分、走行速度 4 m/s) を用いた。このデータを用いて個々の筋肉に発生する張力がどのような関節運動を生じさせているのかを定量化できる Induced Acceleration 解析を行い、ランニング動作時の股関節運動における HAM の機能と寄与を評価した。なお、本研究は既に匿名化された公開データのみを用いて実施されているため考慮すべ

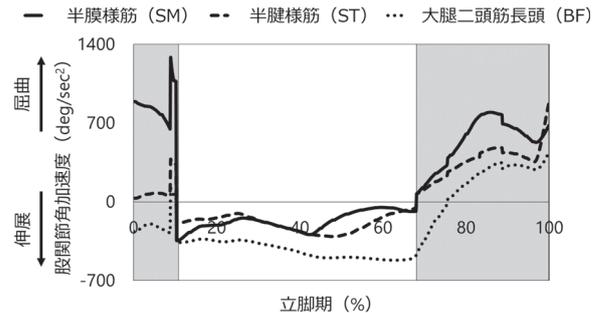


図2 ランニング動作の股関節運動における HAM の寄与。背景が灰色となっている相では HAM が股関節屈曲筋として作用している。

き倫理的事項は存在しない。加えて、本研究に関連する利益相反はない。

【結果】 図2にランニング動作の立脚期における SM・ST・BF の股関節運動に対する機能とその寄与を示す。SM・ST・BF は同様の波形パターンを呈しており、立脚初期および終期で股関節屈曲筋として、それ以外のフェーズでは股関節伸展筋として、それぞれ作用していた。立脚期全体で生じる正味の股関節伸展角加速度に対する SM・ST・BF の寄与度はそれぞれ 2.0%、2.2%、5.8% であった。立脚期全体で生じる正味の股関節屈曲角加速度に対する SM・ST・BF の寄与度はそれぞれ 11.7%、5.7%、3.0% であった。

【考察】 これまでの研究で、HAM はランニング動作の立脚期において股関節伸展筋として作用することで前方への推進力を生み出していると考えられてきた。しかし、本研究の結果より HAM はランニング動作の立脚期において常に股関節伸展筋として作用しているわけではないことが明らかとなった。このことは、HAM はランニング動作の立脚期において常に前方推進力を生み出すために活動しているわけではないことを意味している。

動作中の筋機能は、動きを生成する「モビライザー」と関節の剛性を高めること筋骨格系を安定させ、モビライザーが効率よく作用できる状況を作り出す「スタビライザー」に大別されると考えられている (Sangwan et al. 2014)。この観点に基づけば、HAM はランニング動作のフェーズに応じて機能を変化させることで、モビライザーとしてもスタビライザーとしても活動することができる可能性を有していると考えられた。

【結論】 ランニング動作において HAM は常に股関節伸展運動に寄与しているわけではなく、股関節屈曲運動にも寄与している。

【謝辞】 本研究は新潟医療福祉大学研究科長裁量研究費 (課題番号: R02F02) によって実施された。