

スプリント動作の接地期における骨盤帯の
キネマティクスおよびキネティクスに関する研究

スポーツ医科学研究領域
5012A010-5 加藤 洋介

研究指導教員：福林 徹 教授

【緒言】 スプリント動作は様々な競技スポーツで必要とされる動作であり、代表的な急性外傷であるハムストリングス肉離れが好発することが知られている。スプリント動作中にハムストリングスの発揮張力が増大し、ハムストリングス肉離れの発生リスクが高まる局面は遊脚期後半から接地期前半とされているが、特に接地期の下肢関節のキネマティクスやキネティクスに関する科学的検証が十分になされていない。

本研究では第一に、股関節伸展運動における股関節および膝関節の肢位の違いが股関節伸展筋力および股関節伸展筋群の筋活動に与える影響を検討することを目的とした。第二に、スプリント動作の接地期における下肢キネマティクスおよびキネティクスと下肢筋力や筋タイトネスとの関係について検討することを目的とした。

【方法】(実験1) 大学生男子陸上短距離走選手 10 名を対象とし、BIODEX System3 を用いて立位における股関節 70 度屈曲位から 10 度伸展位までの股関節伸展運動を、角速度 60 度/秒及び 180 度/秒にて行った。また、各角速度において膝関節角度を 0 度(完全伸展位)、45 度、90 度の 3 条件で行った。股関節屈曲 60 度-0 度の股関節伸展筋力、さらに大腿二頭筋長頭 (BF1h)、半膜様筋 (SM)、半腱様筋 (ST)、大殿筋 (Gmax) の表面筋電位の測定を行った。股関節伸展筋力は対象者の体重で正規化し、股関節角度

60-0 度、60-30 度、30-0 度の平均値を算出した。筋電位データは試技毎に単位時間当たりの筋放電量(Average Rectified Value: ARV)を算出し、股関節屈曲 60 度から 0 度までの平均 ARV と股関節 60-30 度、30-0 度の平均 ARV を算出し、筋毎の最大 ARV を基準値として相対値化した。

(実験2) 大学生男子陸上短距離走選手15名を対象とし、スプリント動作計測、筋力測定、筋タイトネステストを行った。スプリント動作計測は、屋内陸上走路での50mのスプリントを行い、スタートから40m地点に設置された測定区間内を走行する際の接地期(右脚の接地～離地)の3次元身体座標位置(250Hz)、各筋の表面筋電位(2000Hz)、床反力(200Hz)を測定した。3次元身体座標データから股関節最大伸展トルク、股関節角度、骨盤角度を算出した。また、筋電位データから各筋の平均振幅値(Root Mean Square:RMS)を算出し、スプリント中の各筋の最大RMS値を基準値とし、それぞれ相対値化した。筋力測定にはCybex Normを使用し、最大努力下での等速性(60, 180, 300度/秒)及び等尺性(股関節角度30, 60, 90度)の股関節伸展及び屈曲最大筋力を仰臥位にて測定した。筋タイトネステストは、SLRテスト(ハムストリングス)、トーマステスト(腸腰筋)、膝伸展テスト(ハムストリングス)を行った。

【結果】(実験1) 3つの膝関節角度条件での

股関節角度30度毎の股関節伸展筋力について二元配置分散分析（膝関節角度×股関節角度）を行った結果、膝関節角度条件と股関節角度条件の間に有意な交互作用は認めなかったが、股関節角度条件間において有意な主効果を認め、角速度60度/秒及び180度/秒ともに、すべての膝関節角度条件において股関節角度30-0度に比べ股関節60-30度が有意に高かった（ $P < 0.01$ ）。角速度60度/秒における各筋の筋放電量について二元配置分散分析（膝関節角度×股関節角度）を行った結果、各筋において膝関節角度条件と股関節角度条件の間に有意な交互作用は認めなかったが、BF1h及びSMにおいて膝関節角度条件間に有意な主効果を認め、BF1h及びSMの筋放電量は膝関節90度に比べ膝関節0度において有意に高かった（ $P < 0.01$ ）。角速度180度/秒における各筋の筋放電量について二元配置分散分析（膝関節角度×股関節角度）を行った結果、各筋において膝関節角度条件と股関節条件間に有意な交互作用は認めなかったが、すべての筋において股関節角度条件間に有意な主効果を認め、股関節30-0度に比べ股関節60-30度の筋放電量が有意に高かった（ $P < 0.01$ ）。

（実験2）角速度60度/秒における等速性股関節伸展/屈曲筋力比と、スプリント動作の接地期における股関節角度および骨盤角に有意な負の相関関係を認めた（ $R = -0.569$, $P < 0.05$; $R = -0.593$, $P < 0.05$ ）。股関節角度30度等速性股関節伸展/屈曲筋力比と、スプリント動作の接地期における股関節角度および骨盤角度との間に有意な負の相関関係を認めた（ $R = -0.582$, $P < 0.05$; $R = -0.589$, $P < 0.05$ ）。股関節角度60度等速性股関節伸展/屈曲筋力比と、スプリント動

作の接地期における股関節角度および骨盤角度との間に有意な負の相関関係を認めた（ $R = -0.601$, $P < 0.05$; $R = -0.589$, $P < 0.05$ ）。スプリント動作の接地期における股関節角度と、膝伸展テストの間に正の相関関係を認めた（ $R = 0.599$, $P < 0.05$ ）。スプリント動作の接地期における股関節角度とBF1hの筋放電量に負の相関関係を認めた（ $R = -0.569$, $P < 0.05$ ）。

【考察】 実験1において、股関節屈曲位では股関節伸展筋力および各筋の筋活動が増加した。股関節伸展筋力が増加した要因として、ハムストリングス各筋のモーメントアームの増加や能動的張力の増加が影響していたと考えられた。また、実験2において、股関節屈曲筋力に対して伸展筋力が低い場合やハムストリングスのタイトネスが高い場合、スプリント動作の接地期にハムストリングスの筋収縮による能動的張力を補うために骨盤角度および股関節屈曲角度を大きくし、腱を伸張させて腱張力を高め、受動的張力を増加させることによりハムストリングス全体の発揮張力を高めようとする可能性が示唆された。

【結論】 (1) 股関節伸展運動では、股関節屈曲位において股関節伸展筋力およびハムストリングス各筋と大殿筋の筋活動が増加した。(2) 股関節伸展/屈曲筋力比が低く、かつハムストリングの筋タイトネス高い場合、スプリント動作の接地期に股関節最大伸展トルクを発揮する際の骨盤角度および股関節角度がより大きくなり、BF1hの筋活動が低下したことから、腱の伸張度を増加させることで受動的張力を増加させ、ハムストリングス全体の発揮張力を高めようとする可能性が示唆された。