

ハムストリングス肉離れに関する研究

—伸張性収縮とハムストリングスの機能—

A Study for Hamstrings Strain Injury - The Function of Hamstrings during the Eccentric Contraction-

スポーツ医科学研究領域

5007A052-7 東原綾子

研究指導教員： 福林徹教授

【緒言】

ハムストリングス肉離れは、スポーツ外傷の中でも発生率が高い。また、非接触型受傷例の多くが大腿二頭筋長頭(BF)に発生し、その受傷機転はランニング時であることが競技種目を問わず共通した傾向であるといえる。肉離れの発生メカニズムは多岐にわたり、多くの研究がなされているにも関わらず、未だ不明な点が多いのが現状である。肉離れの予防を考えるにあたって、その発生メカニズムの解明は非常に重要である。

ハムストリングスは共働筋といえども構成筋の解剖学的差異およびそれに起因する機能的特性の差異が存在し、これは肉離れ受傷要因として大きく影響すると考えられている。このことから、肉離れの受傷機転である伸張性収縮活動におけるハムストリングスの筋活動動態も各筋で異なることが推測される。さらに、伸張性負荷が増大する動作速度の上昇によってもその活動様式が変化する可能性も考えられる。本研究では、肉離れの受傷機転である伸張性収縮時のハムストリングス構成筋の活動動態を検討することから、肉離れの発生メカニズムの解明を目的とし、実験1では異なる伸張性収縮速度におけるハムストリングス各筋の筋活動動態の検討を行い、実験2では異なる速度におけるランニング時のハムストリングスの筋活動動態の検討を行った。

【方法】

【実験1】

健常な男子大学生10名を対象とし、BIODEX System3(BIODEX Medical Systems)を用いて、腹臥位、股関節屈曲0度、膝関節屈曲105度から膝関節完全伸展位(膝関節屈曲0度)までの伸張性膝関節屈曲を10deg/sec、60deg/sec、180deg/sec、300deg/secの異なる4種類の角速度において行った。膝屈曲90度から0度までの伸張性膝関節屈曲運動中の膝関節角度、膝屈曲トルク、さらにBF、半腱様筋(ST)、半膜様筋

(SM)、および薄筋(G)の表面筋電位の測定を行った。膝屈曲トルクは対象者の体重で正規化し膝関節屈曲角度15度毎(90-75, 75-60, 60-45, 45-30, 30-15, 15-0)の平均値を算出した。筋電図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、膝屈曲90度から完全伸展位までの平均値ARVと膝関節屈曲角度15度毎の平均ARVを算出し、筋毎のARVの最大値を基準値として相対値化した。

【実験2】

男子陸上短距離選手8名を対象とした。対象者は、高速トレッドミル(XELG 2,Woodway, Weil am Rhein,Germany)上で測定した最大ランニング速度の50%, 75%, 85%, 95%(以下50%max, 75%max, 85%max, 95%max)の異なる4種類の速度でランニングを行い、規定速度に達した後10ストライドの動作計測および左脚の大腿直筋(RF)、外側広筋(VL)、BF、ST、大殿筋(GM)の表面筋電位を測定した。動作計測はハイスピードカメラ(Nac Image Technology,Inc. Japan)を用いて左矢状面から撮影を行った。データ解析は、測定した10ストライドのうち中央の連続した3ストライドを対象に行った。左脚接地から次の左脚接地までを1ストライドと定義し、4相(Stance Phase;接地から離地まで、Early Swing Phase;離地から膝関節最大屈曲となる時点、Middle Swing Phase;膝関節最大屈曲から股関節最大屈曲となる時点、Late Swing Phase;股関節最大屈曲から膝関節が伸展し、再び接地する時点)に分類した。1ストライドにおける股関節角度および膝関節角度の時系列変化を算出し、股関節最大屈曲・伸展角度、最大股関節屈曲・伸展角速度、膝関節最大・最小屈曲角度、最大膝関節屈曲・伸展角速度、および接地時の股関節屈曲角度、膝関節屈曲角度を算出した。さらに、Middle Swing PhaseとLate Swing Phaseに関して、股関節角度および膝関節角度の変位量を算出

した。筋電図データは%MVC 化し、分類した4 相それぞれにおける各筋の単位時間あたりの平均筋活動量を算出した。また、BF とSTの筋電位に関して、1 ストライドのうち最大値出現時間の平均値を算出した。すべての結果は3ストライドの平均値として求めた。

【結果】

[実験1]

膝屈曲トルクに関して、二元配置分散分析(角速度×膝関節角度)を行った結果、角速度と膝関節角度の間に有意な交互作用が認められた($p<0.05$)。すべての速度において膝屈曲30-15 度のトルクが有意に高値となったが($p<0.05$)、60deg/sec、180deg/sec、および300deg/sec の膝屈曲15-0 度では膝屈曲トルクが低下する傾向であった。筋活動量はいずれの筋においても角速度の変化による有意な差はみられなかった。膝屈曲15 度毎の平均ARV に関して、三元配置分散分析(筋×角速度×膝関節角度)を行った結果、筋と膝関節角度、角速度と膝関節角度の間に有意な交互作用が確認された($p<0.001$, $p<0.001$)。BF およびG に関して、膝屈曲15-0 度の筋活動量が他の膝角度における筋活動量に比較して有意に低下した($p<0.05$)。一方、ST およびSM に関して、膝関節角度の変化による有意な差異は認められなかった。

[実験 2]

股関節屈曲角度、股関節屈曲角速度および膝伸展角速度はランニング速度の上昇に伴い有意に上昇したが、85%max と95%max はほぼ同値で有意な差がみられなかった。膝関節屈曲角度は走速度の上昇に伴い大きくなる傾向であった。一方で、筋活動量に関しては全ての筋で走速度の上昇に伴い有意に増大した。ハムストリングスの筋活動について、Middle Swing Phase の75%max, 85%max, 95%max においてST の筋活動量がBF に比べ有意に高値を示した($p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.05$)が、Late Swing Phase にかけて2 筋共に有意に増大し、筋活動量に有意な差はみられなかった(Fig.1)。最大値出現時間はStance Phase およびLate Swing Phase 共に95%max においてのみBF-ST 間に有意差が認められた($p<0.05$, $p<0.01$;Fig.2)。

【考察】

[実験1]

伸張性膝関節屈曲運動におけるハムストリングスの筋活動は、角速度の上昇の影響を受けず、協調して活動する傾向であったが、膝伸展位付近でBF の筋活動量の低下が有意であった。速い角速度での伸張性膝関節屈曲では膝関節15 度以下の完全伸展位付近でトルクが低下する傾向がみられ、これはBF の筋活動低下が影響していると考えられた。この活動様式の違いには、ハムストリングスの解剖学的形態特性の差異、および神経的要因が影響していると考えられた。

[実験 2]

最大速度付近のある一定以上の速度における動作特性に関しては走速度の上昇に伴った変化はみられなかったのに対し、下肢の筋活動量は速度の上昇に伴い漸増的に、有意な増大を示した。このことから、特に85%max から95%maxへ走速度が上昇することで自家筋活動による筋への負荷は有意に高くなることが推測された。また、スプリント動作におけるLate Swing Phase の強力な伸張性の膝関節屈曲運動および股関節伸展運動においてはパワー発揮の機能要求が大きいBF の活動が増加しており、重要な役割を担っていると考えられ、伸張性負荷と自身の強力な筋活動による肉離れのリスクが高いことが示唆された。ST はMiddle Swing Phase での股関節屈曲時の伸張性収縮およびLate Swing Phaseでの膝関節伸展時の伸張性収縮、双方に相対的に大きく貢献し、最大スピード付近でのスプリントにおいては、股関節屈曲動作に続く下腿の振り出し動作の強い伸張性収縮に対して活動時期を早めている、あるいはハムストリングス内の神経筋反応機構の相異が影響している可能性が示唆された。本結果より、最大スピード付近のスプリント動作において、ハムストリングス内の筋活動貢献度の変化や最大活動時間の差異が確認されたことから、ハムストリングスの機能分担が存在する可能性が示唆された。

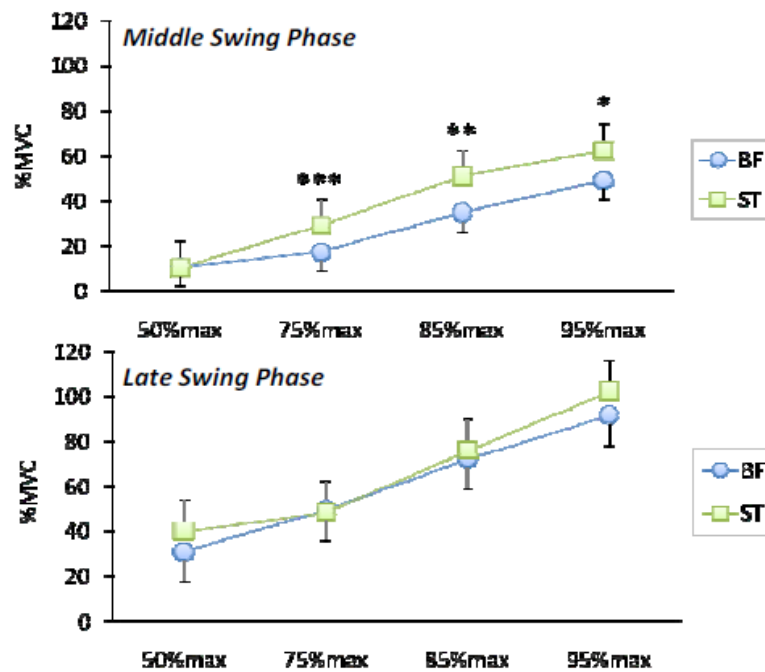


Fig.1 BF およびST の筋活動量の比較

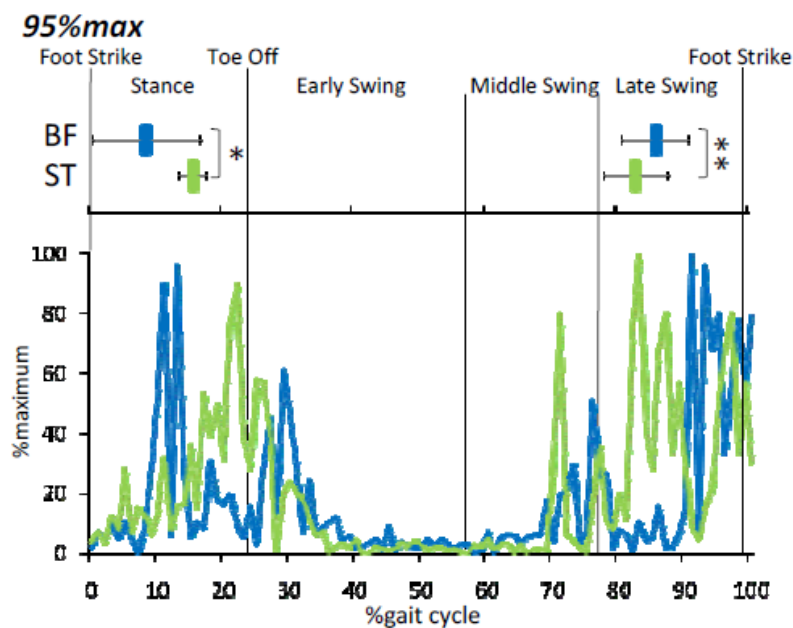


Fig.2 95%maxスプリントにおけるBF(青)およびST(緑)の筋活動の最大値出現時間の比較

【結論】

本研究で確認された、伸張性膝関節屈曲運動およびスプリント動作時のハムストリングス構成筋の筋活動

動態の特性は、構成筋の解剖学的差異やそれに起因する機能的特性の差異の影響を大きく受けていると考えられた。