

科学研究費助成事業(科学研究費補助金)研究成果報告書

平成25年 5月 8日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22300225

研究課題名(和文) 大腿屈筋の機能分担と肉離れ発症メカニズムの解明

研究課題名(英文) The functional difference of hamstrings and the mechanism of muscle strain

研究代表者

福林 徹 (FUKUBAYASHI TORU)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：70114626

研究成果の概要(和文)：ハムストリングス肉離れ受傷メカニズム解明のため、伸張性股関節伸展運動およびスプリント動作時のハムストリングスの筋活動動態を明らかにした結果、ハムストリングス各筋はそれぞれ異なる筋活動動態を示した。本研究により運動時のハムストリングス各筋が解剖学的構造・形態の相違に起因する機能の差を有していることが、特定の筋の肉離れ受傷リスクを高める潜在的な要因として関与している可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to compare the recruitment patterns in hamstring muscles during hip extension exercise and during sprinting to clarify the mechanism underlying hamstring injury. We concluded that the activation properties of each hamstring muscle differ due to the muscle morphological features. These differences may contribute to the mechanism for hamstring muscle strain injury.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成22年度	8200000	2460000	10660000
平成23年度	3000000	900000	3900000
平成24年度	3200000	960000	4160000
年度			
年度			
総計	14400000	4320000	18720000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学，スポーツ科学

キーワード：スポーツ傷害，肉離れ，スプリント走，ハムストリングス，大腿二頭筋

1. 研究開始当初の背景

ハムストリングスは大腿二頭筋長頭(BF1h)・短頭(BFsh)，半腱様筋(ST)，半膜様筋(SM)の4筋から構成され、スポーツ活動において重要な役割を果たしているが、その一方で肉離れが頻発し、その発生メカニズムの解明や予防法の確立が急務となっている。

ハムストリングス構成筋は解剖学的形態の差、およびそれに起因する機能の差を有していると考えられており、この差異が肉離れ受傷メカニズムや各筋の受傷率の違いに影響

している可能性が指摘されている。これまでの我々の研究によって、肉離れの発生機序の1つと考えられる伸張性の膝関節屈曲運動時のハムストリングス各筋の活動貢献度が異なり、紡錘状筋であるSTが高い活動を示すことが明らかとなっている。一方で、股関節伸展運動時の筋活動については、未だ明らかになっていない。

さらに、肉離れが頻発するスプリント動作時においてもハムストリングス各筋の機能の差が存在すると推測されるが、明らかとなっていない。

肉離れ発生メカニズムの解明に向けた示唆を得るためには、伸張性の股関節伸展運動におけるハムストリングス各筋の活動動態を明らかにするとともに、スプリント動作時のハムストリングスの筋活動動態および筋伸張動態を明らかにすることが必要であると考えられる。

2. 研究の目的

肉離れと関連が強い伸張性の股関節伸展運動およびスプリント動作時のハムストリングスの活動動態を明らかにし、肉離れ受傷メカニズムとの関連に示唆を与えることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 健常な男子6名を対象とし、立位での伸張性および短縮性の股関節伸展運動におけるハムストリングスの活動度、並びに運動に伴う筋の損傷・修復・適応過程を、表面筋電図(NiEMG), MRI(T2 値、筋横断面積: CSA), 血液検査(CPK, GOT, GPT), 筋痛(VAS)を計測することによって評価した。

(2) 男子陸上短距離選手13名を対象とした。屋内の陸上競技直線走路上に設けた測定区間の中央40m手前からスプリントを行い、対象者が測定区内を走行する際の疾走動作および右脚ハムストリングスの筋活動を計測した。

①1ストライド(右脚の接地から再び接地するまで)を分析対象とし、接地期および遊脚期後半におけるハムストリングスの筋活動量および筋活動のピークタイミング(% gait cycle)を算出した。

②ハムストリングス三筋の筋長は筋骨格モデリングソフトを用いた逆運動学解析により算出した。静止立位時の値で除することで筋伸張率とし、ピークタイミング(% gait cycle)を算出した。

4. 研究成果

(1) NiEMG(%MVC)の結果、伸張性運動と短縮性運動のどちらにおいてもBF1hおよびSMの活動度がSTの活動度に比べて高く($p < 0.05$: vs ST), さらに伸張性運動ではSMの活動度がBF1hのそれよりも高かった($p < 0.05$) (図1)。さらに、MRIの結果から、特にSMにおいて著しい変化が見られた(図2)(T2値(ms): 34.7 ± 1.3 , $p < 0.05$: 運動直後 vs 運動前/CSA(mm²): 1060.6 ± 94.3 , $p < 0.05$: 運動2日後 vs 運動前)。このことから、伸張性の股関節伸展運動では羽状筋であるBF1hおよびSMが特異的に働いている可能性が示唆された。

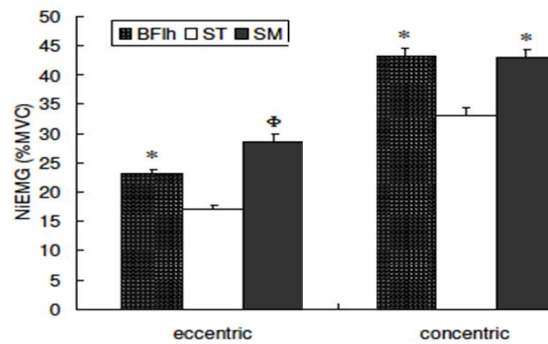


図1 伸張性(左), 短縮性(右)運動時のNiEMG

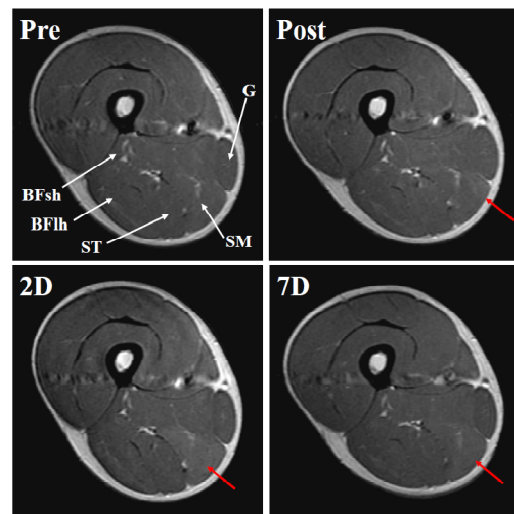


図2 運動前後のMRI画像例.Pre:運動前,Post:運動直後,1D:1日後,2D:2日後,3D:3日後,7D:7日後.赤矢印部分に高輝度が認められる。

(2) ①BFにおいて,StanceおよびLate swing phaseの筋活動量がMiddle swing phaseに比べて有意に高かった($p < 0.01$, $p < 0.001$)。また,Middle swing phaseにおけるSTの筋活動量は同相のBFおよびSMの値に比べて有意に高値を示した($p < 0.01$) (図3)。接地期および遊脚期後半におけるBF-ST間の活動ピークタイミングに有意な差が認められた($p < 0.05$ および $p < 0.01$)。SM-ST間は両局面ともに有意傾向であった($p = 0.081$, $p = 0.077$) (図4)。接地期および遊脚期後半におけるハムストリングス各筋の筋活動貢献度および活動ピークタイミングに有意な差が認められたことから、スプリント動作時のハムストリングスは協調して活動しているが、1ストライドにおいて各筋が高い筋活動を示す時点が時系列的に異なることが明らかとなった。

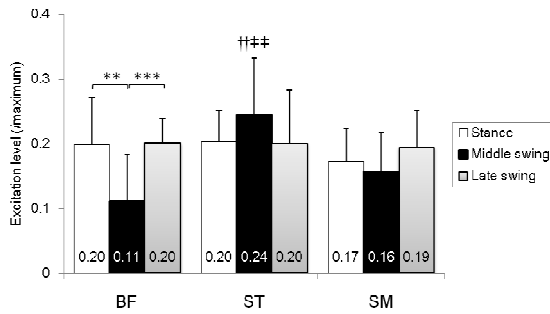


図3 スプリント動作時の1ストライドにおけるハムストリングスの筋活動量

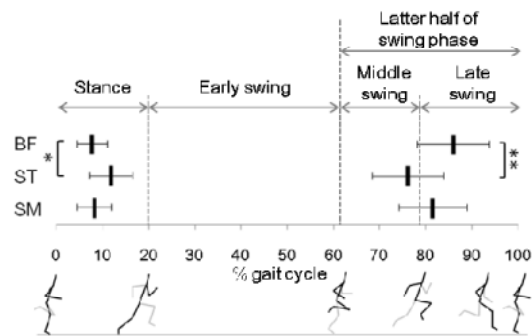


図4 接地期，遊脚期後半の活動ピーク時間

②ハムストリングスの筋伸張率は遊脚期後半にピークとなった(図5a)．遊脚期後半のハムストリングスの筋伸張率ピークタイミングと筋活動ピークタイミングの比較を行った結果，STでは筋の伸張と筋活動のピークタイミングに有意な差が認められた($p < 0.05$)のに対し，BFおよびSMではこれらに有意な差は認められなかった．すなわち，遊脚期後半のBFおよびSMでは，筋の伸張が最大となる時点で筋活動がピークとなったことから，瞬間的に高い伸張負荷が生じていたと推測された．

本研究結果より，スプリント時のハムストリングスが解剖学的構造・形態の差に起因した異なる筋活動動態および筋伸張動態を有していることが，特定の筋の肉離れ受傷リスクを高める潜在的な要因として関与している可能性が示唆された．

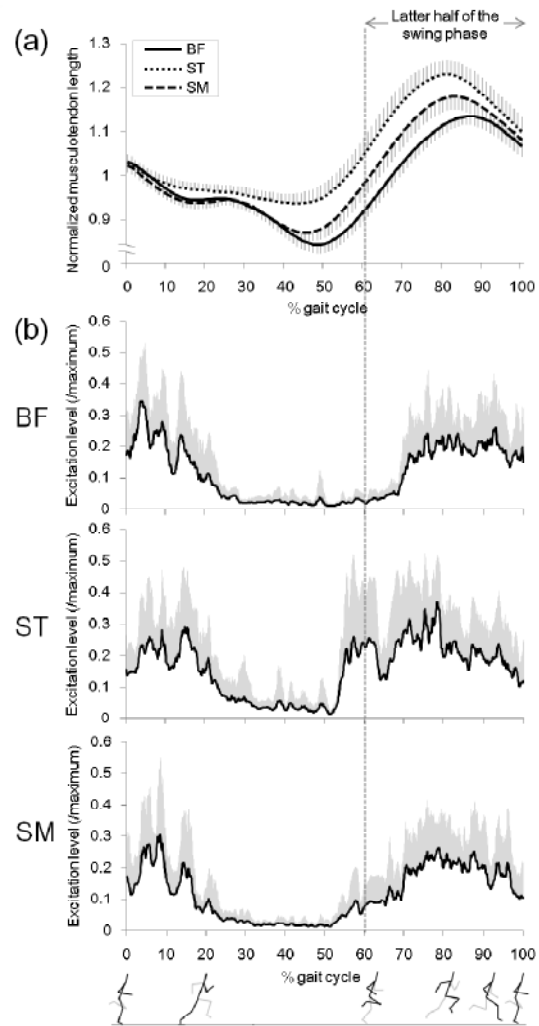


図5 1ストライドにおけるハムストリングスの伸張率(a)および筋活動(b)の時系列変化

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

1. Ono T., Higashihara A., Fukubayashi T. (2011) Hamstring functions during hip-extension exercise assessed with electromyography and magnetic resonance imaging. *Research in Sports Medicine*, 査読有. 19(1), 42-52.

2. 奥脇透 (2011) : 陸上競技における肉ばなれの診断と治療. 宗田大編集, 復帰をめざすスポーツ整形外科. メジカルビュー社, 東京, 273-275.

3. 奥脇透 (2013). 肉離れと下肢運動連鎖. 臨床スポーツ医学 (30), 229-234.

〔学会発表〕(計7件)

1. 奥脇透. スポーツ障害の早期現場復帰に向けての工夫: ハムストリングス肉離れ. 第83回日本整形外科学会総会. 東京, 2010年5月28日

2. 東原綾子, 小野高志, 福林徹. Wavelet 解析を用いたランニング時のハムストリングス筋活動特性の時間周波数分析. 第66回日本体力医学会, 山口, 2011年9月16日

3. Higashihara, A., Nagano, Y., Takahashi, K., & Fukubayashi, T. Hamstring muscle kinematics during the acceleration phase of sprinting. 17th Annual Congress of the European College of Sport Science, Bruges, Belgium. 5 Jul. 2012

4. Nagano, Y., Higashihara, A., Takahashi, K., & Fukubayashi, T. Timing at peak lengths and forces of hip joint muscles during sprint running, 17th Annual Congress of the European College of Sport Science, Bruges, Belgium. 5 Jul. 2012

5. 東原綾子, 小野高志, 永野康治, 加藤洋介, 福留千弥, 福林徹. スプリント時の体幹前傾がハムストリングスの筋長および筋活動動態に及ぼす影響. 第67回日本体力医学会大会, 岐阜, 2012年9月15日

6. 福林徹. ハムストリングスの筋活動の特徴と走動作における役割, および肉離れのバイオメカニクス. 第39回臨床バイオメカニクス学会, 千葉, 2012年11月9日

7. Higashihara, A., Nagano, Y., Takahashi, K., & Fukubayashi, T. Relationship between hamstring muscle kinematics and hip rotation during the terminal swing of the sprinting gait cycle. Australian Conference of Science and Medicine in Sports, Cydney, Australia. 1 Nov. 2012

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福林 徹 (Toru Fukubayashi)
早稲田大学スポーツ科学学術院・教授
研究者番号: 70114626

(2) 研究分担者

柳澤 修 (Osamu Yanagisawa)
早稲田大学スポーツ科学学術院・助教
研究者番号: 50371159

永野 康治 (Yasuharu Nagano)
新潟医療福祉大学・健康科学部健康スポーツ学科・講師
研究者番号: 00548282

佐保 泰明 (Yasuaki Saho)
早稲田大学スポーツ科学学術院・助手
研究者番号: 90438036

(3) 連携研究者

奥脇 透 (Toru Okuwaki)
国立スポーツ科学センター・主任研究員
研究者番号: 20274871