

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：34310

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26882050

研究課題名(和文)超音波診断装置を用いたハムストリングスの肉離れ発生要因の解明

研究課題名(英文)Elucidation of causes of hamstrings muscle strain using the ultrasonography

研究代表者

中村 雅俊(Nakamura, Masatoshi)

同志社大学・スポーツ健康科学部・助教

研究者番号：20735287

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、スポーツ障害の中で発生頻度が高いハムストリングスの肉離れ、特に大腿二頭筋長頭の肉離れの発生原因を解明することを目的に、超音波に搭載されているせん断波エラストグラフィ機能を用いてハムストリングスの構造的および機能的特徴を検討した結果、以下の知見を得た。ハムストリングスは遠位部の方が近位部や中間部と比較して硬い、遠心性収縮による筋損傷は半膜様筋よりも半腱様筋・大腿二頭筋に大きいことが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have investigated the structural and functional characteristics of hamstrings using shear wave elastography, and the following facts were clarified: the muscle hardness of distal portion of hamstrings was harder than middle and proximal portion. the muscle damages in biceps femoris than semimembranosus were larger than that in semitendinosus after eccentric contractions.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：筋硬度 せん断波エラストグラフィ 肉離れ

## 1. 研究開始当初の背景

ハムストリングスの肉離れは、全力疾走が必要なスポーツによく見られる障害の1つであり、長期間にわたってトレーニングや試合から遠ざかることが余儀なくされる(Ekstrand et al. 2011)。これまで肉離れの発生原因の解明や予防法の検討は数多くなされてきているが、肉離れの発生頻度は減少していないのが現状である(Ekstrand et al. 2011)。

肉離れに関する Review において、ハムストリングスの肉離れの主な原因として、1) ハムストリングスの筋力低下や筋萎縮、2) ハムストリングスの柔軟性の減少、3) 疲労および微細な筋損傷が挙げられている(Opar et al. 2012)。また、ハムストリングスの肉離れでは、ハムストリングスを構成する大腿二頭筋長頭・短頭と半膜様筋、半腱様筋の中でも大腿二頭筋長頭に多く発生し、その中でも大腿二頭筋長頭の近位の筋腱移行部付近で好発することが報告されている(Askling et al. 2007)。この原因として、各筋または同一筋における各部位の大きさや柔軟性のアンバランスなどの構造的な特徴と、筋疲労や筋損傷程度の違いといった機能的な特徴の違いが肉離れの発生に関与していることが示唆される。そのため、ハムストリングスを構成する筋の構造および機能的な特徴を明らかにすることがハムストリングス、特に、スポーツ障害の中で発生頻度が高い大腿二頭筋長頭の肉離れの発生原因を解明する事に繋がると考えられる。

## 2. 研究の目的

(1) ハムストリングスの各筋における解剖学的な特徴を明らかにする研究

研究1の目的は、ハムストリングスを構成する各筋(大腿二頭筋と半腱様筋、半膜様筋)の各部位(近位部と中間部、遠位部)を対象にせん断波エラストグラフィ機能を用いての筋硬度を測定する事で、解剖学的な特徴

を明らかにすることである。

(2) ハムストリングスの各筋における機能的な特徴を明らかにする研究

研究2の目的は、遠心性収縮により生じる筋損傷程度の評価することにより、遠心性収縮運動時の筋の使い方及び損傷しやすさを明らかにすることである。

## 3. 研究の方法

(1) ハムストリングスの各筋における解剖学的な特徴を明らかにする研究

ハムストリングスを構成する各筋(大腿二頭筋と半腱様筋、半膜様筋)の各部位(近位部と中間部、遠位部)の解剖学的特徴を明らかにすることを目的とする。

まず、健常若年男性10名を対象に測定の再現性の確認を行った。超音波診断装置(SuperSonic Imagine社製)のせん断波エラストグラフィ機能を用いて、安静腹臥位、股関節0°、膝関節完全伸展位において、大腿二頭筋と半腱様筋、半膜様筋における各部位(近位部と中間部、遠位部)の筋硬度測定の再現性を検討した。図1に実際の超音波の画像を示す。

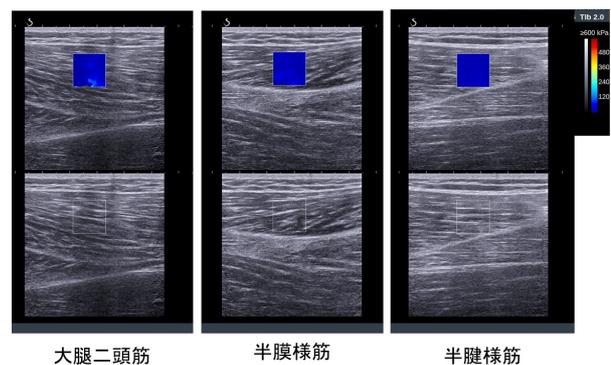


図1. ハムストリングス構成筋における超音波エラストグラフィ画像

せん断波エラストグラフィ機能における超音波画像では、一般的なBモード画像上に、筋硬度の程度を色によって表すカラーマップである関心領域(Region of interest: ROI)が表示される。せん断波エラストグラフィ

機能では筋硬度が低いほど青く、高いほど赤に表記される。定量的な分析として、画面上にある四角の関心領域内部に円形の ROI をセットすることで、円形 ROI 内部の筋硬度の平均値と最大値、最小値を自動的に計算することが可能である。

再現性の確認後、若年男性 14 名を対象に、各筋の各部位の筋硬度の違いを検討するために、前述の超音波診断装置のせん断波エラストグラフィ機能を用いて、安静腹臥位、股関節 0°、膝関節完全伸展位において、大腿二頭筋と半腱様筋、半膜様筋における各部位（近位部と中間部、遠位部）の筋硬度を 2 回測定し、解析にはその平均値を用いた。

統計解析は、各筋（大腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋）と各部位（近位部、中間部、遠位部）を 2 要因とした分割プロット分散分析を行った。

#### (2) ハムストリングスの各筋における機能的な特徴を明らかにする研究

研究 2 の目的は、遠心性収縮により生じる筋損傷程度の評価することにより、遠心性収縮運動時の筋の使い方及び損傷しやすさを明らかにすることである。

対象は健康若年男性 14 名とし、遠心性収縮介入前後における筋硬度の測定を実施した。股関節 90° 屈曲位、膝関節 45° 屈曲位の肢位で、前述の超音波診断装置のせん断波エラストグラフィ機能を用いて、各筋の中間部の筋硬度を測定した。遠心性収縮は、等速性筋力測定装置 (Biodex 社製 Biodex System 4.0) を用いて、対象者は座位にて膝関節 90° 屈曲位から完全伸展位 (0° 屈曲位) の範囲で最大遠心性収縮を 6 回 × 5 セット、計 30 回実施した。

統計解析は、各筋における遠心性収縮介入前後の筋硬度の変化を対応のある t 検定、筋間の変化率の比較は Holm 補正を用いた

Wilcoxon の順位和検定を用いた。

#### 4. 研究成果

##### (1) ハムストリングスの各筋における解剖学的な特徴を明らかにする研究

ハムストリングスの筋硬度測定の再現性の確認した結果、全ての測定において級内相関係数は高い値を示したため（大腿二頭筋：0.763~0.977、半腱様筋：0.845~0.978、半膜様筋：0.937~0.983）、せん断波エラストグラフィ機能による筋硬度測定は高い再現性を示すことが明らかになった。

また、大腿二頭筋と半腱様筋、半膜様筋における各部位（近位部と中間部、遠位部）の筋硬度を比較した結果を図 2 に示す。分割プロット分散分析の結果、有意な交互作用を認めず ( $P=0.921$ ,  $F$  値=0.169)、筋間においても主効果は認めなかったが、測定部位において主効果を認めた ( $P<0.01$ )。事後検定の結果、遠位部は中間部や近位部と比較して有意に高値を示した。この結果は、ハムストリングスの肉離れは大腿二頭筋の近位部に好発するという先行研究を支持しない結果となった。そのため、ハムストリングスを構成する各筋の解剖学的特徴では肉離れの発生原因を説明することは出来ない可能性を示す結果となった。

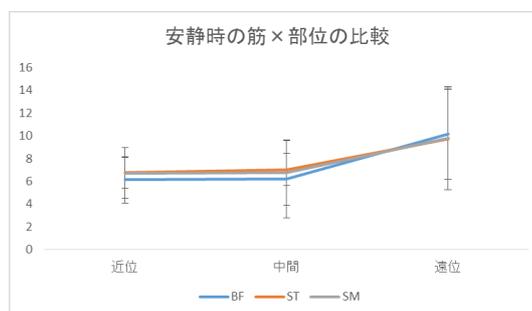
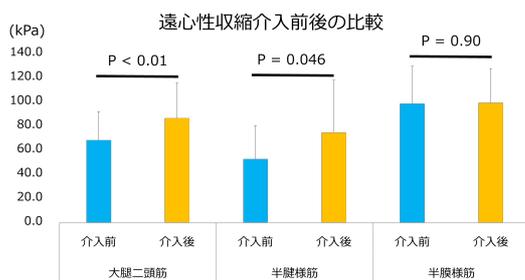


図 2. 安静状態における各筋と部位の比較

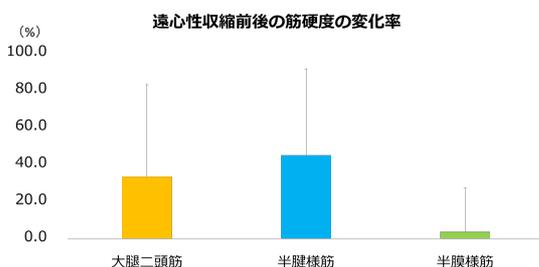
##### (2) ハムストリングスの各筋における機能的な特徴を明らかにする研究

遠心性収縮介入前後の各筋における筋硬度の変化を図 2 に示した。統計学的処理の結

果，遠心性収縮により大腿二頭筋と半腱様筋の筋硬度は有意に増加したが，半膜様筋は有意な変化は認めなかった。



遠心性収縮前後の筋硬度の変化率を比較した結果，半腱様筋は半膜様筋と比較して有意に高値を示し( $P < 0.05$ , 効果量：1.14)，大腿二頭筋は半膜様筋と比較して高値を示す傾向にあった( $P = 0.052$ , 効果量：0.79)。



遠心性収縮による筋硬度の増加は筋損傷の程度を示していることから，以上の結果と併せて考えると，遠心性収縮により半腱様筋と大腿二頭筋は半膜様筋と比較して筋損傷を起こしやすい可能性が考えられる。この機能的な特徴が大腿二頭筋に肉離れが好発する原因解明の一助になる可能性が考えられる。

本研究ではハムストリングスの構造的および機能的な特徴から，スポーツ傷害の中で発生頻度が高いハムストリングスの肉離れの発生要因を検討した結果，ハムストリングスの機能的な特徴によって肉離れが発生している可能性が考えられる。今後は，実際の肉離れの既往を持っている被験者を対象とした検討や前向き研究を行うことで，肉離れ

の発生原因をより詳細に検討していく必要がある。

## 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8件)

Umehara J, Ikezoe T, Nishishita S, Nakamura M, Umegaki H, Kobayashi T, Fujita K, Tanaka H, Ichihashi N. The effect of hip and knee position on shear elastic modulus of the tensor fascia latae: An ultrasonic shear wave elastography study. *Clin Biomech.* 2015; 30(10): 1056-9. 査読有

DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2015.09.007.

Ikezoe T, Nakamura M, Shima H, Asakawa Y, Ichihashi N. Association between walking ability and trunk and lower-limb muscle atrophy in institutionalized elderly women: a longitudinal pilot study. *J Physiol Anthropol.* 2015; 28; 34: 31. 査読有

DOI: 10.1186/s40101-015-0069-z.

Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Nakamura M, Takagi Y, Kimura M, Ichihashi N. Age-Related Ultrasound Changes in Muscle Quantity and Quality in Women. *Ultrasound Med Biol.* 2015; 41(11): 3013-7. 査読有

DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.06.017

Umegaki H, Ikezoe T, Nakamura M, Nishishita S, Kobayashi T, Fujita K, Tanaka H, Ichihashi N. Acute effects of static stretching on the hamstrings using shear elastic modulus determined by ultrasound shear wave elastography: Differences in flexibility between hamstring muscle components. *Man Ther.* 2015; 20(4): 610-3. 査読有

DOI: 10.1016/j.math.2015.02.006.

Nakamura M, Ikezoe T, Tokugawa T, Ichihashi N. Acute effects of stretching on passive properties of human gastrocnemius muscle-tendon unit: Analysis of differences between hold-relax and static stretching. *J Sport Rehabil.* 2015; 24(3): 286-92. 査読有  
DOI: 10-1123/jsr.2014-0164

Yamauchi T, Hasegawa S, Matsumura A, Nakamura M, Ibuki S, Ichihashi N. The effect of trunk rotation during shoulder exercises on the activity of the scapular muscle and scapular kinematics. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015; 24(6): 955-64. 査読有  
DOI: 10.1016/j.jse.2014.10.010.

Umegaki H, Ikezoe T, Nakamura M, Nishishita S, Kobayashi T, Fujita K, Tanaka H, Ichihashi N. The effect of hip rotation on shear elastic modulus of the medial and lateral hamstrings during stretching. *Man Ther.* 2015; 20(1): 134-7. 査読有  
DOI: 10.1016/j.math.2014.07.016.

Nakamura M, Ikezoe T, Kobayashi T, Umegaki H, Takeno Y, Nishishita S, Ichihashi N. Acute effects of static stretching on muscle hardness of the medial gastrocnemius muscle belly in humans: An ultrasonic shear-wave elastography study. *Ultrasound Med Biol.* 2014; 40(9): 1991-7. 査読有  
DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2014.03.024.

〔学会発表〕(計5件)

中村雅俊, 西口周, 武内孝祐, 田中誠智, 藤堂萌, 山田桃子, 石濱崇史, 川尻英貴, 小川博之, 野村嘉彦, 北條達也. 立ち上がりテストによる「ロコモ度1」判定は地域在住高

齢者の運動機能および要介護リスク関連指標を反映するか? 第2回京都リハビリテーション医学研究会学術集会. 2016.02.07, 国立京都国際会館(京都).

Nakamura M, Sakabe T, Nakamura Y, Hojo T, Takeuchi K, Tsukuda F, Fujisawa Y. Effect of static stretching on shoulder range of motion and pitching biomechanics in university student pitchers. the 20th Annual European College of Sport Science Congress. 2015.06.24-27, Malmö University, Lund University and Copenhagen University, Sweden.

中村雅俊, 河島良, 田形亮太, 西口周, 武内孝祐, 田中誠智, 藤堂萌, 山田桃子, 石濱崇史, 川尻英貴, 横田真一, 北條達也, 石丸庸介. 地域在住高齢者の運動機能、要介護リスク関連指標としての立ち上がりテストの有用性. 第50回日本理学療法学術大会. 2015.06.05-04, 東京国際フォーラム(東京).

中村雅俊, 池添冬芽, 梅垣雄心, 西下智, 小林拓也, 田中浩基, 藤田康介, 木村みさか, 市橋則明: 柔軟性を増加させるために必要なスタティックストレッチング時間の検討 若年女性と高齢女性の比較. 第50回日本理学療法学術大会. 2015.06.05-04, 東京国際フォーラム(東京).

中村雅俊, 池添冬芽, 梅垣雄心, 小林拓也, 西下智, 木村みさか, 市橋則明: スタティックストレッチングが内側・外側腓腹筋弾性率に及ぼす影響の検討 - 若年女性と高齢女性の比較 - 第69回日本体力医学会大会. 2014.09.19-21, 長崎大学(長崎).

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

中村雅俊 (NAKAMURA MASATOSHI)  
同志社大学スポーツ健康科学部・助教  
研究者番号：20735287

(2)研究分担者  
該当なし

(3)連携研究者  
該当なし