

陸上競技選手におけるハムスト リング肉ばなれの発生と大殿筋筋厚との関連性 ～前向きコホート研究～

Relationship of thickness of Gluteus maximus and incidence of hamstring strain in track and field athletes～Prospective cohort study～

崎濱星耶*1, 倉持梨恵子*1,2, 清水卓也*2
村田祐樹*3, 徳武 岳*4, 長尾茉珠*5

キー・ワード：Hamstring strain, gluteus maximus, track and field
ハムストリング肉ばなれ, 大殿筋, 陸上競技

〔要旨〕 ハムストリング肉ばなれ（以下、HSI）は陸上競技で頻発する。HSIの危険因子は多数検討されてきたが、内的因子の特定には至っておらず、再発率も高い。ハムストリングは膝と股関節に作用する二関節筋であり、疾走時の股関節伸展においては、共同して働く大殿筋との関連がHSI発生に及ぼす影響が考えられる。しかしながら、大殿筋に着目して分析された報告はない。そこで本研究は、HSIの発生を、大殿筋との関連に着目し、前向きコホート研究によってこれらの関連性を明らかにすることを目的とした。

大学生陸上競技選手48名（96脚）を対象に、ハムストリングと大殿筋の筋厚に加え、股関節周囲筋の柔軟性および膝関節屈曲・伸展筋力（60deg/sec, 180deg/sec）を測定した後、HSIの発生を観察した。その結果、9脚でHSIが発生し、既往脚（8脚）においてHSIの発生が有意に高く（ $p < 0.05$ ）、再発率の高さが示された。しかしながら、HSIの発生と筋厚や柔軟性、筋力に有意な差は認められず、大殿筋を含むその他の内的因子との関連性は示されなかった。

緒 言

ハムストリング肉ばなれ（Hamstring Strain Injury, 以下 HSI）は、疾走動作を中心とする最大または最大に近いスピードを出した時¹⁾や、パワフルな伸張性筋活動において受傷する²⁾。これまで HSI の発生要因についてはハムストリングの柔軟性の欠如や、大腿四頭筋との筋力バランスなどを中心に議論されてきた³⁻⁵⁾。Freckleton ら（2013）のレビュー論文によれば、HSI のリスクファクターと

して既往、高年齢、大きな膝伸展のピークトルクが挙げられている⁶⁾。また個体要因以外のリスクファクターとして、ウォーミングアップの不足³⁾や疲労⁴⁾があげられている。

Askling ら（2006）は、スポーツ外傷としての HSI について、その受傷機転により stretching type と high speed running type の 2 つに分類している¹⁾。そのうち、high speed running type は全力疾走において発生する HSI である。Simonsen ら（1985）は、全力疾走時の股関節伸展の主たる筋は大殿筋であるとしており⁷⁾、Hoskins ら（2005）は、大殿筋が弱い選手では接地時のハムストリングの活動が高まり、HSI が発生する可能性が高まるとしている⁸⁾。また Liebermann ら（2006）は、大殿筋が歩行時にはほとんど活動しないが、ラン

*1 中京大学スポーツ科学部

*2 中京大学大学院体育学研究科

*3 名古屋大学大学院教育発達科学研究科

*4 立命館大学共通教育推進機構

*5 青山学院大学教育人間科学部

ニング時には活発に働き、そのスピードの増加に伴って筋活動が増加することを示している⁹⁾。

このように、疾走動作において大殿筋は大きな役割を担っており、股関節伸展筋として共同するハムストリングとの相対関係が重要であることが読み取れる。そのため、疾走中に大殿筋によって得られるはずの股関節伸展力が何らかの原因によって低下すると、ハムストリングによって代償的に補われ、相対的なハムストリングの過活動や、それによる疲労の蓄積により、HSIの受傷リスクが高まることが考えられる。さらに、その代償活動が継続することによってハムストリングの発達が進む、もしくは大殿筋の萎縮が起こり、疾走中のハムストリングへの過度な負荷によって大殿筋に対する相対的なハムストリングの筋肥大に繋がる可能性が考えられる。しかしながら、これまでに報告されたハムストリングと大殿筋の関連性に関する先行研究⁷⁻⁹⁾は、走動作のバイオメカニクスに基づく検証や考察のみであり、HSIの発生について大殿筋の関与を前向きに検討した報告は見当たらない。

超音波診断装置による測定は非侵襲的に筋形態の評価が可能である。また、筋厚は筋力との相関があることが報告されており¹⁰⁾、股関節伸展筋として共同関係にある各筋を個別に評価しながらも、機能を推察できる方法として採用した。本研究では筋厚が筋機能を反映し、大殿筋に対する相対的なハムストリングの筋肥大がHSI発生の危険因子となることを仮説として、大学男子陸上競技選手におけるHSIの発生を観察し、HSIの発生との関連性を明らかにすることを目的とした。

対象および方法

1. 対象

対象者はC大学体育会陸上競技部、短距離および跳躍ブロックに所属する男子選手のうち同意が得られ、測定が可能であった48名96脚〔平均値±SD(95%CI)：身長174.1±5.1(172.7-175.4)cm、体重64.7±4.8(63.3-66.1)kg、年齢19.1±1.1(18.8-19.4)歳〕とした。

2. 調査方法

2-1 調査期間

前向きコホート研究の観察前の測定期間は2013年5月6日～2013年5月23日までとし、HSI発生の観察期間は測定終了後～トラック競技

シーズン終了後の2013年10月31日までとした。観察期間中に肉ばなれを受傷した脚を受傷群、受傷しなかった脚を非受傷群とし、群間における差を検討した。本研究は倫理委員会の承認を得て実施した(倫理承認番号：2012-022)。

2-2 測定項目および方法

自記式アンケートによってHSIの既往の有無を調査した。既往の基準は、(1)回達外力によって大腿後面に突発的な痛みを感じたもの、(2)1日以上以上の練習または試合への参加を断念したものの、双方を満たすものとした。

観察前の測定項目は大殿筋およびハムストリングの筋厚、股関節周囲筋タイトネス、等速性膝関節屈曲・伸展筋力とした。

大殿筋およびハムストリングの筋厚測定は同一検者によって実施した。超音波診断装置(GE Healthcare社製、LOGIQ e)を用いて大殿筋(図1)、大腿二頭筋長頭(図2)の筋厚を測定した。大殿筋の測定点は上後腸骨棘と大転子を結ぶ直線の midpoint、大腿二頭筋長頭の測定点は坐骨結節と腓骨頭を結ぶ直線の midpointとした。対象者を腹臥位にて脱力させ、メジャーを用いて測定点を確定し、水性ペンを用いて測定点をマークした。超音波診断装置のプローブの中央が測定点となることを確認し、静止画像を記録した。測定に際してはプローブを皮膚面に対して垂直にあて、圧が一定になるように十分配慮して行った。筋厚の計測には画像解析ソフトImage Jを用いた。なお、筋厚比は大殿筋/大腿二頭筋長頭(GM/BFL)により算出した。

股関節周囲筋のタイトネス測定は、ハムストリング、腸腰筋、大腿四頭筋について同一検者が測定した。ベッドから側方2m、高さ1.3m離れた位置にデジタルカメラ(CASIO社製EX-F1)を設置し、各測定のエンドフィールで代償動作が起きていないことを確認した後、静止画像を記録した。得られた静止画像を画像解析用ソフトimage Jを用いて解析した。ハムストリングのタイトネスの測定ではPassive Knee Extension test(以下、PKE)を用いて膝窩角を測定した。仰臥位股関節90°屈曲位から膝関節を他動的に伸展させ、大腿軸と下腿軸のなす角度を分析した。腸腰筋のタイトネス測定には、トーマステストを採用した。仰臥位にて両膝を抱えさせた後、骨盤の後傾を維持させたまま、測定脚をゆっくりと伸展させた。骨盤の後傾が保たれていること、測定脚が十分にリ

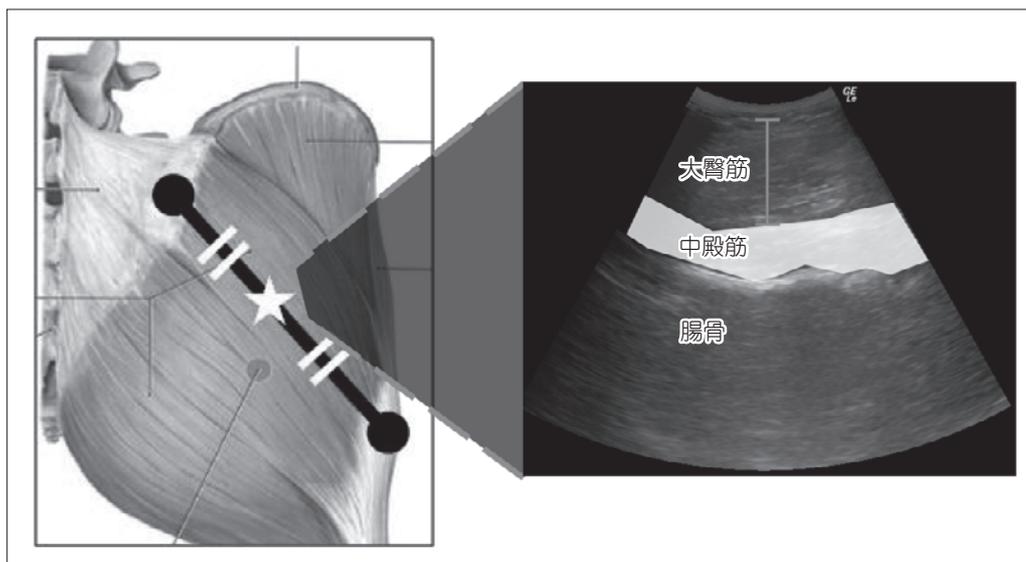


図1 超音波測定点：大殿筋

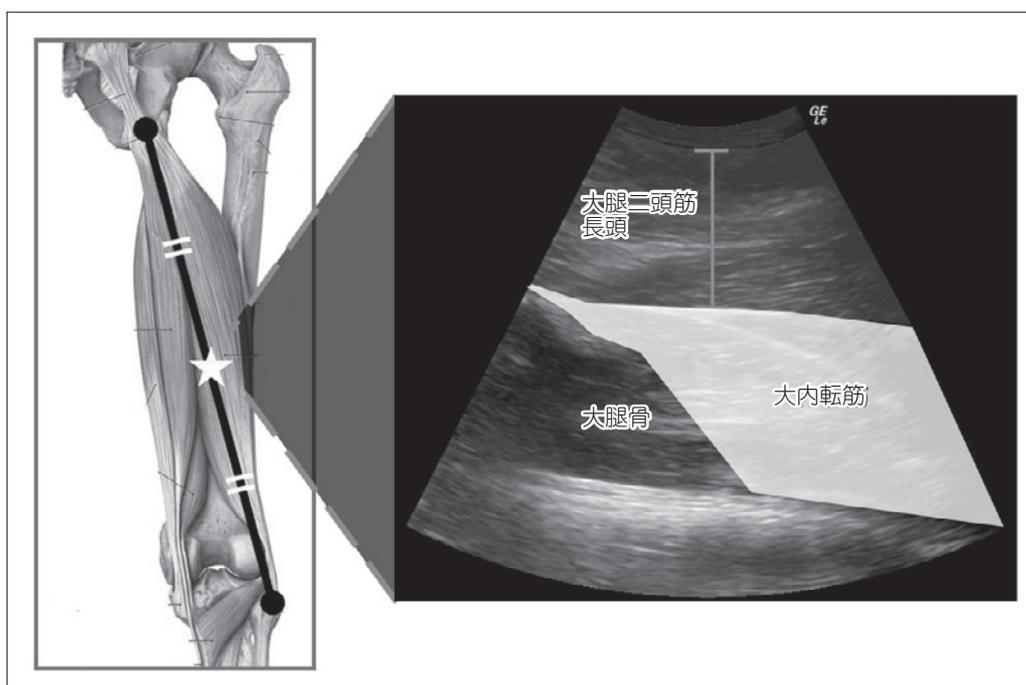


図2 超音波測定点：大腿二頭筋長頭

ラックスしていることを確認し、大腿軸と水平線のなす角度を分析した。大腿四頭筋の柔軟性測定には踵殿間距離測定法の変法として、腹臥位にて他動的に膝関節を屈曲させ、下腿軸と水平線のなす角度を分析した。

筋力測定には、BIODEX (BIODEX MEDICAL SYSTEMS 社製, BIODEX System3) を用い、等速性膝関節屈曲・伸展筋力を座位にて測定した。60deg/sec と 180deg/sec の角速度設定で左右と

も測定した。各角速度における反復回数は3回とした。3回の試技の最高値を最大トルク値とし、体重あたりの最大トルク値、最大トルク値の屈筋/伸筋比 (以下, HQ 比) について群間で比較した。測定実施前には練習を行い、試技間には5分間の休息を設けた。

観察期間中の HSI の発生の有無については、(1) 回達外力によって大腿後面に突発的な痛みが生じたもの、(2) ハムストリングに顕著な圧痛およ

びストレッチ痛があるもの、(3)練習・試合を中止または欠場したもの、これら3つすべてを満たしたものとした。

3. 統計解析

解析には統計解析ソフト SPSS 18.0 J for windows を使用した。統計解析は以下の手順で実施した。

1. 各測定値の分布について Kolmogorov-Smirnov 検定を用いて正規性を検討した。

2. 2群間の差について、正規性が保証された項目については独立した t 検定を、正規性が棄却された項目については Mann-Whitney の U 検定を用いて検討した。すべての測定値について結果は平均値±SD (95%CI) で示し、危険率5%未満をもって有意とした。

3. 受傷群における既往の有無によるリスクについて、 χ^2 二乗検定を用いて検討し、危険率5%未満をもって有意とした。

結果

対象とした96脚のうち、アンケートの結果から39脚(右16脚, 左23脚)に HSI の既往があった。また、観察期間中、8名9脚(右2脚, 左7脚)において HSI が発生し、受傷群: 9脚, 非受傷群: 87

脚となった(表1)。受傷群における既往歴の有無では9脚中8脚に既往があった(88.9%)。既往歴なしに対する既往歴ありのリスク比は11.7で有意な差が認められた($p<0.05$)。また、受傷した9脚の種目の内訳は100m/200m: 2脚, 400m/800m: 3脚, 棒高跳び: 3脚, 走高跳: 1脚であった。種目による発生率の比較において有意差は認められなかった(表2)。

既往の有無による比較観察期間中に HSI を受傷した受傷群と受傷しなかった非受傷群における測定結果の比較を示した(表3)。すべての項目において群間での有意差は認められなかった。また既往を有した39脚について、受傷脚(8脚)と非受傷脚(31脚)との比較においても筋厚や柔軟性の結果に有意差は認められなかった。

考察

本研究は、大学男子陸上競技選手における HSI の発生において、ハムストリングが大殿筋に対して相対的に肥大していることを仮説とし、前向きコホート研究によって受傷との関連性を検討した。その結果、HSI の発生と既往の有無に関連性があることが明らかとなった。しかしながら、大殿筋、大腿二頭筋長頭の筋厚、および両者の筋厚比は HSI の発生に関連しなかった。

今回48名を対象とした半年の観察期間で8名(9脚)に HSI が発生した(発生率16.7%: 8/48名)。Souza は、陸上競技選手における1年間の傷害調査の結果、短距離選手の18.5%、ハードル種目選手の8.3%、跳躍種目選手の20.0%でハムストリングを負傷したと報告しており¹⁾、本研究においても同程度の発生率であった。さらに、観察期間

表1 前向き調査における既往の有無による比較

	既往あり	既往なし	RR*
受傷 (n=9)	8 20.5%	1 1.8%	11.7
非受傷 (n=87)	31 79.5%	56 98.2%	0.8

* $p<0.05$

表2 群間の基本的属性の比較

群	受傷群	非受傷群
数(脚)	9	87
種目		
100m/200m	2	28
400m/800m	3	7
110m H/400m H	0	14
跳躍種目	4	38
既往歴	あり, なし	8, 1*
年齢(歳)	19.4 (±1.2)	19.1 (±1.1)
身長(cm)	172.2 (±4.0)	174.3 (±5.1)
体重(kg)	66.3 (±3.2)	64.5 (±4.9)

* $p<0.05$

表3 受傷の有無による結果の比較

		受傷群 (n=9)	95%CI	非受傷群 (n=87)	95%CI	差	危険率
筋厚	大殿筋	3.57 (±0.32)	3.36-3.77	3.50 (±0.41)	3.42-3.59	0.07	0.66
	大腿二頭筋長頭	3.28 (±0.34)	3.06-3.51	3.19 (±0.45)	3.10-3.29	0.09	0.56
	筋厚比 (GM/BFI)	1.10 (±0.17)	0.99-1.21	1.12 (±0.19)	1.08-1.16	0.02	0.91
柔軟性	ハムストリング	145.1 (±14.2)	135.8-154.3	139.5 (±12.3)	136.9-142.1	1.9	0.21
	腸腰筋	165.4 (±6.7)	161.1-169.8	166.1 (±5.3)	164.9-167.2	0.7	0.74
	大腿四頭筋	137.5 (±4.5)	134.6-140.5	134.6 (±6.3)	133.3-135.9	2.9	0.18
筋力	180deg/sec- 伸展	176.4 (±36.7)	152.4-200.4	193.9 (±30.9)	187.4-200.3	17.5	0.12
	180deg/sec- 屈曲	125.8 (±32.7)	104.4-147.2	116.9 (±23.8)	111.9-121.9	8.9	0.3
	180deg/sec-H/Q比	72.6 (±11.6)	59.8-85.3	61.0 (±10.0)	58.9-63.1	11.6	0.12
	60deg/sec- 伸展	260.3 (±54.1)	225.0-295.7	291.0 (±43.4)	281.8-300.1	30.6	0.052
	60deg/sec- 屈曲	145.2 (±32.5)	124.0-166.4	151.5 (±28.2)	145.6-157.4	6.3	0.53
	60deg/sec-H/Q比	57.7 (±18.1)	45.9-69.5	52.2 (±7.4)	50.7-53.8	5.5	0.08

筋厚 (mm), 柔軟性 (°), 筋力 (Nm/kg)

中に発生した9脚の肉ばなれのうち, 8脚は同外傷の既往を有していた. この結果は既往をHSIのリスクファクターの1つとする先行研究に一致する結果であった^{4,6,12)}.

筋厚測定の結果では, 群間で有意差は認められず, 大殿筋に対する相対的なハムストリングの筋肥大がHSIの発生に関連するという本研究の仮説に一致しなかった. これまでHSIのリスクファクターとして, 大殿筋の関連については明らかにされていない. 大殿筋は股関節後方に位置し, 仙骨および大腿骨近位に広く付着する股関節伸展筋である. 疾走時の大殿筋の活動はハムストリングに比べて大きく⁷⁻⁹⁾, 陸上競技選手におけるhigh speed running typeのHSIの発生には大殿筋が関連することを予想していた. しかしながら本研究の結果から, 大殿筋と大腿二頭筋長頭の解剖学的な筋厚は, HSIの発生に関連しないことが示唆された. 超音波診断法による筋厚の評価は非侵襲的な方法であり, 筋力と相関があることが報告されている¹⁰⁾. 本研究では股関節筋力を測定せず, 筋力を反映した指標として筋厚測定を採用した. その理由として, 大殿筋とハムストリングは股関節伸展において共同筋であり, 測定した筋力の測定値には両者の機能が反映されるため, 本研究の仮説を立証することができないからである. 一方で筋厚測定は, より独立して各筋の状態を客観的に示すことができ, 形態に機能が反映される点で有用であると考えた.

ただし, 本研究における筋厚測定の課題として, 解剖学的な筋厚のみを採用した点が挙げられる.

一般的に, 羽状筋ではその羽状角が, 発揮される筋力の大きさの一因となるため, 解剖学的な筋厚よりも機能的な筋厚(羽状角を考慮した筋厚)が筋力発揮との関連が大きくなると考えられる. 今回の結果からは, 解剖学的な筋厚がHSIの発生に関連しないことまでしか明らかにはできないが, 今後羽状角を考慮した筋厚の比較が必要である.

ハムストリングの柔軟性とHSIの発生について関連性は示されなかった. 先行研究の多くはハムストリングの柔軟性の低下をHSIの発生要因としている^{3,4,13)}が, これに一致しない結果であった. Maniarのレビュー論文¹⁴⁾では, HSI受傷後の競技者のハムストリング柔軟性は, その測定法によって結果が異なると報告している. 膝伸展位における股関節屈曲(=SLR)では, 既往を有する被験者において柔軟性が有意に低かったとされる一方で, PKEでは一致した見解が得られなかったとされている. 本研究の対象者は既往の有無について制限された集団ではないため, SLRを採用した場合, 既往の有無の影響が生じる可能性があったことからPKEを用いた. さらに本研究ではhigh speed running typeのHSIが観察可能な陸上競技選手を対象としており, 疾走動作の遊脚後期の運動により近い測定方法としてPKEを採用したが, HSI発生との関連は認められなかった.

膝関節屈曲・伸展筋力測定の結果から, 本研究においてHSIの受傷との関連は示されなかった. 先行研究ではハムストリングの筋力低下や, HQ比の低下をリスクファクターとしているが^{3-5,15)}, このうち前向き研究はYamamotoらの報告⁵⁾のみ

である。つまり、これまでに HSI の内的発生要因として示された指標においても前向きコホート研究の実施による検証は乏しく、検証を重ねていく必要性がある。

本研究の限界として、HSI 受傷者の画像所見を得ていないため、受傷筋の特定に至っていないことが挙げられる。本研究ではハムストリングのうち大腿二頭筋長頭の筋厚を測定し検討したが、他の筋を受傷した例における発生要因の評価として不十分だった可能性がある。今後はその他のハムストリングの筋厚を測定すると同時に受傷筋を特定し、各筋の影響を個別に検討することで、より詳細な関連性を明らかにできる可能性がある。また、本研究の受傷者の多くが HSI の既往を有していたため、既往のない競技者で同様の結果となるかは不明である。既往のない競技者集団における調査は、HSI の身体的なリスクファクターをより明らかにできると考えられ、今後既往を有さない競技者を対象とした前向き研究によってこれらの関連性を明らかにする必要がある。

結 論

陸上競技短距離・跳躍種目選手を対象にハムストリングの肉ばなれの発生と股関節伸筋の形態(大殿筋およびハムストリングの筋厚)の関連性を調査した結果、HSI の発生と大殿筋およびハムストリングの筋厚に関連性は見られなかった。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Askling CM, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med.* 2006; 40: 40-44.
- 2) Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 379-387.
- 3) Agre JC. Hamstring Injuries. Proposed Aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports Med.* 1985; 2: 21-33.
- 4) Foreman T.K, Addy T, Baker S, et al. Prospective studies into the causation of hamstring injuries in sport: A systematic review. *Phys Ther Sport.* 2006; 7: 101-109.
- 5) Yamamoto T. Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993; 33: 194-199.
- 6) Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2013; 47: 351-358.
- 7) Simonsen EB, Thomsen L, Klausen K. Activity of mono- and biarticular leg muscles during sprint running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1985; 54: 524-532.
- 8) Hoskins W, Pollard H. The management of hamstring injury--Part 1: Issues in diagnosis. *Man Ther.* 2005; 10: 96-107.
- 9) Lieberman DE, Raichlen DA, Pontzer H, et al. The human gluteus maximus and its role in running. *J Exp Biol.* 2006; 209: 2143-2155.
- 10) Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, et al. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112: 1519-1525.
- 11) D D'Souza. Track and field athletics injuries - a one - year survey. *Br J Sports Med.* 1994; 28: 197-202.
- 12) Prior M, Guerin M, Grimmer K. An Evidence-Based Approach to Hamstring Strain Injury: A Systematic Review of the Literature. *Sports Health.* 2009; 1: 154-164.
- 13) Witvrouw E, Dannaels L, Asselman P, et al. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med.* 2003; 31: 41-46.
- 14) Maniar N, Shield AJ, Williams MD, et al. Hamstring strength and Flexibility after hamstring strain injuries: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016; 50: 909-920.
- 15) Orchard J, Marsden J, Lord S, et al. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* 1997; 25: 81-85.

(受付：2019年9月19日，受理：2020年10月5日)

Relationship of thickness of Gluteus maximus and incidence of hamstring strain in track and field athletes ~Prospective cohort study~

Sakihama, S.^{*1}, Kuramochi, R.^{*1,2}, Shimizu, T.^{*2}
Murata, Y.^{*3}, Tokutake, G.^{*4}, Nagao, M.^{*5}

^{*1} School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

^{*2} Graduate School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

^{*3} Graduate School of Education and Human Development, Nagoya University

^{*4} Institute for General Education, Ritsumeikan University

^{*5} College of Education, Psychology and Human Studies, Aoyama Gakuin University

Key words: Hamstring strain, gluteus maximus, track and field

[Abstract] Hamstring strain injuries (HSI) frequently occur in track and field sports. Many risk factors for HSI have been investigated, but no intrinsic factors have been identified despite a high recurrence rate. The hamstring is a biarticular muscle that acts both on the knee and the hip joints, and it has been thought that the relationship between the hamstrings and the gluteus maximus (GM), which work together, affects the onset of HSI with hip extension during sprinting. However, there are no reports of assessment of GM. This study was aimed to focus on GM to clarify its relationship to the incidence of HSI among collegiate track and field athletes. This prospective cohort study included 48 subjects (96 legs) and measured the GM and hamstring muscle thickness, hip joint musculature flexibility, and knee joint strength. Our results revealed the occurrence of HSI in 9 legs, of which 8 had a previous history of HSI ($p < 0.05$), indicating a high recurrence rate. However, there were no significant differences in the incidence of HSI and muscle thickness, flexibility, or muscle strength, and likewise, no correlation with other intrinsic factors, including GM.