

大学ラグビー選手の身体組成・運動機能と ハムストリングスの肉離れとの関連

Association between body composition or body function and
hamstring injury among university rugby football players.

松本大輔**	中本順***	成瀬文博****
山田実*****	小池晃彦*****	押田芳治*****
Daisuke MATSUMOTO**	Jun NAKAMOTO***	Fumihiko NARUSE****
Minoru YAMADA*****	Teruhiko KOIKE*****	Yoshiharu OSHIDA*****

Purpose: Hamstring injuries are common among rugby football players. The aim of this study was to identify whether body composition or body function is associated with the hamstring injuries and whether any parameters are predictive of athletes at risk of a recurrent hamstring injury. **Methods:** Nine players with previous hamstring injury (PI group) and 32 players without injury (control) were recruited from a university rugby team. Body composition, range of motion, strength, jumping ability and balance capacity were measured. New occurrence of hamstring injuries was recorded for six months. **Results:** Recurrent hamstring injuries were found in 6 players (66.7%) in the PI group and none (0%) in the control group for the observation period. There were no significant differences between the groups with respect to range of motion, strength, jumping ability or balance capacity. Regarding body composition, the ratio of muscle volume of the lower extremity to the whole body ($p=0.014$) and to the trunk ($p=0.024$) were significantly lower among recurrent players in the PI group than those in the control group. **Conclusions:** The ratios of muscle volume of the lower extremity to the whole body and to the trunk may be useful as predictors for recurrent hamstring injury.

はじめに

ラグビーやサッカー、アメリカンフットボールなどのスポーツ選手に比較的多い外傷として肉離れや前十字靭帯損傷が挙げられる。これらのスポーツ外傷は非接触性 (non-contact injury) に発症していることが多く¹⁾、

特にラグビー選手のハムストリングスの肉離れ受傷頻度は、比較的高い。肉離れの受傷要因は、軟部組織の柔軟性欠如や筋力・筋持久力低下、ウォーミングアップ不足、スポーツ動作特性、肉離れの既往などの内的要因だけでなくグラウンドコンディション、天候などの外的要因の影響もある²⁻⁷⁾。また、再発率も高く、上記の要因

* 名古屋大学大学院医学系研究科健康スポーツ医学分野博士課程
** 畿央大学健康科学部理学療法学科
*** 神戸大学大学院保健学系研究科保健学専攻博士課程
**** 大和生活習慣病研究所
***** 京都大学大学院医学系研究科人間健康科学専攻
***** 名古屋大学総合保健体育科学センター
* Department of Sports Medicine, Graduate School of Medicine, Nagoya University
** Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kio University
*** Department of Health Science, Graduate School of Health Science, Kobe University
**** Yamato Institute of Lifestyle-related Diseases
***** Department of Health Science, Graduate School of Medicine, Kyoto University
***** Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University

の中でも肉離れの既往や筋力低下の関与が大きいとされ、ただ単独の因子だけではなく、複数の因子が重複することでリスクが高くなるとも言われている^{8,9)}。このように、ラグビーで non-contact にて発症しやすいハムストリングスの肉離れは、受傷率、再発率が高く、復帰に時間がかかってしまうことから選手を悩ませている傷害の一つであり、受傷を予防、もしくは再発予防するための対策を講じることは非常に重要である。また、肉離れの既往のある選手では、MRIにより測定した下肢筋量が有意に減少していた¹⁰⁾ことから、肉離れの既往の有無が筋力に影響するのみならず、筋量にも影響する可能性を否定できない。しかし、肉離れの既往がある者に対する競技復帰条件の検討の中で、筋量などの身体組成に言及した研究は見受けられない。

本研究の目的は、これまでに報告されている筋力、柔軟性などの肉離れ受傷の危険因子に加えて身体組成評価を行い、前向きに調査することでそれらと肉離れの受傷・再発に関連があるのか、また予測は可能であるのか、さらに、身体組成を用いた実用的な判定手段としての指標についても検討することである。

対象と方法

1. 対象

対象は関西 B リーグに属する大学ラグビー男性選手 41 名 (平均年齢 20.7 ± 1.6 歳; 18–23 歳) である。そのうちハムストリングスの肉離れの既往がある者 (肉離れ群) は、9 名 (9 肢) であり、最後に肉離れを生じてからの期間は 12.9 ± 12.6 ヶ月 (4–36 ヶ月) であった。一方、肉離れの既往のない者 (対照群) は 32 名 (64 肢) であった。対象者には研究の目的・測定方法・安全性について紙面および口頭にて十分に説明し、署名にて同意を得た。また、傷害予防のため、ストレッチやジョギングなどのウォーミングアップを行ってから測定を実施した。なお測定時点で何らかの疾患を有するもの、過去の既往による機能障害が残存しているものは除外した。

2. 方法

2-1. 運動機能測定

筋力測定には、等速性筋力測定装置 CYBEX770-NORM (サイベックスジャパン株式会社) を用いた。膝関節の屈曲・伸展のピークトルクを角速度 60° および $180^\circ / \text{sec}$ で測定した。測定の際、体幹や股関節の運動を防止するため腰部を測定装置付属のベルトで固定し、手の位置は手すりを把持させるようにした。最大努力下で 5 回測定し、その最大値を代表値とした。以上のデータに基づき、膝関節屈曲筋力/膝関節伸展筋力比 ($H /$

Q 比; Hamstrings / Quadriceps femoris) も算出した。

柔軟性測定として SLR (Straight Leg Raising) を行った。背臥位にて補助者が計測する側の膝関節を伸展位に保持し、反対側の股関節が屈曲しないように固定しながら、計測する側の股関節を可能な限り屈曲させた時の床面と平行な線と大腿骨とのなす角度をゴニオメーターにて計測した。

バランス評価として重心動揺計 G-5500 (アニマ社) を用いた片脚での重心動揺を計測した。サンプリング周波数 200Hz にて、30 秒間計測した。対象者は腕組み位にて、開眼で 2 回計測した。用いた指標は総軌跡長であり、2 回のうちの最低値を用いた。

片脚での垂直跳びは、マルチジャンプテスト IFS-31C (株式会社ダイケイエイチ) を用いた 2 回行い、最大値を用いた。なお上肢、体幹の代償を防止するため、測定肢位は腕組み位とした。

2-2. 身体組成測定

同一検者が身長を身長計で計測し、多周波数生体インピーダンス式体組成計 (大和製衡社製身体組成計 DF-830) を用いて体重 (kg)、BMI、全身脂肪率 (%)、上肢・体幹・下肢の各部位の筋量 (kg) を算出した。筋量は体型差を考慮し、各対象者の身長 (cm) で除した値を用いた¹¹⁾。また、体幹筋量に対する下肢筋量の比 (下肢体幹筋量比)、全身筋量に対する下肢筋量の比 (下肢全身筋量比) も算出した。

2-3. ハムストリングス肉離れ受傷調査

測定日より、6 ヶ月間におけるハムストリングス肉離れの受傷を調査した。なお、医師による肉離れの診断があった場合にのみ肉離れ受傷としたため、下肢に何らかの違和感、疼痛がある場合には医療機関への受診を義務付けた。

2-4. 統計解析

検定には統計解析ソフト (SPSS 14.0J, SPSS Japan) を用いた。測定日より 6 ヶ月間で、肉離れ群で再発を認めた群 (再発群) と再発を認めなかった群 (非再発群)、既往のない群 (対照群) との 3 群に分け、基本属性の比較を行った。また、各下肢の運動機能評価と身体組成については再発を認めた肢 (再発肢)、再発を認めなかった肢 (非再発肢) と対側の非受傷側肢、対照肢との 4 群に分け、それぞれ Kruskal-Wallis 検定の後、多重比較を行った。いずれの検定も統計学的有意水準は 5% 未満とした。

表1 ハムストリングスの肉離れの再発群、非再発群、対照群での基本属性の3群比較 (男子大学生, n=41)

	再発群 (n=6)	非再発群 (n=3)	対照群 (n=32)	p 値
年齢 (歳)	21.2±1.5	21.3±1.5	20.5±1.5	n.s.
身長 (cm)	171.3±3.7	167.2±3.7	173.5±4.6	n.s.
体重 (kg)	71.5±8.3	69.2±6.4	72.9±7.5	n.s.
BMI	24.4±3.0	24.7±1.5	24.2±2.3	n.s.

平均±標準偏差. BMI: Body mass index
n.s.: not significant.

表2 ハムストリングスの肉離れの再発肢、非再発肢、非受傷肢、対照肢の膝関節屈曲・伸展トルクの4群比較 (男子大学生, n=41)

	肉離れの既往あり (n=9)			対照群 (n=32)	p 値
	再発肢 (n=6)	非再発肢 (n=3)	非受傷側 (n=9)	対照肢 (n=64)	
筋力					
Q60 (Nm)	210.7±30.0	188.7±24.6	209.2±26.0	211.8±28.6	n.s.
H60 (Nm)	125.7±22.7	117.0±10.8	126.7±23.5	127.8±18.8	n.s.
H / Q60	0.61±0.16	0.62±0.03	0.61±0.09	0.61±0.07	n.s.
Q180 (Nm)	143.7±18.7	131.7±13.6	144.2±18.2	140.7±20.9	n.s.
H180 (Nm)	96.0±18.9	95.3±3.8	97.8±22.0	99.1±14.7	n.s.
H / Q180	0.68±0.16	0.73±0.08	0.67±0.10	0.71±0.09	n.s.
柔軟性					
SLR (°)	77.1±18.5	93.3±2.9	81.7±8.3	80.8±12.7	n.s.
バランス能力					
開眼片脚立位 重心動揺 (cm)	187.6±53.7	142.6±15.1	200.6±40.6	214.5±80.6	n.s.
運動能力					
片脚垂直跳び (cm)	22.2±4.6	22.5±2.1	22.5±4.2	22.0±4.0	n.s.

平均±標準偏差. n.s.: not significant.

Q: 大腿四頭筋筋力. H: ハムストリングス筋力. H / Q: 大腿四頭筋に対するハムストリングス筋力比.

SLR: Straight Leg Raising

結 果

6ヶ月間にハムストリングスの肉離れを再発したのは肉離れ群9肢のうち6例6肢(66.7%)で、再発までの期間は13.3±11.7ヶ月であり、全例とも非接触性にて再発した。残りの非再発肢は3例3肢あった。対照群での肉離れの初発の受傷はみられなかった。

表1は再発群6名と非再発群3名、対照群32名の基本属性を示す。3群間に、年齢、身長、体重、BMIとも有意な差は認められなかった。

表2で示している再発肢6肢と非再発肢3肢、非受傷側9肢、対照肢64肢における運動機能の比較では、60° / secでの膝伸展・屈曲トルク・H / Q比において、

4群間で有意差は認められなかった。また、180° / secでも60° / secと同様に有意差は認めなかった。SLR、片脚立位での重心動揺の総軌跡長、さらに、片脚での垂直跳びにおいても有意差は認められず、運動機能項目全てにおいて各群における有意差は認められなかった。

表3の身体組成評価では、全身脂肪率、上肢筋量、体幹筋量に再発群、非再発群、対照群の3群間において有意差を認めなかった。

表4で示す通り、下肢筋量でも有意差は認めなかったが、下肢体幹筋量比では、再発肢0.59±0.07、非再発肢0.70±0.06、非受傷側肢0.62±0.08、対照肢0.69±0.09であり、再発肢で対照肢に比べ有意に低値であった(p=0.024)。さらに、下肢全身筋量比でも、再発肢0.23±

表3 ハムストリングスの肉離れの再発群と非再発群、対照群での身体組成（全身、上肢、体幹）の3群比較（男子大学生, n=41）

	再発群 (n=6)	非再発群 (n=3)	対照群 (n=32)	p 値
全身脂肪率 (%)	15.3±8.0	8.8±4.5	14.8±5.6	n.s.
両上肢筋量 (g / cm)	23.0±2.4	25.5±1.1	23.2±2.0	n.s.
体幹筋量 (g / cm)	64.5±10.3	42.4±4.4	59.0±6.6	n.s.

平均±標準偏差. n.s.: not significant.

表4 ハムストリングスの肉離れの再発肢、非再発肢、非受傷肢、対照肢の身体組成（下肢）の4群比較（男子大学生, n=41）

	肉離れの既往あり (n=9)		対照群 (n=32)		p 値
	再発肢 (n=6)	非再発肢 (n=3)	非受傷側 (n=9)	対照肢 (n=64)	
下肢筋量 (g / cm)	37.5±2.1	42.4±4.4	38.9±2.8	40.5±4.5	n.s.
下肢体幹筋量比	0.59±0.07*	0.70±0.06	0.62±0.08	0.69±0.09	p=0.024
下肢全身筋量比	0.23±0.01*	0.25±0.02	0.24±0.01	0.25±0.01	p=0.014

下肢体幹筋量比：体幹に対する下肢の筋量比、下肢全身筋量比：全身に対する下肢の筋量比

平均±標準偏差. n.s.: not significant.

再発肢 vs. 対照肢. *: p<0.05

0.01、非再発肢0.25±0.02、非受傷側肢0.24±0.01、対照群0.25±0.01であり、再発肢で対照肢に比べ有意に低値を示した (p=0.014)。

考 察

まず、対象者の受傷率について、本研究の受傷者は6ヶ月間で6名/41名 (14.0%) で、全てが再発肢で再発率は6名/9名 (66.7%) であった。Johnら¹²⁾によるとラグビーにおけるハムストリングスの肉離れの1年間発生率は6~15%であるとし、Warrenら¹³⁾は再発率15.2%としていることから、受傷率については大きな差はみられないが、再発率は高い集団であると考えられる。

次に、肉離れ群と対照群との間に先行研究で報告されている筋力低下、柔軟性低下などの運動機能^{2-9,12-14)}のみならず、身体組成についても本研究では有意差が認められなかった(表2)。Askingら¹⁴⁾は、肉離れ後42日で元の90%以上の筋力・柔軟性に戻ると報告している。本研究では肉離れの既往のある者が最後に肉離れを生じてからの期間は13.3±11.7ヶ月であり、経過月日からして当然の成績ともいえる。また、今回、先行研究で多くみられる筋力の評価だけでなく、瞬発力、バランス能力を追加して評価したが、それらにも有意差が認められなかった。これも機能が回復していることに加えて、ハムストリングスが関与する股・膝関節だけで

なく他の関節の機能も必要とされることから、反映されにくかったと考えられる。

本研究では、調査期間内での初発の受傷がみられなかったため、肉離れ受傷における要因については検証が困難であった。また、肉離れ群でも再発肢と非再発肢との間に有意差が認められず、肉離れの既往がある者の再発に関わる要因についても明らかにすることが困難であると考えられるが、これは、再発肢が6例、非再発が3例であり、症例数が少なかったことが原因として考えられる。しかし、その中でも、対照肢に比べ再発肢では下肢体幹筋量比、下肢全身筋量比において、有意に低値であった(表4)。したがって、体型や体幹・下肢筋量に有意差がなくても、下肢体幹筋量比や下肢全身筋量比のような下肢筋量の比率が小さいことが再発のリスクである可能性がある(表1、3、4)。バイオメカニクスの観点から、上肢・体幹の重量が下肢の重量に比べより重いことで下肢に加わる負荷がより大きくなり、特にラグビーではタックルなどのコンタクト時に備え体幹前傾姿勢をとることが多く、さらにハムストリングスに張力がかかることが再発の要因の一つになっていると考えられる。今後、症例数を増やすことで再発肢、非再発肢間でも同様な結果が見られると予想される。

以上のことから、筋力や柔軟性の改善が認められても、下肢全身筋量比、下肢体幹筋量比が低い選手ほど、肉離れの再発リスクが高まる可能性があり、再発の予測因子および完全回復の判定の補助手段となることが示

唆された(表1、2、3、4)。また、体脂肪率・筋量などの身体組成を評価するためには二重エネルギー X線吸収測定法(DEXA)やCTなどが有用な手段となるが、時間と費用面を考慮すると簡便であるインピーダンス式の身体組成計を用いての下肢体幹筋量比、下肢全身筋量比の算出が評価の一つになる可能性が示唆されたことは非常に重要である^{15,16)}。先行研究を参考にしても、競技復帰のための指標はいくつか見られるが、予測しうるような代表的指標は存在せず、今後、症例を増やし、基準値を作成できれば具体的な指標となると考えられる。また、利き脚・非利き脚に関しては、利き脚に肉離れの既往がある者は3名、非利き脚に肉離れの既往がある者は6名であり、そのうち再発者では利き脚が2名、非利き脚では4名であった。Orchard¹⁷⁾は、ハムストリングスの肉離れの発症率は、利き脚と非利き脚とで有意差がないと報告し、本研究での肉離れの再発についても同様なことが言えると考えられるが、今後検証していく必要がある。

引用文献

1. Bird YN, Waller AE, Marshall SW, Alsop JC, Chalmers DJ, Gerrard DF.: The New Zealand rugby injury and performance project. *Br J Sports Med* 32: 319–25, 1998.
2. Gary S.: Hamtrung by Hamstrings Strains. A Review of the Lecture. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1: 184–195, 1984.
3. William DB, Jean MI, Michelle B.: The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the Hamstrings Muscle. *Physical Therapy* 77: 1090–1095, 1997.
4. Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacpistas E.: The role of stretching in rehabilitation of hamustring injures 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc* 36: 756–9, 2004.
5. John HM, Conin WF, Simon PT, Deve BR.: Incidence risk, and prevention of hamstring muscle injures in professional rugby union. *Am Orth Sci Sports Med* 10: 1–10, 2006.
6. Orchard J.: Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *Am J Sports Med* 29: 300–303, 2001.
7. Heiser TM, Weber J, Sullivan G, Clare P, Jacobs RR.: Prophylaxis and management of hamstring muscle injures in intercollegiate football players. *Am J Sports Med* 12: 368–370, 1984.
8. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med* 40: 767–72, 2006
9. T.K. Foreman, T. Addy, S. Baker, J. Burns, N. Hill, T. Madden. Prospective studies into the causation of hamstring injures in sport: A systematic review. *Physical Therapy in Sport* 7: 101–109, 2006
10. Silder A, Heiderscheit BC, Thelen DG, Enright T, Tuite MJ. MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury. *Skeletal Radiol* 12: 1101–9, 2008
11. 金久博昭, 福永哲夫. 日本人の体肢組成. 東京, 朝倉書店, 1990.
12. John HM, Colin WF, Simon PT, Dave BR. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injures in professional rugby union. *Am Orth Sci Sports Med* 10: 1–10, 2006
13. Warren P, Gabbe BJ, Schneider-Kolsky M, Bennell KL. Clinical predictors of time return to competition and of recurrence following hamstring strain in elite Australian footballers. *Br J Sports Med*. 2008
14. Askling C, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med* 40: 40–4, 2006.
15. 山本利春. 測定と評価. 東京, ブックハウス HD, 2004.
16. Tate CM, Williams GN, Barrance PJ, Buchan TS. Lower extremity muscle morphology in young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 38: 122–128, 2006.
17. Orchard J: Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *Am J Sports Med* 29: 300–303, 2001.

(2008年12月20日受付)

