

ハムストリング肉離れからの スポーツ復帰時の身体機能 —損傷型による比較—

Physical function at the time to return to sports after hamstring injury
—A comparison by injury type—

三宅秀俊*, 石川徹也*, 杉山貴哉*
氷見 量*, 渡辺知真*

キー・ワード : hamstring injury, injury type, physical function
ハムストリング肉離れ, 損傷型, 身体機能

〔要旨〕 (目的) ハムストリング肉離れのスポーツ復帰までの期間と復帰時の筋力, 柔軟性について損傷型別に比較検討すること.

(方法) 対象は2019年10月から2022年3月までに当院にてMRIでハムストリング肉離れと診断し, リハビリテーションを行いスポーツ復帰まで経過観察できた33例である. JISS分類にて筋線維型(I型)と腱膜型(II型)に分け, 受診からスポーツ開始までの期間(スポーツ開始期間), 受診からスポーツ復帰までの期間(スポーツ復帰期間), スポーツ開始時の等速性膝屈曲筋力(180°/秒, 60°/秒), Straight Leg Rising (SLR), Active Knee Extension Test (AKET)を評価した. 統計解析は, 復帰期間, 筋力, 柔軟性項目をMann-WhitneyのU検定, WelchのT検定を用い, 有意水準は5%とした.

(結果) スポーツ開始期間, スポーツ復帰期間ともにI型がII型と比較し有意に短かった($p < 0.05$, $p < 0.01$). スポーツ開始時の等速性膝屈曲筋力の患健比は180°/秒, 60°/秒ともに両群間に有意差を認めなかった. SLRの患健差, AKETの患健差は両群間に有意差を認めなかった.

(結語) ハムストリング肉離れからのスポーツ復帰時において, 復帰期間は損傷型により異なり, 筋力・柔軟性は損傷型に関係なく改善していた.

はじめに

ハムストリング肉離れは全肉離れの37~40%を占め, 最も発生頻度が高い^{1,2)}. ハムストリング肉離れの約1/3は再発するとされ, 再発リスクが最も高いのはスポーツ復帰後2週間以内とされている³⁾. 不十分なりハビリテーション, スポーツ復帰が早すぎることで, スポーツ復帰に十分なパフォーマンスレベルに達していないことなどが高い再発率の要因と考えられている³⁾. ハムストリン

グ肉離れの危険因子は内的因子と外的因子⁴⁾があり, 内的因子は更に修正可能なものと修正不可能なものに分けられている⁵⁾. 修正可能な危険因子は筋力低下, 筋力不均衡, 筋柔軟性, 筋疲労などが挙げられている.

これらのことより, ハムストリング肉離れからのスポーツ復帰時には身体機能の改善が求められる. 鳥居⁶⁾は競技復帰の目安として疼痛がないこと, 伸張性に左右差がないこと, 筋力が回復していることの3つの条件が必要であるとしている. しかしSLRの回復には20~50日を要する⁷⁾ことや, 等速性膝屈曲筋力はプレー復帰後も低下していた⁷⁾という報告があり, 競技復帰時に身体機能が改善しているか確認する必要がある.

* 静岡みらいスポーツ・整形外科

Corresponding author : 石川徹也 (shizuoka@miraisports.clinic)

時期	I 型	～ 1 週	2 週目～	3 週目～	4 週目～
	II 型	～ 1 週	2 週目～	4 週目～	5 ～ 6 週目～
フェーズ	患部保護期		身体機能回復期	運動機能回復期	特異性回復期
運動療法内容	RICE	→			
	徒手療法	圧迫操作	滑走性改善	→	
	ストレッチ		静的ストレッチ (伸張痛ー)	動的ストレッチ	→
	筋力強化		自動介助→等尺性収縮 収縮誘導	求心性収縮	遠心性収縮
	走行			ジョグ～ランニング	アジリティ～ダッシュ
	競技特異性 トレーニング				ジャンプ, ターン 専門的トレーニング
	PATS	→			
	L-protcorl	→			

図 1 リハビリテーションプロトコール
当院では早期から積極的にリハビリテーションを行い、段階的に競技復帰に向け介入している。

奥脇は肉離れを筋線維部損傷型 (I 型) と腱膜部損傷型 (II 型), 筋腱付着部損傷型 (III 型) の 3 つの損傷型に分類している^{2,8)}。各損傷型を機能的に考え、筋腱付着部損傷型が最も機能低下が生じ、腱膜部損傷型が肉離れの典型例であり、筋線維部損傷は部分的であるほど機能低下は少なくなるとしている⁸⁾。しかし肉離れからのスポーツ復帰時の身体機能を損傷型別に検討した報告はない。

今回、損傷型別にスポーツ復帰までの期間、スポーツ復帰時の等速性膝屈曲筋力、ハムストリングの柔軟性について比較検討し、当院におけるハムストリング肉離れのリハビリテーションプロトコールと復帰基準の判定方法が適切であるか検討することを目的とした。

対象および方法

対象は 2019 年 10 月から 2022 年 3 月までに当院にて MRI でハムストリング肉離れと診断し、スポーツ復帰まで経過観察できた 33 例である。対象者は学生スポーツ選手あるいは社会人アマチュアスポーツ選手であった。損傷型の分類には奥脇による JISS 分類⁸⁾を用いた。定期的にスポーツを行っていない者、筋腱移行部損傷 (III 型) は除外した。III 型を除外とした理由は、該当者が 1 例であること、他の損傷型と損傷形態や重症度が異なるためである。筋線維型 (I 型) と腱膜型 (II 型) に分け、受診からスポーツ開始までの期間 (スポーツ開始期間), 受診からスポーツ復帰までの期間

(スポーツ復帰期間), スポーツ開始時の等速性膝屈曲筋力 (180°/秒, 60°/秒), Straight Leg Rising (SLR), Active Knee Extension Test (AKET) を評価した。筋力測定を行う前に徒手抵抗による筋力運動を行い恐怖心や痛みのないことを確認した。また等速性膝屈曲筋力測定時には、健側から行うことで運動方法を理解させた。患側の測定を行う時に恐怖心が少し見られる症例も数例あったが、患側で一度プレテストを行うことで測定時には最大筋力を発揮でき、全例恐怖心や痛みがない状況で測定可能であった。スポーツ開始時の定義は、理学所見として医師が圧痛・伸張時痛・抵抗下収縮時痛の消失、日常生活に支障がないことを確認し、時期としてリハビリテーションプロトコールの運動機能回復期となりランニングなど段階的にスポーツを開始した時期である。スポーツ復帰時の定義はスポーツ開始後、ジョギングやアジリティ、スポーツ基礎練習を問題なく実施できることを確認し、ダッシュを含めた全体練習への復帰を許可した時期とした。

リハビリテーションは松田ら⁹⁾のリハビリプログラムを参考に患部保護期、身体機能回復期、運動機能回復期、特異性回復期の各フェーズに応じたストレッチや筋力強化などを実施した (図 1)。更に L-protocol¹⁰⁾ や Progressive Agility and Trunk Stabilization (PATS)¹¹⁾ 等を適宜実施した。

統計解析について以下に記す。基礎情報の項目において年齢は Mann-Whitney の U 検定, 身長と

表 1 基本属性

年齢は I 型が II 型と比較し有意に若かった ($p < 0.01$).
 受傷部位は I 型が II 型と比較し有意に遠位損傷が多かった ($p < 0.05$).
 年齢・受傷部位以外の項目では両群に違いはみられなかった.

	I 型	II 型	p 値
年齢 (歳)	15.5 ± 3.3	23.8 ± 12.8	0.004
性別 (例)	男性 : 8 女性 : 3	男性 : 18 女性 : 4	0.66
身長 (cm)	168.4 ± 10.1	169.4 ± 6.7	0.73
体重 (kg)	55.1 ± 8.9	61.7 ± 10.3	0.08
重症度 (例)	1 度 : 7 2 度 : 4	1 度 : 13 2 度 : 8 3 度 : 1	1.0*
受傷側 (例)	右 : 5 左 : 6	右 : 9 左 : 13	1.0
受傷部位 (例)	近位 : 2 遠位 : 9	近位 : 14 遠位 : 8	0.013
受傷筋 (例)	大腿二頭筋 : 5 半膜様筋 : 4 半腱様筋 : 1 複合損傷 : 1	大腿二頭筋 : 9 半膜様筋 : 3 半腱様筋 : 1 複合損傷 : 9	1.0*
スポーツ種目 (例)	陸上競技 : 4 サッカー : 4 野球 : 1 バドミントン : 1 ダンス : 1	陸上競技 : 10 サッカー : 5 野球 : 4 ダンス : 1 テニス : 1 アルティメット : 1	

*重症度は 1 度と 2 度・3 度に分け両群の割合を比較した。
 受傷筋は大腿二頭筋と大腿二頭筋以外に分け両群の割合を比較した.

年齢は Student の T 検定, 性別, 受傷側, 受傷筋は Fisher の正確確率検定を用いた. スポーツ開始時期, スポーツ復帰時期は Mann-Whitney の U 検定を用いた. 等速性膝屈曲筋力は患健比を求め, Welch の T 検定を用いた. SLR と AKET は患健差を求め, Mann-Whitney の U 検定を用いた. 有意水準はいずれも 5% とした.

倫理的配慮はヘルシンキ宣言に則り対象者・保護者に本研究の内容を説明し, 口頭及び書面にて同意を得た. さらに当院の倫理審査委員会にて承認を得た (承認番号 : 202207).

結 果

I 型は 11 例, II 型は 22 例で, 年齢は I 型が II 型と比較し有意に若かった ($p < 0.01$). 受傷部位は I 型が II 型と比較し有意に遠位損傷が多かった ($p < 0.05$). 年齢・受傷部位以外の項目では両群に違いはみられなかった (表 1).

スポーツ開始期間は I 型が 15 (14-21) 日, II 型が 21.5 (16-28.8) 日であり, I 型が II 型と比較し有意に短かった ($p < 0.05$). スポーツ復帰期間は I 型が 29 (22-37.5) 日, II 型が 34.5 (30.5-54.3) 日であり, I 型が II 型と比較し有意に短かった ($p < 0.01$) (表 2).

スポーツ開始時の等速性膝屈曲筋力患健比は 180°/秒にて I 型が 101.1 ± 9.3%, II 型が 93.7 ± 21.7% であり, 60°/秒にて I 型が 102.5 ± 8.2%, II 型が 95.5 ± 19.4% であった. 180°/秒, 60°/秒ともに両群間に有意差を認めなかった (表 2).

スポーツ開始時の SLR 患健差は I 型が 0° (0-0), II 型が 5° (0-7.5) であり, 両群間に有意差を認めなかった. AKET 患健差は I 型が 0° (0-2.5), II 型が 0° (0-0) であり, 両群間に有意差を認めなかった (表 2).

本研究対象者において, リハビリテーション経過中に再損傷例はいなかった. また競技復帰後に

表2 結果スポーツ開始期間とスポーツ復帰期間はI型がII型と比較し有意に短かった (p<0.05, p<0.01). 膝屈曲筋力とハムストリング柔軟性は両群間に有意差を認めなかった.

		I型	II型	p値
期間	スポーツ開始期間(日)	15 (14-21)	21.5 (16-28.8)	0.04
	スポーツ復帰期間(日)	29 (22-37.5)	34.5 (30.5-54.3)	0.004
膝屈曲筋力 (患健比)	180°/sec (%)	101.1±9.3	93.7±21.7	0.17
	60°/sec (%)	102.5±8.2	95.5±19.4	0.15
柔軟性 (健患差)	SLR (°)	0 (0-0)	5 (0-7.5)	0.09
	AKET (°)	0 (0-2.5)	0 (0-0)	0.66

再損傷により受診した者はいなかった。

■ 考 察

本研究はリハビリテーションを行ったハムストリング肉離れ症例のスポーツ開始までとスポーツ復帰までの期間を調査し、スポーツ開始時に等速性膝屈曲筋力とハムストリング柔軟性を測定し、損傷型別に違いがあるかを検討した。その結果、スポーツ開始までの期間とスポーツ復帰までの期間はI型がII型と比較し有意に短かったが、等速性膝屈曲筋力やハムストリング柔軟性には両群間に有意差を認めなかった。JISS分類では肉離れは損傷型と重症度によって分類されている。本研究では症例数が少なく損傷型と重症度を組み合わせた詳細な分類での検討ができなかったため、損傷型による分類にて検討を行った。

スポーツ復帰時期について奥脇ら¹²⁾はI型が1.6±0.7週、II型が4.9±3.7週としている。本研究ではスポーツ復帰期間はI型29日(22-37.5)、II型34.5日(30.5-54.3)であった。当院の治療の流れはI型では2週間程度の運動休止後、1週間の段階的復帰時期を設け完全復帰に移行するケースが多いため、先行報告より期間がやや長くなっていると思われる。またII型は1度であれば2週間の運動休止後、1~2週間の段階的復帰時期を設け完全復帰に移行するケースが多く、2度であれば3~4週間の運動休止後、1~2週間の段階的復帰時期を設け完全復帰に移行するケースが多い。そのため先行報告と同様の復帰期間であったと考えられる。スポーツ開始時期、スポーツ復帰時期ともにI型がII型と比較し有意に短く、損傷型はスポーツ開始時期とスポーツ復帰時期に影響を与えていた。

スポーツ開始時のハムストリングの筋力と柔軟

性には両群間に有意差を認めず両群とも健患差はほとんどなかった。鳥居⁶⁾は下肢全体の筋量の差を受傷前と受傷後8週・12週の3時点で比較し、受傷前と比較し受傷後8週時点では筋量が回復しておらず、12週時点で受傷前と同等に戻っていたことを報告している。筋断面積と筋力は相関する¹³⁾とされており、筋量の回復は筋力の回復に影響すると考えられる。等速性膝屈曲筋力はスポーツ復帰後も低下していた⁷⁾とされ、筋力の回復には時間を要することが考えられる。しかし本研究ではスポーツ開始時点にて筋力は回復していた。また本研究では柔軟性もスポーツ開始時点で改善していた。他動SLRは20日から50日以内に改善する⁷⁾とされており、先行報告より早期の段階で筋力と柔軟性ともに回復した理由として、当院のリハビリテーションプロトコルでは徒手療法、ストレッチ、筋力強化などを段階的に行っていることが挙げられる。

損傷型別にみると復帰期間はI型が有意に短かったが、柔軟性と筋力はスポーツ開始時に両群間に有意差はなく、且つ健側同様に回復していた。損傷型にかかわらず身体機能に健患差がなく復帰できたことより、当院のリハビリテーションプロトコルとスポーツ復帰の判定は、スポーツ復帰に対し適切であったと考えられる。

段階的リハビリテーションを行うことで、スポーツ開始時に筋力や柔軟性が改善した良いコンディションが得られ、安全な競技復帰が可能となると考えられた。当院のリハビリテーションは回復段階に応じ可及的にストレッチや筋力強化を行い、早期から筋機能改善に向けて介入している。Asklingら¹⁰⁾はL-protocolを行った群は復帰までの期間が短かったとしている。L-protocolは伸張性エクササイズを中心とした治療内容であり、背

臥位でのハムストリングトレッチや荷重位でのハムストリング遠心性収縮トレーニングなどが含まれている。早期から伸張痛のない範囲でストレッチを行い、荷重位での筋力強化を行うことで、重錘やセラバンドを用いた単純な筋力強化よりも動的にトレーニングできるため動作改善が得られ、同時にスムーズな機能改善につながったと考えられる。Sherryら¹¹⁾はPATsを行った群は再発率が低かったとし、体幹トレーニングなどを行うことの必要性を述べている。骨盤前傾に伴う持続的なハムストリング伸張位での活動がハムストリング肉離れのリスクになる¹⁴⁾ため、股関節周囲筋柔軟性に加え体幹筋機能の賦活によりアライメントが改善することで筋機能改善に繋がると考えられる。このようにハムストリングの機能だけではなく、ハムストリング肉離れ発症に関与する全身機能を評価し治療プログラムに介入することで患部機能も改善し、スムーズな競技復帰に繋がっていると考えられる。また競技復帰の判定時期に両群間の身体機能が十分回復していたことより、復帰時期も妥当であったと考えられる。復帰期間について先行報告と比較しI型はやや長かったが、II型は同様の期間であった。

本研究の限界として以下のものが挙げられる。対象者の群分けを損傷度のみで行っており、重症度は考慮していないこと、筋力測定は等速性筋力にて測定しており肉離れの受傷機転である遠心性収縮の評価が行えていないこと、また損傷筋別に検討していないことである。

結語

ハムストリング肉離れのI型とII型を比較すると、スポーツ開始時期や復帰時期に差はあったが、スポーツ開始時の筋力や柔軟性の改善には差がなかった。適切かつ段階的なりハビリテーションプログラムがスポーツ開始時の機能回復に繋がっていると考えられた。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

すべての著者は、研究の構想およびデザイン、データ収集・分析および解釈に寄与し、論文の作成に関与し、最終原稿を確認した。

文献

- 1) Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Epidemiology of muscle injuries in professional football(soccer). *Am J Sports Med.* 2011; 39: 1226-1232.
- 2) 奥脇 透. 肉離れ総論—疫学・診断—. 整形外科・災害外科. 2020; 63: 361-368.
- 3) Lauren NE, Marc AS. Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *J Sport Health Sci.* 2017; 6: 262-270.
- 4) Geoffrey MV, Arni A, Kim B. ハムストリング損傷の予防. In: 陶山哲夫, 赤坂清和(監訳). スポーツ外傷・障害ハンドブック 発生要因と予防戦略. 第1版. 東京: 医学書院; 72-89, 2015.
- 5) 金子晴香, 吉田圭一. 肉離れの受傷メカニズム・危険因子およびそのモニタリング. In: 古賀英之, 二村昭元, 齋田良知, 他(編). 予防に導くスポーツ整形外科. 第1版. 東京: 文光堂; 241-247, 2019.
- 6) 鳥居 俊. 肉離れの治療—保存療法—. 整形外科・災害外科. 2020; 63: 369-373.
- 7) Maniar N, Shield AJ, Williams MD, et al. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports.* 2016; 50: 909-920.
- 8) 奥脇 透. 肉離れの治療戦略. 日本整形外科会誌. 2021; 95: 269-281.
- 9) 松田直樹. 肉離れのリハビリテーション. In: 福林徹(編). アスレティックリハビリテーションガイド. 第2版. 東京: 文光堂; 144-151, 2018.
- 10) Askling CM, Tengvar M, Tarassova O, et al. Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med.* 2014; 48: 532-539.
- 11) Sherry MA, Best TM. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; 34: 116-125.
- 12) 奥脇 透, 中嶋耕平, 半谷美夏, 他. 大腿二頭筋肉離れのMRI分類. 日本臨床スポーツ医学会会誌. 2019; 27: 250-257.
- 13) 小竹伴照. 筋力増強訓練. 総合リハビリテーション. 1991; 19: 505-509.
- 14) 鈴川仁人. ハムストリングス肉離れ. In: 青木治人(監). スポーツリハビリテーションの臨床. 第1版. 東京: メディカル・サイエンス・インターナ

Physical function at the time to return to sports after hamstring injury —A comparison by injury type—

Miyake, H.* , Ishikawa, T.* , Sugiyama, T.*
Himi, R.* , Watanabe, K.*

* Shizuoka Mirai Sports Orthopedics

Key words: hamstring injury, injury type, physical function

[Abstract] This study aimed to determine the period to return to sports after hamstring injury, muscle strength, and flexibility at the time to return to sports compared by injury type.

The participants were 33 patients who were diagnosed with a hamstring injury based on magnetic resonance imaging findings and followed up until returning to sports.

According to the Japan Institute of Sports Science classification, they were classified into Type I (muscle fiber injury) and Type II (tear of the tendon plate).

The evaluation variables included the period from examination to sports beginning (sports beginning period), period from examination to returning to sports (sports returning period), isokinetic knee flexion muscle strength (180°/sec, 60°/sec), Straight Leg Rising (SLR), and Active Knee Extension Test (AKET) at the time to begin sports.

Type I was significantly shorter than Type II in both the sports beginning and returning periods ($p < 0.05$, $p < 0.01$).

There were no significant differences in isokinetic knee flexion muscle strength, SLR, and AKET between the two groups.

The time to return to sports after hamstring injury differed depending on the injury type. Furthermore, muscle strength and flexibility improved regardless of the injury type.