

短距離走と中長距離走における ハムストリング肉ばなれの疫学的特徴

原 著

Epidemiological characteristics of hamstring strain in short- and middle-long-distance runners

杉山貴哉*, 石川徹也*, 氷見 量*, 渡辺知真*

キー・ワード : Hamstring strain, Short-distance race, Middle-long-distance race
ハムストリング肉ばなれ, 短距離走, 中長距離走

〔要旨〕 本研究は、短距離走と中長距離走のハムストリング肉ばなれの疫学的特徴を明らかにすることを目的とした。2015年3月から2023年12月にハムストリング肉ばなれと診断された短距離走と中長距離走選手51例(57肢)を対象とし、短距離群(43例48肢)、中長距離群(8例9肢)に分類した。性別、年齢、外傷の有無、受診までの期間、損傷筋、損傷高位、JISS分類、競技復帰期間について調査した。性別、年齢、外傷の有無、受診までの期間は両群間に有意差はなかった。損傷筋にて複合損傷の有無は両群間に有意差はなかった。単独損傷にて短距離群は中長距離群に比べ大腿二頭筋(BF)損傷が半膜様筋(SM)損傷($p < 0.01$)や半腱様筋(ST)損傷($p < 0.05$)よりも有意に多く、中長距離群はSM損傷やST損傷のみでBF損傷はなかった。複合損傷にて短距離群は15例中12例がBFとSTの複合損傷であり、中長距離群はBFとSTの複合損傷1例のみであった。損傷高位にて短距離群は近位側での損傷が約65%、中長距離群は遠位側での損傷が56%であったが、2群間に有意差はなかった。JISS分類にて2群間におけるI型損傷とII型損傷にて有意差はなかった。競技復帰期間は両群間に有意差はなかった。短距離走と中長距離走では損傷筋にて特徴に違いがあり、走行速度の差によるハムストリング3筋の筋活動様式の違いが影響していると考えられる。

はじめに

ハムストリング肉ばなれは、スポーツ活動において最も頻度の高いスポーツ外傷の一つであり、競技復帰までに時間を要することで知られている¹⁻⁴⁾。これまでの研究では、ハムストリング肉ばなれは短距離選手に多く、損傷筋や損傷部位の違いが競技特性により生じることが示唆されている^{5,6)}。陸上においては、短距離走と中長距離走ではランニング動作の力学的特性が大きく異なる。短距離走では、最大加速や高速度域での爆発的な力発揮が要求され、筋に強い遠心性収縮が生じやすい。一方、中長距離走では持続的な運動による

筋疲労やフォームの変化が影響することが多い。しかし、短距離走と中長距離走の競技特性の違いが、具体的にどの筋に、どの部位に、どの程度影響を及ぼしているかについては、定量的・系統的に比較した報告は乏しい。また、MRIによる重症度分類や競技復帰期間を含む臨床経過についても十分に検討された比較研究は少なく、走行スピードの違いが重症度や再発リスクに与える影響に関する知見も不足している。そこで本研究では、短距離走と中長距離走におけるハムストリング肉ばなれの特徴を比較検討し、その疫学的特徴を明らかにすることを目的とした。

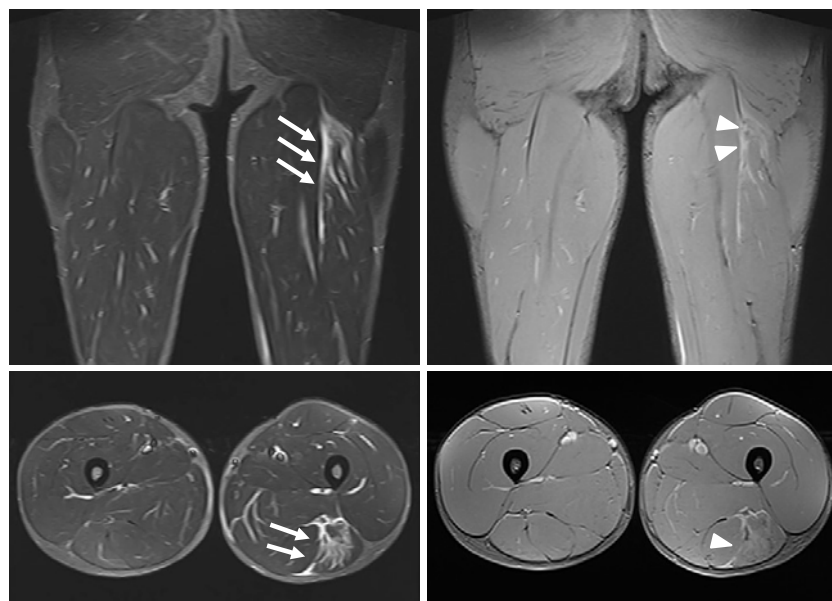
対象および方法

1. 対象

2015年3月から2023年12月の間にハムストリング肉ばなれと診断された陸上競技選手60例

* 静岡みらいスポーツ・整形外科

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



a	b
c	d

図1 ハムストリング肉ばなれのMRI所見
 a: 冠状断像 (STIR 像), b: 冠状断像 (T2*像)
 c: 水平断像 (STIR 像), d: 水平断像 (T2*像)
 STIR 像にて腱膜部に沿った高信号 (白矢印) が認められ, T2*像にて腱膜部の途絶 (白矢頭) が認められ, MRI による JISS 分類では II 型 2 度損傷である。

(66 肢) のうち投擲と跳躍選手 9 例 (9 肢) を除外した 51 例 (57 肢) を対象とした。

2. 方法

問診や理学所見 (Straight Leg Rising test, Active Knee Extension Test, 圧痛, 運動時痛) にてハムストリング肉ばなれが疑われた者に対して MRI を撮像し, 確定診断を行った (図 1)。また, MRI による Japan Institute of Sports Science 分類 (以下, JISS 分類) を基に, MRI STIR 画像や T2* 画像を用いて重症度分類を行った。

対象を短距離群 (43 例 48 肢) と中長距離群 (8 例 9 肢) の 2 群に分類した。短距離群に関してはハードル競技も含めた。各群の性別, 年齢, 外傷の有無, 受診までの期間, 損傷筋 (単独損傷か複合損傷か), 損傷高位, MRI による JISS 分類, 競技復帰期間を診療録より後ろ向きに調査し, 2 群間で比較した。複合損傷は大腿二頭筋, 半膜様筋, 半腱様筋のうち 2 筋以上に損傷が認められたものとした。損傷高位については, Bucci ら⁷⁾の報告を参考にし, 大腿部を近位 1/3・中央・遠位 1/3 に区分し, 近位部, 近位～中央部, 中央部, 中央～遠位部, 遠位部, 近位～遠位部の 6 部位に分類し

た。また, 本解析では損傷高位を近位側 (近位部, 近位～中央部, 中央部) と遠位側 (中央～遠位部, 遠位部) に再分類し, 比較検討した。中央部は本解析において近位側に含めた。近位～遠位部は損傷範囲が広範に及ぶため, 明確な群への分類が困難と判断し, 解析から除外した。MRI による JISS 分類に関しては, I 型損傷と II 型損傷に分類し, 比較検討した。III 型損傷は症例数が少なく統計学的検討に適さないと判断し, 解析から除外した。競技復帰に関しては試合復帰可能なレベルとした。また, 競技復帰期間では競技復帰まで追うことができた短距離群 30 例, 中長距離群 6 例を対象とした。

3. 統計処理

統計解析にはフリー統計ソフト・R (version 4.0.3) を使用した。

2 群間比較では性別, 外傷の有無, 損傷筋 (複合損傷の有無), 損傷高位, MRI による JISS 分類は Fisher の正確確率検定を用い, 有意水準は 5% とした。年齢, 受診までの期間, 競技復帰期間は, Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認し, いずれの項目においても正規性が認められなかった為,

表 1 臨床的特徴

短距離群と中長距離群における性別、年齢、外傷の有無、受診までの期間、損傷筋、および競技復帰期間を比較した。連続変数は中央値で示し、群間の比較には Mann-Whitney の U 検定を、カテゴリ変数には Fisher の正確確率検定を用いた。

調査項目		短距離群	中長距離群	p 値
性別 (例)	男性	25	5	1.00
	女性	18	3	
年齢 (歳)		15.3 [14.2-17.4]	15.1 [13.3-16.3]	0.36
外傷の有無 (肢)	あり	40	5	0.08
	なし	8	4	
受診までの期間 (日)		4.0 [1.0-7.5]	2.0 [1.8-3.5]	0.50
損傷筋 (肢)	単独	33	8	0.42
	複合	15	1	
競技復帰期間 (日)		31.5 [28.0-42.8]	31.0 [18.5-34.5]	0.43

Mann-Whitney U test にて 2 群間比較を行い、有意水準は 5% とした。

また短距離群および中長距離群それぞれにおける群内比較として、性別、外傷の有無、損傷高位、MRI による JISS 分類の各変数について、分布の偏りを検討するため正確二項検定を用い、有意水準は 5% とした。

4. 倫理的配慮

対象とその保護者にはヘルシンキ宣言に基づき本研究内容を十分に説明した後、書面にて同意を得たうえで実施した。またオプトアウト手続きにて拒否する機会を確保した。本研究は静岡みらいスポーツ・整形外科倫理審査委員会の承認の下、実施した (承認番号: 202401)。

結果

1. 患者背景 (年齢、性別、外傷の有無、受診までの期間) (表 1)

性別に関しては、短距離群は男性 25 例、女性 18 例、中長距離群は男性 5 例、女性 3 例であり、2 群間に有意差は認められなかった ($p=1.00$)。各群における群内比較では短距離群 ($p=0.36$)、中長距離群 ($p=0.73$) とともに有意差は認められなかった。

年齢に関しては、短距離群は 15.3 [14.2-17.4] 歳、中長距離群は 15.1 [13.3-16.3] 歳であり、2 群間に有意差は認められなかった ($p=0.36$)。

短距離群では外傷あり 40 肢、外傷なし 8 肢であり、中長距離群では外傷あり 5 肢、外傷なし 4 例であり、2 群間に有意差は認められなかった ($p=$

0.08)。各群における群内比較では短距離群は外傷ありが外傷なしよりも有意に多く ($p<0.01$)、中長距離群では有意差は認められなかった ($p=1.00$)。

短距離群は 4.0 [1.0-7.5] 日、中長距離群は 2.0 [1.8-3.5] 日であり、2 群間に有意差は認められなかった ($p=0.50$)。

2. 損傷筋

複合損傷の有無に関しては、短距離群では単独損傷 33 肢、複合損傷 15 肢であり、中長距離群では単独損傷 8 肢、複合損傷 1 肢であり、2 群間に有意差は認められなかった ($p=0.42$) (表 1)。

単独損傷の内訳に関しては、短距離群では大腿二頭筋 25 肢、半膜様筋 5 肢、半腱様筋 3 肢であり、中長距離群では大腿二頭筋なし、半膜様筋 5 肢、半腱様筋 3 肢であった。短距離群は中長距離群と比べて大腿二頭筋損傷が半膜様筋損傷 ($p<0.01$) および半腱様筋損傷 ($p<0.05$) と比較して有意に多く認められた。中長距離群は半膜様筋損傷や半腱様筋損傷のみで大腿二頭筋損傷は認められなかった (表 2-a)。

複合損傷の内訳に関しては、短距離群では大腿二頭筋と半腱様筋 8 肢、大腿二頭筋と半膜様筋、半膜様筋 4 肢、大腿二頭筋と半膜様筋 2 肢、半膜様筋と半膜様筋 1 肢であり、中長距離群では大腿二頭筋と半腱様筋 1 肢のみであり、それ以外の複合損傷は認められなかった。短距離群の複合損傷は 80% が大腿二頭筋と半腱様筋の損傷を伴っていた (表 2-b)。

表 2 単独損傷と複合損傷の内訳

BF：大腿二頭筋，SM：半膜様筋，ST：半腱様筋

単独損傷において短距離群は中長距離群と比べて大腿二頭筋損傷が半膜様筋損傷 (p<0.01) および半腱様筋損傷 (p<0.05) と比較して有意に多く認められた。

短距離群の複合損傷は 80% が大腿二頭筋と半腱様筋の損傷を伴っていた。

	BF	SM	ST
短距離群 (肢)	25*1. *2	5	3
中長距離群 (肢)	0	5*1	3*2

*1：p<0.01, *2：p<0.05

a：単独損傷

	BF・ST	BF・ST・SM	BF・SM	ST・SM
短距離群 (肢)	8	4	2	1
中長距離群 (肢)	1	0	0	0

b：複合損傷

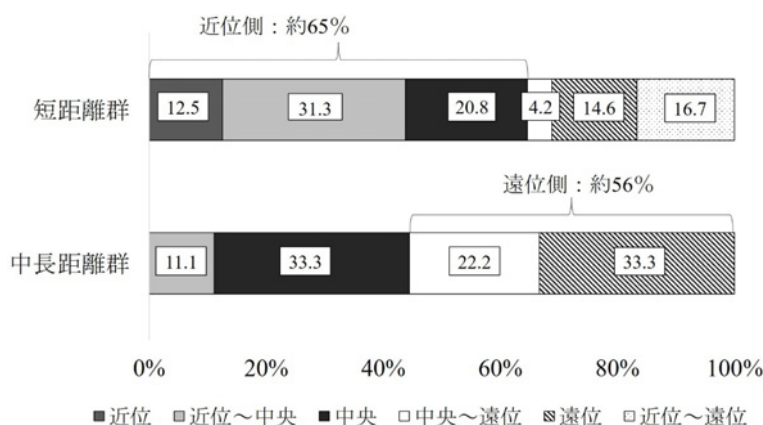


図 2 損傷高位

短距離群は約 65% は近位側での損傷であり，中長距離群は約 56% は遠位側での損傷であった。

3. 損傷高位 (図 2)

短距離群では近位部は 6 肢 (12.5%)，近位～中央部は 15 肢 (31.3%)，中央部は 10 肢 (20.8%)，中央～遠位部は 2 肢 (4.2%)，遠位部は 7 肢 (14.6%)，近位～遠位部は 8 肢 (16.7%) であり，約 65% は近位側での損傷であった。中長距離群では近位～中央部は 1 肢 (11.1%)，中央部は 3 肢 (33.3%)，中央～遠位部は 2 肢 (22.2%)，遠位部は 3 肢 (33.3%) であり，約 56% は遠位側での損傷であった。2 群間における近位側と遠位側の損傷にて有意差は認められなかった (p=0.10)。また，各群における群内比較では短距離群は近位側の損傷が遠位側の損傷よりも有意に多く (p<0.01)，中長

距離群では有意差は認められなかった (p=1.00)。

4. MRI による JISS 分類 (図 3)

短距離群では I 型 1 度損傷は 9 肢 (18.8%)，I 型 2 度損傷は 4 肢 (8.3%)，II 型 1 度損傷は 23 肢 (47.9%)，II 型 2 度損傷は 10 肢 (22.9%)，II 型 3 度損傷は 1 肢 (2.1%)，III 型 1 度損傷は 1 肢 (2.1%) であり，72.9% は II 型損傷であった。中長距離群では I 型 1 度損傷は 3 肢 (33.3%)，I 型 2 度損傷は 2 肢 (22.2%)，II 型 1 度損傷は 4 肢 (44.4%) であり，55.5% は I 型損傷であった。

2 群間における I 型損傷と II 型損傷にて有意差は認められなかった (p=0.13)。また，各群における群内比較では短距離群は II 型損傷が I 型損傷

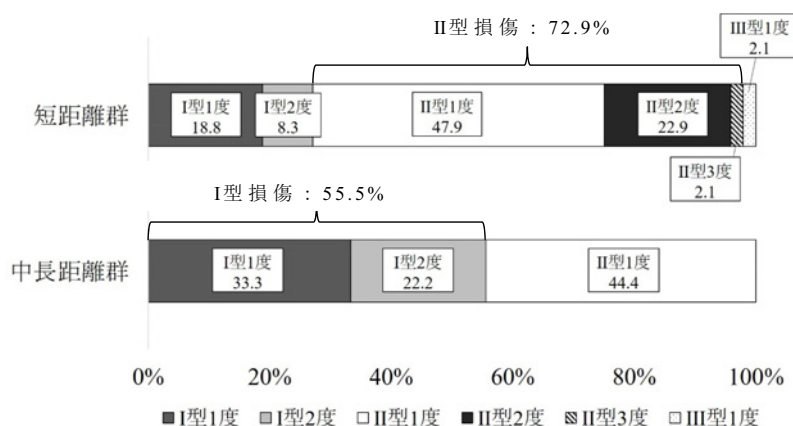


図3 MRIによるJISS分類

群間比較では、短距離群のII型損傷72.9%、中長距離群のI型損傷55.5%であり、有意差は認められなかった。群内比較では、短距離群はII型損傷がI型損傷よりも有意に多く ($p < 0.01$)、中長距離群では有意差は認められなかった ($p = 1.00$)。

よりも有意に多く ($p < 0.01$)、中長距離群では有意差は認められなかった ($p = 1.00$)。

5. 競技復帰期間 (表1)

短距離群は31.5[28.0-42.8]日、中長距離群は31.0[18.5-34.5]日であり、2群間に有意差は認められなかった。

考察

本研究では短距離走と中長距離走のハムストリング肉ばなれの性別、年齢、外傷の有無、受診までの期間、損傷筋、損傷高位、MRIによるJISS分類、競技復帰期間について群間比較に加えて各群内の傾向もあわせて検討した結果、以下のような特徴が認められた。

外傷の有無に関しては、短距離群と中長距離群の2群間比較では有意差は認められなかったが、短距離群においては外傷ありが有意に多かった。ハムストリング肉ばなれは、走行において股関節屈曲と膝関節伸展が同時に起こる遊脚期後半にて起こりやすいといわれている⁸⁾。このphaseにおいてハムストリングは膝関節伸展を制限し、調整するためのブレーキ動作として遠心性収縮する。Schacheら⁹⁾は、走行速度が速くなるにつれて遊脚期後半での股関節伸筋と膝関節屈筋の筋活動は増加すると報告している。走行速度が速い短距離走にて遊脚期後半でのハムストリングの強い遠心性収縮が生じるため、外傷ありが多くなると考えられる。

短距離群では、大腿二頭筋損傷が有意に多く、

損傷高位も近位部に集中していた。本研究で観察されたこの特徴は、大腿二頭筋が短距離における高速度走行中の遊脚期後半において、他のハムストリングに比べて強い遠心性収縮と高い伸張ストレスを受けるためと考えられる。実際に鳥居⁵⁾は短距離選手における大腿二頭筋損傷の多さを報告しており、短距離走の遊脚後期において半腱様筋や半膜様筋に比べて大腿二頭筋に伸張ストレスが生じやすいといわれている^{6,10)}。また、宮崎ら¹⁰⁾は、高速度走行時に大腿二頭筋近位筋腱移行部にかかる剪断力が半膜様筋よりも大きいことを示している。Asklingら¹¹⁾も短距離選手における大腿二頭筋損傷の多くが近位筋腱移行部に集中することを報告している。以上のことから、短距離選手では高速度走行時に大腿二頭筋の近位部に強い遠心性収縮が生じることにより、損傷しやすいと考えられる。

中長距離群では大腿二頭筋損傷は認められず、半腱様筋および半膜様筋損傷が多く認められた。Schacheら⁹⁾は、ランニング動作の遊脚期後期において膝関節屈筋の筋活動が特に高くなることを示しており、特に半腱様筋は紡錘状筋で収縮特性に優れているため、遠心性膝屈曲運動時には他の筋に比べて高い筋活動を示すと言われている^{12,13)}。さらに、半腱様筋はランニング速度に関わらず高い筋活動を示し¹⁴⁾、時速18km未満の走速度では大腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋における筋の最大伸張に有意差はないとも報告されている¹⁵⁾。以上のことから、中長距離選手では遠心性収縮が繰り返されることで半腱様筋や半膜様筋に負荷が蓄積

し、損傷に繋がると考えられる。

また複合損傷では、短距離群において大腿二頭筋と半腱様筋の損傷が80%を占めていた。Asklingら¹¹⁾も同様に短距離選手の大腿二頭筋肉離れ18例のうち7例に半腱様筋との複合損傷が認められたと報告している。これは大腿二頭筋と半腱様筋が解剖学的に共通の腱から起始すること¹⁶⁾や、筋連結が存在すること¹⁷⁾が関与している可能性がある。

MRIによるJISS分類に関しては、2群間におけるI型損傷とII型損傷にて有意差は認められなかったが、短距離群においてはII型損傷がI型損傷よりも有意に多かった。奥脇ら²⁾はトップアスリートの肉ばなれについて、大腿二頭筋筋頭の損傷部位は筋線維部3%、腱膜部83%、筋腱付着部14%であったと報告している。本研究では短距離群は大腿二頭筋損傷が多いため、II型損傷が多かったと考えられた。この結果より競技復帰期間は短距離群の方が遅くなると考えられたが、実際は競技復帰期間において短距離群と中長距離群の間に有意な差は認められなかった。要因としては、短距離群のII型損傷(72.9%)のうち、II型1度損傷が47.9%と半数以上を占めていたためと考えられる。

本研究の限界としては、短距離群と中長距離群の2群間比較において外傷の有無と損傷高位との関係に有意傾向は認められたものの、統計学的に有意な関連は確認されなかった点が挙げられる。これは対象数が限られていたことが一因と考えられ、今後はより多くの症例を収集し、外傷の有無と損傷高位との関連性を明確にしていく必要がある。

結 語

本研究では短距離走と中長距離走のハムストリング肉ばなれの疫学的特徴について調査した。

短距離走における肉ばなれの特徴は以下のとおりである。単独損傷に関しては半膜様筋・半腱様筋損傷よりも大腿二頭筋損傷が有意に多く、複合損傷に関しては大腿二頭筋と半腱様筋の損傷が80%を占めていた。損傷高位では近位側の損傷が多く、MRIによるJISS分類ではII型損傷が多かった。

中長距離走における肉ばなれの特徴は以下のとおりである。単独損傷に関しては、大腿二頭筋損

傷は認められず、短距離走に比べて半膜様筋・半腱様筋損傷が有意に多く、複合損傷に関しては大腿二頭筋と半腱様筋の損傷1例のみであった。

以上のように短距離走と中長距離走のハムストリング肉ばなれにおいて損傷筋にて違いがあり、走行速度の差によるハムストリング3筋の筋活動様式の違いが影響していると考えられる。

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

杉山 貴哉 (Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Project administration, Writing-original draft), 石川 徹也 (Supervision, Writing-review & editing), 氷見 量 (Investigation, Resources), 渡辺 知真 (Investigation, Resources)

文 献

- 1) Ekstrand J, Healy JC, Walden M, et al. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *British Journal of Sports Medicine*. 2012; 46: 112-117.
- 2) 奥脇 透, 中嶋耕平, 半谷美夏, 他. トップアスリートの肉離れ—競技と受傷部位およびMRI分類について. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2019; 27: 192-194.
- 3) 向井直樹. 肉離れの発生機序 (陸上競技). *MB Orthopaedics*. 2010; 23: 11-14.
- 4) 鎌田浩史. 陸上競技におけるハムストリング肉ばなれ. *関節外科*. 2023; 42: 254-262.
- 5) 鳥居 俊. 陸上競技における下肢の肉離れ. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2019; 27: 405-407.
- 6) Chumanov ES, Heiderscheit BC, Thelen DG. Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high speed running. *Medicine & Science in sports & Exercise*. 2011; 43: 525-532.
- 7) Bucci G, Galante N, McGovern RP, et al. Hamstrings injuries with MRI findings in a major league soccer team. *Archives of Orthopaedics*. 2020; 1: 89-97.
- 8) Stanton P, Purdam C. Hamstring injuries in sprinting—the role of eccentric exercise. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1989; 10: 343-349.
- 9) Schache AG, Blanch PD, Dorn TW, et al. Effect of running speed on lower limb joint kinetics. *Medi-*

- cine & Science in Sports & Exercise. 2011; 43: 1260-1271.
- 10) 宮崎輝光, 藤井範久. 走動作中遊脚期後半における大腿二頭筋長頭と半膜様筋の筋腱移行部に加わる剪断応力. *バイオメカニズム*. 2020; 25: 97-111.
- 11) Askling CM, Tengvar M, Saartok T, et al. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007; 35: 197-206.
- 12) Bourne MN, Opar DA, Williams MD, et al. Muscle activation patterns in the Nordic hamstring exercise: Impact of prior strain injury. *Medicine & Science in Sports*. 2016; 26: 666-674.
- 13) Ono T, Okuwaki T, Fukubayashi T. Differences in activation patterns of knee flexor muscles during concentric and eccentric exercises. *Research in Sports Medicine*. 2010; 18: 188-198.
- 14) 松尾信之介, 大山下圭悟. 走速度変化に伴う下肢筋活動の変化: ランニングとスプリントの比較による肉離れ発症要因の検討. *大阪学院大学人文自然論叢*. 2012; 64: 31-40.
- 15) Schache AG, Dorn TW, Wrigley TV, et al. Stretch and activation of the human biarticular hamstrings across a range of running speeds. *European Journal of Applied Physiology*. 2013; 113: 2813-2828.
- 16) Beltran L, Ghazikhanian V, Padron M, et al. The proximal hamstring muscle-tendon-bone unit: A review of the normal anatomy, biomechanics, and pathophysiology. *European Journal of Radiology*. 2012; 81: 3772-3779.
- 17) 河上敬介, 磯貝 香. 下肢の筋. In: 河上敬介, 小林邦彦(編). *骨格筋の形と触察法*. 第1版. 熊本: 大峰閣; 229-234, 2001.

(受付: 2025年2月16日, 受理: 2025年12月21日)

Epidemiological characteristics of hamstring strain in short- and middle-long-distance runners

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

* Shizuoka Mirai Sports Orthopedics

Key words: Hamstring strain, Short-distance race, Middle-long-distance race

[Abstract] We included 51 runners (57 limbs) with hamstring strains from March 2015 to December 2023, and divided them into short-distance (SD; 43 runners, 48 limbs) and middle-long-distance (MLD; 8 runners, 9 limbs) groups. Both groups were compared for sex, age, causal injury, onset-consultation duration, injured muscle, injury area, Japan Institute of Sports Science (JISS) classification, and return to sports (RTS) time.

Sex, age, causal injury, onset-consultation duration and RTS time did not significantly differ between the groups. The SD group had significantly more biceps femoris (BF) injuries than the MLD group. The MLD group had only semimembranosus (SM) and semitendinosus (ST) injuries and no BF injuries. Additionally, 80% of the SD group had combined BF and ST injuries. Approximately 65% of the SD group injuries occurred proximally, while approximately 56% of the MLD group injuries occurred distally. No significant difference was observed between groups in injury area or in the distribution of type I and II injuries on the JISS classification.

These differences between the SD and MLD groups could be attributed to variations in the hamstring activity pattern associated with differing running speeds.