

スポーツ選手における 大腿骨疲労骨折症例の疫学調査

Epidemiological survey of femoral bone stress fracture in athletes

杉山貴哉*, 石川徹也*, 三宅秀俊*
氷見 量*, 渡辺知真*

キー・ワード：Femoral bone stress fracture, Athletes, Epidemiology
大腿骨疲労骨折, スポーツ選手, 疫学

〔要旨〕 スポーツ選手の大腿骨疲労骨折(FSF)の疫学調査することを目的とした。2015年3月から2023年2月にFSFと診断されたスポーツ選手23例を対象とした。性別、学年、スポーツ種目、初診時X線所見、発生部位、疼痛誘発テスト(hop test)、頸体角について調査した。性別は男性17例、女性6例であり、有意差はなかった。学年は高校1・2年生が78%であった。スポーツ種目は陸上の長距離が最も多かった。初診時X線所見では所見なしが有意に多かった。発生部位では頸部発生例は全例Compression Typeであり、骨幹部発生例は大腿骨近位1/3かつ内側に多かった。hop testは陽性例が有意に多かった。頸体角は骨幹部発生例に比べ頸部発生例にて有意に小さかった。鼠径部や大腿部に疼痛を有する長距離選手に関してはFSFを疑い、X線にて所見がない場合でも積極的にMRIを行い、早期診断する必要がある。

はじめに

長距離選手の大腿骨疲労骨折は全疲労骨折の24%を占めていたと報告されており¹⁾、稀な疾患ではない。しかし、大腿骨疲労骨折は特異的な症状が乏しく、診断までに時間を要することが多い²⁾。Robertsonら³⁾は、大腿骨頸部疲労骨折のCompression typeは骨折線が頸部幅の50%未満であれば保存療法の適応であり、スポーツ復帰率は100%であるが、骨折線が頸部幅の50%以上になると手術が必要になると報告している。また、Hwangら⁴⁾は大腿骨骨幹部疲労骨折の重症度が低い方が高い方よりも回復が早いと報告している。以上のことから大腿骨疲労骨折は早期に診断されれば予後良好であるが、特異的な症状が乏しく、治療が遅れることでスポーツ復帰に悪影響を及ぼ

す可能性がある。そのため本研究では特異的な症状が乏しいスポーツ選手の大腿骨疲労骨折を疫学調査し、早期診断・早期治療に繋げることを目的とした。

対象および方法

2015年3月から2023年2月の間にMRIにて大腿骨疲労骨折(図1)と診断されたスポーツ選手26例のうち、データ欠損例や大転子疲労骨折例、小転子疲労骨折例を除外した23例について、性別、学年、スポーツ種目、初診時X線所見、発生部位、疼痛誘発テスト(hop test)、頸体角(図2)を診療録より後ろ向きに調査した。Hop testは評価可能であった15例を対象とした。発生高位は前園の報告⁶⁾を参考に、小転子より近位を骨頭・頸部とし、小転子から顆上部を3等分し近位・中央・遠位とした。Hop testでは片脚ジャンプをした時に大腿部に疼痛を認めたものを陽性とした。頸体角はX線画像にて測定可能であった大腿骨頸部疲労骨折3例と大腿骨骨幹部疲労骨折18例を対

* 静岡みらいスポーツ・整形外科
Corresponding author：石川徹也 (shizuoka@miraisports.clinic)

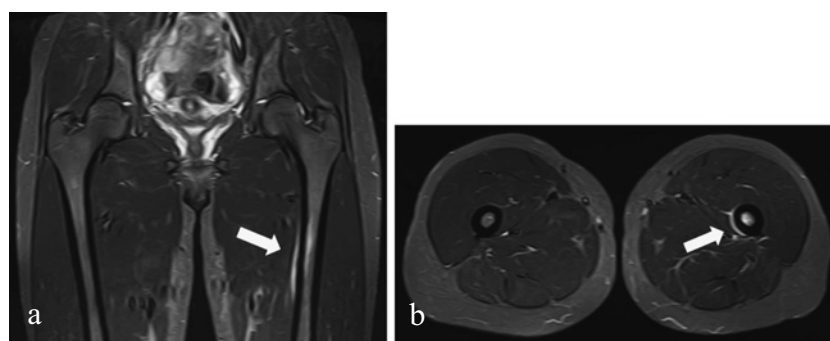


図1 大腿骨疲労骨折のMRI所見 (STIR 像)

a: 冠状断像 b: 水平断像

MRI STIR 像にて骨膜と骨髓内に高信号が認められる場合 (矢印) を大腿骨疲労骨折と診断した。

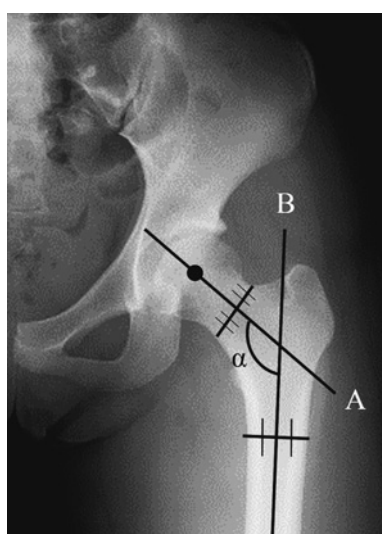


図2 頸体角

頸体角 (α) は骨頭中央と頸部幅の midpoint を結んだ線 (A) と大腿骨幹部の正中線 (B) とでなす角

象とした。

統計解析にはフリー統計ソフト・R (version 4.0.3) を使用した。性別と初診時 X 線所見, hop test に関しては二項検定を用い, 有意水準を 0.05% とした。頸体角に関しては頸部疲労骨折例と骨幹部疲労骨折例との比較を Student's t-test を用い, 有意水準を 0.05% とした。

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説明した後, 書面にて同意を得たうえで実施した。また, 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: 202311)。

結 果

性別は男性 16 例, 女性 7 例であり, 男性の方が多かったが, 有意差はなかった (表 1)。学年に関しては, 高校 1, 2 年生が 23 例中 18 例であった (図 3)。スポーツ種目に関しては, 陸上 (長距離) が 14 例 (60.9%) であり, 次いで陸上 (短距離) が 3 例 (13.0%), バスケットボール 2 例 (8.7%) であった (図 4)。初診時 X 線所見では, 所見ありは 6 例, 所見なしは 17 例であり, 所見なしの方が有意に多かった ($p < 0.05$) (表 1)。発生部位では骨頭・頸部に関しては, 骨頭 1 例, 頸部 3 例であり, 頸部疲労骨折例では全例 MRI STIR 像にて頸部下方に高信号が認められ, Compression Type であった (図 5-a, b)。骨幹部に関しては近位 13 例, 中央 3 例, 遠位 3 例であった。骨幹部疲労骨折例では MRI STIR 像にて大腿骨内側に沿った高信号が 19 例中 16 例に認められた (図 5-c, d)。Hop test では陽性 13 例, 陰性 2 例であり, 有意に陽性例の方が多かった ($p < 0.01$) (表 1)。頸体角では, 頸部疲労骨折 3 例の平均値は $124.3 \pm 1.6^\circ$, 骨幹部疲労骨折 18 例の平均値は $130.8 \pm 3.5^\circ$ であり, 頸部疲労骨折の方が有意に頸体角は小さかった ($p < 0.01$) (表 1)。

考 察

性別では男性 17 例, 女性 6 例であり, 有意差はなかった。前園⁹⁾は陸上競技選手にて大腿骨疲労骨折と診断された 74 例のうち男性 51 例, 女性 23 例であったと報告しており, 本研究と同様な傾向であった。

学年に関しては, 高校 1, 2 年生が全体の約 80%

表 1 大腿骨疲労骨折の臨床的特徴

初診時 X 線所見では所見なしが有意に多かった ($p < 0.05$)

Hop test では有意に陽性者が多かった ($p < 0.01$)

頸体角は頸部疲労骨折例の方が骨幹部疲労骨折例よりも有意に小さかった ($p < 0.01$)

調査項目			p 値
性別 (例)	男性	16	0.093
	女性	7	
初診時 X 線所見 (例)	所見あり	6	0.035
	所見なし	17	
Hop test (例)	陽性	13	0.007
	陰性	2	
頸体角 (°)	頸部疲労骨折	124.3 ± 1.6	0.006
	骨幹部疲労骨折	130.8 ± 3.5	

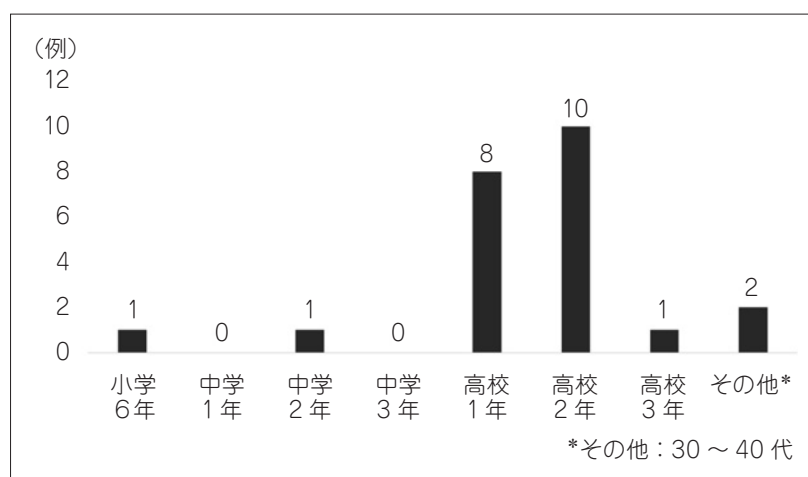


図 3 学年

高校 1, 2 年生で全体の約 8 割を占めていた。30 代と 40 代でも各 1 名ずつ認められ、どちらも大腿骨頸部疲労骨折であった。

を占めていた。高校 1 年生に疲労骨折が多い要因として、中学 3 年生での部活引退後の運動休止期間の存在や上級生との体格差などを挙げている⁶⁾。本研究では高校 1 年生だけでなく、高校 2 年生での発生も多く、この年代における大腿骨疲労骨折の発生を念頭におく必要があると考えられる。

スポーツ種目に関しては陸上の長距離が 60.9% と最も多かった。過去の報告においても頸部疲労骨折や骨幹部疲労骨折は陸上の中長距離選手に多く認められるとされている^{3,4)}。Edwards ら⁷⁾ は、ランニングにおいて大腿骨頸部・近位内側・遠位には機械的負荷が生じやすいと報告している。本研究では陸上の長距離だけでなく、バスケットボールやサッカー、バドミントンなどでの発生も認められ、繰り返し動作やストップ動作が多い種

目もリスクとなる可能性があると考えられる。

初診時 X 線所見に関しては、所見なしが有意に多かった。Kiuru ら⁸⁾ は、疲労骨折の初期の段階では X 線所見は乏しく、早期診断には MRI が有用であると報告している。本研究においても先行研究と同様な結果であり、鼠径部や大腿部に疼痛を有する陸上長距離選手に関しては、大腿骨疲労骨折を疑い、X 線にて所見が認められない場合でも積極的に MRI を撮像し、早期診断する必要があると考えられる。

発生部位に関しては、頸部疲労骨折例は全例 Compression type であり、骨幹部疲労骨折例は骨幹部近位 1/3 での発生が最も多く、全症例の約 80% に大腿骨内側に沿った高信号が認められた。ランニングにて大腿骨には頸部内側から大腿骨近

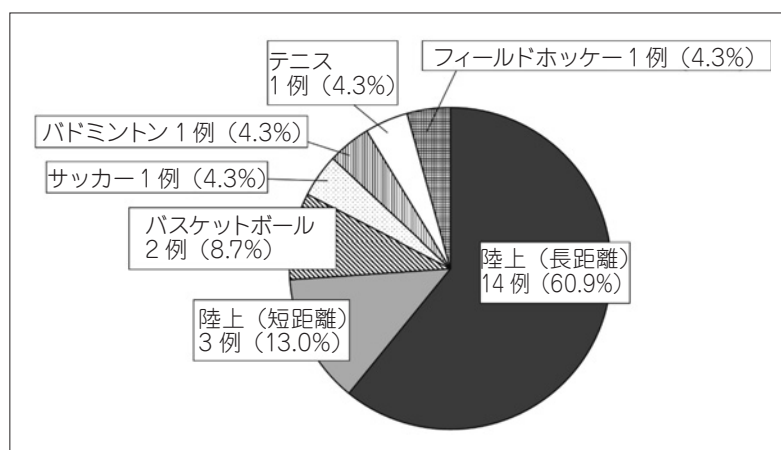


図4 スポーツ種目
陸上の長距離が最も多かった (60.9%)。

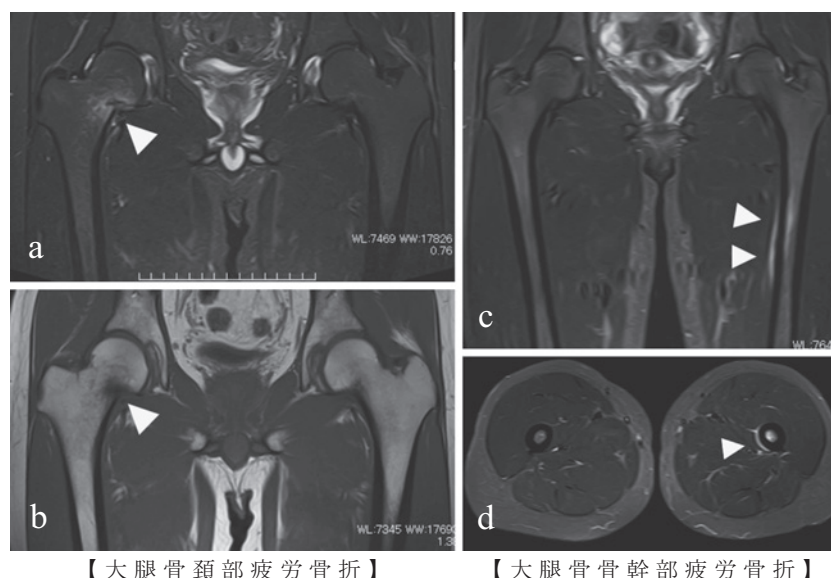


図5 発生部位

a : MRI STIR 像 (冠状断像) c : MRI STIR 像 (冠状断像)

b : MRI T1 強調像 (冠状断像) d : MRI STIR 像 (水平断像)

大腿骨頸部疲労骨折は全例 MRI STIR 像にて頸部下方に高信号が認められ、Compression type であった。

大腿骨骨幹部疲労骨折は MRI STIR 像にて大腿骨内側に沿った高信号が 19 例中 16 例に認められた。

位内側にかけて圧迫力が加わりやすいと報告されている⁷⁾。また、頸部内側への圧迫力は股関節外転筋の筋力低下により強まる可能性がある^{3,7)}。大腿骨内側部に関しては、内側広筋や長内転筋、短内転筋の収縮により圧迫力が高まる可能性がある⁹⁾。頸部内側から大腿骨近位内側部は解剖学的・力学的に負荷が集中しやすいため、本研究においても頸部疲労骨折例は全例 Compression type で、骨幹部疲労骨折例は骨幹部近位 1/3 かつ内側に多く

認められたと考えられる。また、頸部疲労骨折の Compression type は骨折線が頸部幅の 50% 未満であれば保存療法の適応である⁴⁾。本研究の頸部疲労骨折 3 例とも骨折線は認められず、保存療法にて競技復帰可能であった。

疼痛誘発テストに関しては、hop test は有意に陽性者が多かった。前園⁶⁾らは、大腿骨疲労骨折と診断された全例にて hop test は陽性であり、有用な診断ツールだと報告している。本研究において

表 2 疫学的特徴のまとめ

学年, スポーツ種目, 初診時 X 線所見, 発生部位, 疼痛誘発テスト, 頸体角の各項目において特徴を認めた.

性別	男女間に有意差なし
学年	高校 1, 2 年生が多い (78.3%)
スポーツ種目	陸上の長距離が最も多い (60.9%)
初診時 X 線所見	所見なしが有意に多い*
発生部位	頸部疲労骨折 全例 Compression Type
	骨幹部疲労骨折 大腿骨近位 1/3 かつ内側に多い
疼痛誘発テスト (hop test)	陽性例が有意に多い**
頸体角	頸部疲労骨折の方が骨幹部疲労骨折と比べ有意に小さい**

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

も hop test は 15 例中 13 例陽性であり, 有意に陽性者が多く, 特異的な症状が乏しい大腿骨疲労骨折において有用な診断ツールだと考えられる.

頸体角に関しては頸部疲労骨折の方が骨幹部疲労骨折に比べて有意に小さかった. Kim ら¹⁰⁾ は大腿骨頸部疲労骨折 11 例の頸体角の中央値は 124.3° であり, 大腿骨頸部疲労骨折群では内反股の割合が有意に高かったと報告している. 本研究においても頸部疲労骨折例の頸体角は $124.3 \pm 1.6^\circ$ であり, 過去の報告と同様な結果であった. 鼠径部痛があり, X 線にて頸体角が小さい ($\leq 124^\circ$) 場合には, 頸部疲労骨折を疑う必要があると考えられる. しかし, 今回は症例数が少ないため, 今後は症例数を増やし, 頸部疲労骨折と頸体角との関係を明らかにしていく.

結 語

本研究における大腿骨疲労骨折の疫学的特徴を表 2 に示す. 鼠径部や大腿部に疼痛を有する高校生の長距離などのスポーツ選手では大腿骨疲労骨折を疑い, hop test などを施行し, X 線にて所見が認められない場合でも積極的に MRI を行い, 早期診断する必要がある.

利益相反

本論文に関し, 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), 三宅 秀俊 (Investigation, Resources), 氷見 量 (Investigation, Resources), 渡辺知真

(Investigation, Resources)

文 献

- 1) 初雁雅子, 鳥居 俊. 大学生男子長距離選手における疲労骨折発生に関する実態調査. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2018; 26: 390-396.
- 2) Ivkovic A, Bojanic I, Pecina M. Stress fractures of the femoral shaft in athletes: a new treatment algorithm. British Journal of Sports Medicine. 2006; 40: 518-520.
- 3) Robertson GA, Wood AM. Femoral neck stress fractures in sport: a current concepts review. Sports Medicine International Open. 2017; 1: doi: 10.1055/s-0043-103946.
- 4) Hwang B, Fredericson M, Chung CB, et al. MRI findings of femoral diaphyseal stress injuries in athletes. American Journal of Roentgenology. 2005; 185: 166-173.
- 5) 前園恵慈. 陸上競技選手における大腿骨疲労骨折の検討. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2020; 28: 123-128.
- 6) 鳥居 俊. 高校長距離走新入部員の腰椎骨密度は発育段階により異なる. 日本小児整形外科学会雑誌. 2015; 24: 205-209.
- 7) Edwards WB, Gillette JC, Thomas JM, et al. Internal femoral force and moments during running: Implications for stress fracture development. Clinical Biomechanics. 2008; 23: 1269-1278.
- 8) Kiuru MJ, Pihlajamaki HK, Hietanen HJ, et al. MR imaging, bone scintigraphy, and radiography in bone stress injuries of the pelvis and the lower extremity. Acta Radiologica. 2002; 43: 207-212.
- 9) Fredericson M, Jang KU, Bergman G, et al. Femo-

ral diaphyseal stress fractures: results of a systematic bone scan and magnetic resonance imaging evaluation 25 runners. *Physical Therapy in Sport*. 2004; 5: 188-193.

- 10) Kim DK, Kim TH. Femoral neck shaft angle in relation to the location of femoral stress fracture in

young military recruits: femoral head versus femoral neck stress fracture. *Skeletal Radiology*. 2021; 50: 1163-1168.

(受付：2024 年 6 月 15 日，受理：2024 年 12 月 27 日)

Epidemiological survey of femoral bone stress fracture in athletes

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

* Shizuoka Mirai Sports Orthopedics

Key words: Femoral bone stress fracture, Athletes, Epidemiology

〔Abstract〕 The aim of this study was to investigate the epidemiology of femoral bone stress fracture in athletes.

We enrolled 23 athletes diagnosed with femoral bone stress fracture between March 2015 and February 2023. We investigated gender, school year, sports events, initial X-rays findings, injury area, pain provocation test (hop test), and femoral neck shaft angle (FNSA).

Gender did not show significant difference (males: 17 cases, females: 6 cases). First- and second- year high school students comprised 78% of subjects. Long-distance track and field was predominant sports event. Initial X-rays indicated a higher incidence of cases without findings ($p < 0.05$). All femoral neck stress fractures (FNSF) were of the compression type, while femoral diaphyseal stress fractures (FDSF) more frequently occurred in the proximal and medial side of the femur. Many cases had positive the hop test ($p < 0.01$). FNSF cases had smaller FNSA compared to FDSF cases ($p < 0.01$).

Long-distance athletes with groin or thigh pain and positive physical findings, such as the hop test, should undergo MRI even when there are no X-ray findings.