

陸上長距離選手に生じた仙骨 疲労骨折の臨床像と発生高位・進展様式の検討

Analysis of clinical features, location, progression pattern of sacral stress fracture in Long Distance Runners

前園恵慈*, 海江田英泰*, 中條正英*, 福島佳織*

キー・ワード : Sacral stress fracture, location, progression pattern
仙骨疲労骨折, 発生高位, 進展様式

〔要旨〕 (対象と方法) 2016年1月から2024年6月に当院を受診し仙骨疲労骨折と診断された陸上長距離選手59例64ヶ所(男性27例30ヶ所, 女性32例34ヶ所)を対象とし, 主訴, Hop test, 叩打痛, Patrick test, 時間経過, 発生高位, 進展様式を検討した。(結果)主訴は男女とも腰痛が最多で, 男性は殿部痛, 骨盤痛の順, 女性は骨盤痛, 殿部痛・腰殿部痛の順であった。Hop testは全例陽性, 叩打痛は男性80%, 女性79.4%で陽性, Patrick testは男性90%, 女性88.2%で陽性であった。時間経過は症状出現から受診(診断)までの平均期間は男性1.3週, 女性1.7週, 症状出現からJog開始までの平均期間は男性3.8週, 女性4.3週であった。発生高位は男女ともS1が最多で, 進展様式はS1/2前仙骨孔から発症しAxial像では前仙骨孔から背側・外側方向へ拡がり, Coronal像ではS1/2前仙骨孔付近から起こり, S1近位・仙腸関節方向へ拡がりかつ各仙骨孔を介して下位椎体へ拡がっていた。(結論)腰部付近の非特異的疼痛を主訴とし, Hop test・Patrick test・叩打痛が陽性である陸上長距離選手では仙骨疲労骨折を考慮する必要がある。また, 仙骨疲労骨折はS1/2前仙骨孔付近から発症し, S1近位・仙腸関節方向かつ各仙骨孔を介して下位椎体へ拡がっていくと推測された。

はじめに

疲労骨折は1回の外力では骨折しない程度の力学的負荷が正常な骨の同一部位に繰り返し加わることによって骨組織の破綻をきたすものと定義される。その中でスポーツ選手の仙骨疲労骨折に関しては1984年にFink-Bennettら¹⁾が長距離走者での発症例を報告したのが最初であり, 近年長距離選手では仙骨を含めた骨盤周囲の障害の発症が多くなってきている。筆者は陸上長距離選手に生じた仙骨疲労骨折の臨床像について報告したが²⁾, 今回は症例数を増やした上で仙骨疲労骨折の臨床像に加え発生高位と進展様式について検討したので若干の文献的考察を加えて報告す

る。

対象および方法

2016年1月から2024年6月に当院を受診し仙骨疲労骨折と診断された陸上長距離選手59例64ヶ所(男性27例30ヶ所, 女性32例34ヶ所)を対象とした。疲労骨折の診断は, 明らかな外傷歴がないこと, 症状として走行時・荷重時の疼痛, 仙骨叩打痛, Hop test陽性, Patrick test陽性のいずれかが複数認められ, かつ画像上仙骨に骨性変化を認めたものとした。画像評価に関して, Arendtら³⁾は骨髄浮腫を同定するのに最も早いMRI条件はSTIR像であること, 荷重時に疼痛を伴い画像上骨性的変化がみられるものを疲労骨折と定義していることから, MRIで仙骨に一致して, Arendtらの分類Grade1以上の信号変化を認めたものを仙骨疲労骨折と診断した(表1)。Hop

* 今村総合病院スポーツ整形外科

Corresponding author : 前園恵慈 (keijimaesono@icloud.com)

表 1 Arendt らの分類

Grade	
1	Positive signal change on STIR
2	Positive STIR plus positive T2
3	Positive STIR plus positive T2 and T1
4	Positive injury line (fracture) on T1 or T2 ; injury

test は Matheson ら⁴⁾ が提唱した手法で患側片脚ジャンプを 10 回行い疼痛があれば陽性とし、また大西ら⁵⁾ はこれを疼痛がないものを Garde 0、疼痛はあるが 10 回跳べるのは Grade 1、痛くて数回しか跳べないのは Grade 2、ほとんど跳べないのは Grade 3 と 4 段階に分けて分類しておりこれを使用した。臨床像に関しては主訴、Hop test、叩打痛、Patrick test、時間経過（症状出現から受診（診断）までの期間、症状出現から Jog 開始までの期間）について検討した。主訴は“腰が痛い”を腰痛、“お尻が痛い”を殿部痛、“腰からお尻にかけて痛い”を腰殿部痛、“骨盤が痛い”を骨盤部痛とした。治療は全例運動量コントロールによる保存的加療を行った。Jog 開始基準については hop test grade0 を確認することとした。発生高位と進展様式は MRI STIR 像を使用し、まず高位を同定し、進展様式は Axial・Coronal 像で信号変化の拡がり方で評価した。骨折線があった場合骨折線の拡がり方も評価した。骨折線は高信号域内にある線状の低信号を骨折線と定義した。

統計学的処理に関して、患者詳細(左右除く)はマン・ホイットニーの U 検定をその他はフィッシャーの正確確率検定を使用し有意水準は 5% 未満とした。

データの使用に際し患者個人が特定できないようにまた不利益が生じないように十分な倫理的配慮を行い、当院倫理審査委員会の承認を得て施行した（受付番号 NCR25-6）。

結果

患者詳細は女性にやや多く、男性では右、女性では左での発症に関連がみられた。時間経過について、症状出現から受診（診断）までの平均期間は男性 1.3 週、女性 1.7 週、症状出現から Jog 開始までの平均期間は男性 3.8 週、女性 4.3 週といずれも女性の方が若干時間を要していた（表 2）。

臨床像について（表 3）、主訴は男女とも腰痛（男性 50%、女性 44.1%）が最も多く、男性は殿部

表 2 患者詳細

	男性 (n=30)	女性 (n=34)	P 値
左右 n (%)			
R	20 (66.7)	14 (41.2)	0.02
L	10 (33.3)	20 (58.8)	
年齢 (歳)	18.4±4.5	18.8±3.4	0.02
身長 (cm)	168.3±6.4	159.4±6.4	0.01
体重 (kg)	52.8±5.7	46.8±5.8	0.01
BMI (kg/m ²)	18.6±1.5	18.4±1.5	0.44
症状出現から受診まで (週)	1.3	1.7	0.22
症状出現から Jog 開始まで (週)	3.8	4.3	0.99

表 3 臨床像

	男 (n=30)	女 (n=34)	P 値
主訴, n (%)			
骨盤痛	5 (14.7)	7 (20.6)	0.34
殿部痛	10 (33.3)	6 (17.6)	0.23
腰痛	15 (50.0)	15 (44.1)	0.50
腰殿部痛	0 (0)	6 (17.6)	0.001
Hop test, n (%)			
Grade0	0 (0)	0 (0)	
Grade1	16 (53.3)	21 (61.8)	0.12
Grade2	5 (16.7)	5 (14.7)	0.22
Grade3	9 (30.0)	8 (23.5)	0.56
叩打痛, n (%)			
あり	24 (80.0)	27 (79.4)	0.60
なし	6 (20.0)	7 (20.6)	
Patrick test, n (%)			
陽性	27 (90.0)	30 (88.2)	0.57
陰性	3 (10.0)	4 (11.8)	

痛 (33.3%)、骨盤痛 (14.7%) の順、女性では骨盤痛 (20.6%)、殿部痛・腰殿部痛 (17.6%) の順であり、腰殿部痛で女性に関連がみられた。

Hop test は全例陽性で、男女とも Grade1 が最多（男性 53.3%、女性 61.8%）であった。

叩打痛は男性 80%、女性 79.4% で陽性であった。Patrick test は男性 90%、女性 88.2% で陽性であった。

発生高位について、男女とも S1 単独例が最も多く、S1～S2 にわたる例を合わせて全体の 80% 以上を占めていた (表 4-1)。

また、骨折線ありに関しては男性では S1 単独例に、女性は S1～S2 にわたる例に多かった(表 4-2)。

進展様式について S1 のみ例では、信号変化・骨折線ともに男女とも Axial 像では前仙骨孔周囲に限局もしくは前仙骨孔から背側・外側へ拡がっており、Coronal 像では前仙骨孔から S1 近位・仙腸関節方向へ拡がっていた(図 1)。S1～S2 にわたる例では信号変化・骨折線ともに、Axial 像では前仙骨孔を中心に背側・外側へ、Coronal 像では前仙骨孔を中心に S1 近位部・仙腸関節方向と S2 へ拡がっていた(図 2)。その他複数椎体にわたる例については、信号変化・骨折線ともに Axial 像では仙骨孔を中心に背側・外側へ、Coronal 像では S1/2 前仙骨孔を中心に S1 近位と仙骨孔を介して S2・3 へ拡がっていた。

考 察

仙骨は 5 個の仙椎が癒合して 1 個の仙骨となっており、逆三角形の形態で前方に弯曲かつ傾斜している。二足直立位では体重は仙骨上部から仙腸関節・分界線に沿って前方に移り寛骨臼から大腿骨に伝達され、歩行時は体重の約 4 倍、走行時は体重の約 10 倍の負荷がかかる⁶⁾。体幹の荷重は L5 を介して仙骨翼から腸骨へ伝えられ下肢から股関節を介し骨盤に伝達された床反力と釣り合う⁷⁾。上方からの負荷は仙骨前方を下方に圧するとともにその上縁を前下方に下端を後方に向かって回転させるように作用しそれを仙結節靭帯と仙棘靭帯とで防いでいる⁶⁾。また仙腸関節は仙骨と腸骨の関節面で構成される滑膜関節で、Bernard ら⁸⁾は仙腸関節は滑膜関節で靭帯領域の占める割合が多く、Hammer ら⁹⁾は可動域について平行移動 1mm 以下、回旋 1 度以下としている。Vleeming ら¹⁰⁾は仙腸関節の安定機構として関節面の凹凸の密着による Form closure と関節面を圧着させる力による Force closure があるとしている。黒澤ら¹¹⁾は、仙骨は腸骨に対して立脚期で相対的に前屈運動、遊脚期で後屈運動をしており、左右の寛骨が逆方向に回旋しその回旋軸は斜めであるとし、また立脚初期から中期にかけては関節最前部が、立脚後期には関節最後部が密着することで効率の良い動き

表 4-1 発生高位
S1 に最も多かった

	男性	女性	P 値
S1	17	17	0.54
S1～S2	10	12	0.54
S1～S3	2	4	0.53
S2～S3	0	1	
S1～S4	1	0	
全体	30	34	

表 4-2 発生高位
S1 に最も多かった

	男性	女性	P 値
S1	9	9	0.63
S1～S2	6	11	0.10
S1～S3	1	4	0.33
S2～S3	0	1	
S1～S4	1	0	
全体	17	25	

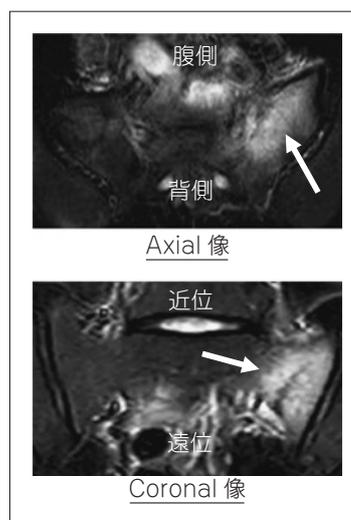


図 1 MRI STIR 像 (S1 のみ例)
Axial 像：前仙骨孔周囲に限局もしくは前仙骨孔から背側・外側へ
Coronal 像：前仙骨孔から S1 近位・仙腸関節方向へ

に寄与すると同時にわずかな動きにより衝撃を受け流し周囲靭帯が受け止める衝撃吸収装置としての働きを持つとしている。

主訴については以前の我々の検討と同様に腰痛、殿部痛、腰殿部痛、骨盤痛のいずれかであったが特異的なものはなかった。また、全例で Hop

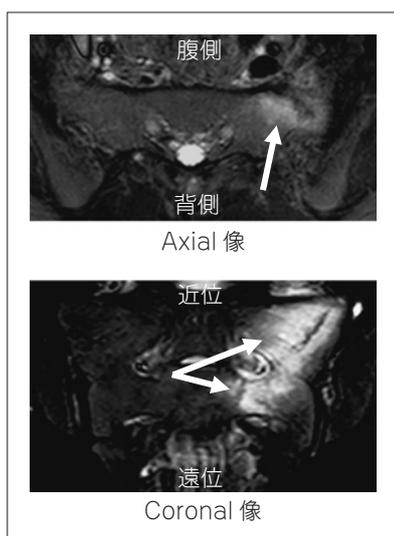


図2 MRI STIR 像 (複数椎体例)
 Axial 像：前仙骨孔を中心に背側・外側へ
 Coronal 像：前仙骨孔を中心に S1 近位部・仙腸関節方向と S2 方向へ

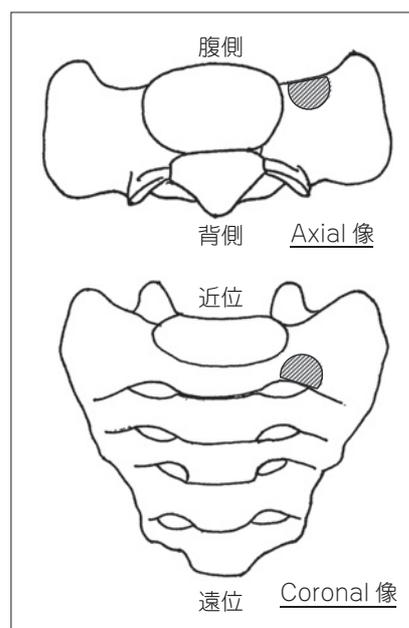


図3 進展様式①
 S1/2 前仙骨孔付近へ圧迫力が集中して同部に疲労骨折が生じる (斜線部)

test 陽性であったことや 80% 以上の例で叩打痛・Patrick test 陽性であったことから、腰から殿部にかけて走行時痛・荷重時痛があり、Hop test 陽性、叩打痛、Patrick test 陽性のいずれかを認めた場合は仙骨疲労骨折を強く疑う必要があると考えた。また、腰椎分離症との鑑別が難しい場合があり、見逃しを防ぐため筆者らは MRI を撮影する際には腰椎の通常撮影に加え仙骨の STIR の Coronal 像・Axial 像を追加するようにしている。

時間経過については症状出現から受診(診断)までの期間、症状出現から Jog 開始までの期間ともに女性が若干時間を要しており、診断までの期間が早ければより早期に運動を開始できるため早期診断の重要性を再認識した。Jog 開始については、仙骨は単純 X 線での治癒の判定は難しく、また頻回に MRI・CT を撮影することは保険診療上や被曝の問題で難しいため、筆者は主に Hop test を利用している。プロトコールとしては、診断後 2 週間は患側に荷重のかかる運動は禁止し痛みのない範囲で水泳・ウォーキング・エアロバイク可 (1 時間以内) としている。本人の希望がなければ松葉杖は使用せず全荷重歩行可とし日常生活においては特に制限は設けていない。Hop test Grade0 を確認した後 Jog を開始する。Jog は 10 分 Jog + 10 分 walk から開始し 3~4 日おきに 10 分ずつ

Jog の時間を長くし Jog を開始して約 1 ヶ月程度で 60 分 Jog まで上げていくようにする。症状の再燃がなければ全体練習へ合流とする。Jog に関しては余裕のあるペース (通常 4 分/km であれば 5 分/km 程度) を維持し 60 分以上症状の再燃なく走れるようになるまでペースは上げないよう指示している。経過観察においてもその都度 Hop test を施行し陽性でないことを確認するようにしている。この方法で現在までに経過中に再発した例はない。

進展様式に関して、S1 のみの場合 Axial 像では前仙骨孔から背側・外側方向へ進展し、Coronal 像では前仙骨孔から S1 近位・仙腸関節方向へ進展していた。多椎体にわたる例では Axial 像では S1 のみと同様に前仙骨孔から背側・外側方向へ進展し、Coronal 像では S1/2 前仙骨孔付近から起り S1 近位から仙腸関節方向へ進展し、かつ各仙骨孔を介して下位椎体へ進展していた。このことから走行時に仙骨へ下肢からの接地の軸圧と体幹からの軸圧が仙骨腹側への圧迫力として生じ、また Form/Force closure の破綻により仙腸関節の動きが制限され仙骨回旋軸にストレスが集中することで、その最も近くにある S1/2 前仙骨孔腹側付近へ圧迫力が集中して同部に疲労骨折が生じ (図 3 斜線部)、その後 Axial 像では腹側から背側

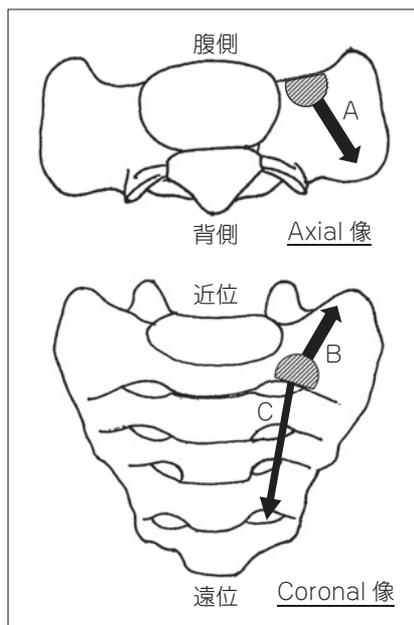


図4 進展様式②

Axial 像では腹側から背側方向へ進展し (A), Coronal 像では S1 近位方向 (B) と仙骨孔を介して下位椎体へ進展していく (C) と考えられた。

方向へ進展し (図 4A), Coronal 像では S1 近位方向 (図 4B) や仙骨孔を介して下位椎体へ進展していく (図 4C) と考えられた。

限界点としては、信号変化の拡がりの評価は同一症例の画像を経時的にみたものではないこと、今後の課題としては、メカニズムの問題点を改善することで予防が可能かの検討が考えられた。

結 語

1. 陸上長距離選手に生じた仙骨疲労骨折の臨床像と発生高位・進展様式について検討した。

2. 腰部付近の非特異的疼痛を主訴とし、Hop test・Patrick test・叩打痛が陽性である陸上長距離選手では仙骨疲労骨折を疑い、確定診断のために積極的に MRI を行う必要がある。

3. 仙骨疲労骨折は S1/2 前仙骨孔腹側付近から発症し、Axial 像では腹側から背側へ、Coronal 像では S1 近位・仙腸関節方向かつ各仙骨孔を介して下位椎体へ進展していくと推測された。

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

前園恵慈 Data curation Formal analysis Investigation

Methodology Writing original draft

海江田英泰 Writing review & editing

中條正英 Writing review & editing

福島佳織 Writing review & editing

文 献

- 1) Fink-Bennett DM, Benson MT. Unusual exercise-related stress fractures. Two case reports. Clin Nucl Med. 1984; 9: 430-434.
- 2) 前園恵慈. 陸上長距離選手に生じた仙骨疲労骨折の臨床像の検討. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌. 2020; 40: 369-371.
- 3) Arendt E, Agel J, Heikes C, et al. Stress injuries to bone in college athletes: a retrospective review of experience at a single institution. Am J Sports Med. 2003; 31: 959-968.
- 4) Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC, et al. Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. Am J Sports Med. 1987; 15: 46-58.
- 5) 大西純二. 陸上長距離選手の下肢疲労骨折—診断と治療—. 臨床スポーツ医学. 2011; 28: 327-334.
- 6) 伊藤 隆. 解剖学講義. 東京: 南山堂; 417, 1983.
- 7) 萩島秀雄 (監修). 嶋田智明 (訳). カパンディ関節の生理学Ⅲ—体幹・脊柱. 東京: 医歯薬出版; 50, 1986.
- 8) Benard TN. The sacroiliac joint syndrome. Pathophysiology, diagnosis and management. In: Frymoyer JW, ed. The Adult Spine: Principles and Practice. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 2343-2363, 1997.
- 9) Hammer N, Scholze M, Kibsgård T, et al. Physiological in vitro sacroiliac joint motion: a study on three-dimensional posterior pelvic ring kinematics. J Anat. 2019; 234: 346-358.
- 10) Vleeming A, Schuenke M. Form and Force Closure of the Sacroiliac Joints. PMR. 2019; 11: S24-S31.
- 11) 黒澤大輔, 村上栄一, 佐中孝二, 他. 仙腸関節の機能解剖とバイオメカニクス. MB Orthop. 2024; 37: 1-10.

(受付: 2025 年 3 月 5 日, 受理: 2025 年 10 月 24 日)

Analysis of clinical features, location, progression pattern of sacral stress fracture in Long Distance Runners

Maesono, K. *, Kaieda, H. *, Nakajou, M. *, Fukushima, K. *

* Department of Orthopedic Sports Medicine Imamura General Hospital

Key words: Sacral stress fracture, location, progression pattern

[Abstract]

(Subjects)

This study included 59 cases (64 fractures) of sacral stress fractures diagnosed in long-distance runners who visited our clinic between January 2016 and June 2024. They consisted of 27 males (30 fractures, mean age 18.6 years) and 32 females (34 fractures, mean age 18.7 years).

(Methods)

We examined the chief complaint, Hop test, knock pain, Patrick test, time lapse, fracture location, and progression pattern.

(Results)

The most common chief complaint in both males and females was low back pain. The Hop test was positive in all cases. Knock pain was positive in 80% of males and 79.4% of females, while the Patrick test was positive in 90% of males and 88.2% of females. The time from symptom onset to diagnosis was 1.3 weeks in males and 1.7 weeks in females. The time from symptom onset to the resumption of jogging was 3.8 weeks in males and 4.3 weeks in females.

(Conclusion)

The most common location of fractures was S1. Axial images showed it spreading dorsally and laterally from the anterior sacral foramen. Coronal images showed it spreading from the S1/2 anterior sacral foramen to the proximal S1 and sacroiliac joints, and through each sacral foramen to the lower vertebrae.