

# 成長期の野球選手における 腰椎疲労骨折（分離症）と骨盤帯柔軟性の検討

The relationship between pelvic girdle flexibility and lumbar stress fractures (spondylolysis) in adolescent baseball players

中西雄稔\*, 高木律幸\*, 兼子秀人\*, 村上元庸\*

キー・ワード：lumbar stress fracture, baseball, pelvic girdle flexibility  
成長期腰椎疲労骨折, 野球, 骨盤帯柔軟性

〔要旨〕 急性期の疲労骨折の段階にある分離症の発生因子を調査するため、野球選手における身体所見との関連について検討した。対象は当院にてMRIによる腰椎疲労骨折の診断を受けた12～15歳の男子野球部員18名（骨折群）と、対照群として腰部・下肢に症状を有さない12～16歳の男子野球部員25名である。身体所見として両群の指床間距離、下肢伸展拳上テスト、股関節外旋および内旋可動域、Duncan-Ely test, Thomas test, Ober's test を評価し、比較検討した。結果として、骨折群は対照群と比べ、Duncan-Ely test の陽性率が高く（利き手側：66.7% vs 28.0%, 非利き手側：72.2% vs 32.0%）、外旋可動域は大きく（利き手側：62.8° vs 55.2°, 非利き手側：65.6° vs 56.6°）、内旋可動域は有意に小さかった（利き手側 35.3° vs 44.0°, 非利き手側：33.6° vs 41.4°）(Mann-Whitney U test, Fisher's exact test)。これら股関節前面の柔軟性低下や内旋可動域の減少は、ピッチングやバッティング、ダッシュなどの動作時における骨盤前傾を増大させ、腰椎前弯を強くすることや、腰椎回旋負荷を増大させるために、腰椎疲労骨折を誘発する可能性が考えられた。

## 緒言

成長期の腰部スポーツ損傷の一つに腰椎分離症がある。腰椎分離症は主に腰椎椎間関節突起間部の疲労骨折が原因と考えられている。この疲労骨折が偽関節化する前の、椎弓根部の骨髄浮腫を伴う急性期の状態にある腰椎椎間関節突起間部疲労骨折（以下、腰椎疲労骨折）は14歳ごろが好発年齢とされ、何らかのスポーツ活動をしている者の発生が殆どであると報告されている<sup>1)</sup>。スポーツ種目別での発生頻度として、兼子<sup>2)</sup>らはサッカー、野球、陸上の順に多く発生していると報告している。また、西良<sup>3)</sup>らは腰痛患者のフィールド復帰と再発させないための条件としてハムストリングスの柔軟性改善が必要と報告しており、下肢柔軟性はス

ポーツ復帰をする上で重要な指標となる可能性がある。

スポーツ種目との関連性については、サッカーに関してはシュートやダッシュ動作が腰椎への伸展・回旋負荷につながる<sup>4)</sup>や、股関節周囲の柔軟性低下が疲労骨折や分離症で有意に低下していたこと<sup>5)</sup>などが報告されている。サッカーと同様に発生が多いと報告されている野球に関しては、発生に左右差があり、非利き手側に多いことなどが報告されている<sup>6,7)</sup>ため、野球においても本疾患の発生につながる身体的特徴を有している可能性がある。しかし、野球選手における腰椎疲労骨折と健常者との身体所見について比較検討した文献は渉猟しえた範囲ではなかった。そこで今回、成長期の野球選手における股関節周囲の柔軟性について腰椎疲労骨折患者と野球選手を比較し、検討したので報告する。

\* 医療法人社団村上整形外科クリニック

Corresponding author：村上元庸 (mrkm-opc@crest.ocn.ne.jp)

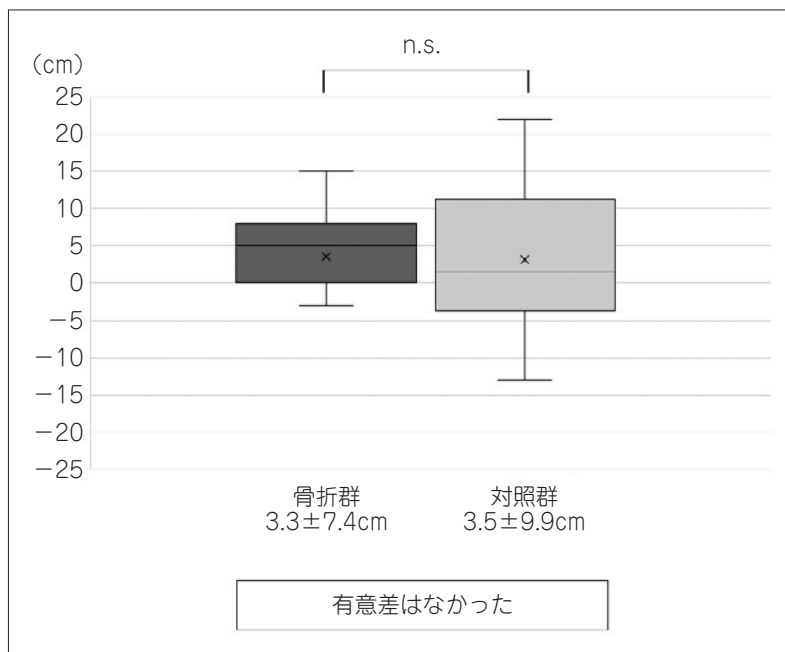


図1 FFDの比較

### 対象および方法

2014年3月～2020年5月までの期間に当院にて Sairyo らの報告<sup>8)</sup> に準じた MRI 診断法で腰椎疲労骨折と診断され、CT で関節突起間部の骨折が確認できた 12～15 歳の男子野球部員 18 例（骨折群）と、当院近郊の中学校で問診と身体所見により腰部・下肢に明らかな症状を有さない 12～16 歳の男子野球部員 25 例（対照群）に対し、以下の項目について比較・検討した。評価は診断から 1～2 週間後、腰痛が消失した時点で行った。骨盤帯の柔軟性評価項目は、自動運動の計測項目として指床間距離（以下、FFD）を、他動運動の計測項目として下肢伸展拳上テスト（以下、SLR）、股関節外旋可動域（以下、ER）、股関節内旋可動域（以下、IR）、股関節外旋可動域と内旋可動域の合計値である total arc を計測した。また柔軟性テストとして Duncan-Ely test, Thomas test, Ober's test を用いて評価した。FFD は床面より下をマイナス表記とした。SLR は背臥位にて測定した。ER, IR は背臥位股関節屈曲 90° で計測した。Duncan-Ely test は腹臥位にて膝関節を最大屈曲したときに踵が殿部につかない場合を陽性とした。Thomas test は背臥位で検査側の反対の膝関節を屈曲位で股関節を屈曲させていき骨盤が後傾し始めたときに検査側の股関節が屈曲した場合を陽性とし

た。Ober's test は非検査側股関節を最大屈曲とした側臥位で検査側股関節中間位、膝関節 90° 屈曲位で股関節を内転させ、検査側の膝が床につかないものを陽性とした。角度計測はゴニオメーターを用いて計測し、左右それぞれを利き手側・非利き手側に分類し、比較した。統計学的検討は Mann-Whitney U test, Fisher's exact test を用い有意水準は 0.05 とした。

### 結果

骨折群の平均年齢は 14.2 ± 1.0 歳、BMI は 20.6 ± 2.2 で、対照群ではそれぞれ 13.7 ± 0.6 歳と 19.5 ± 2.7 であり、両群に差はなかった。ポジションの内訳は骨折群ではピッチャー 5 名、キャッチャー 1 名、野手 12 名であり、対照群ではピッチャー 3 名、キャッチャー 2 名、野手 20 名であった。各評価の結果では、FFD の平均値は骨折群が 3.3 ± 7.4 cm、対照群が 3.5 ± 9.9 cm であり両群に差はなかった (p=0.94) (図 1)。SLR の平均値は、利き手側においては骨折群 60.3 ± 10.5°, 対照群 63.0 ± 8.5°, 非利き手側では骨折群 62.8 ± 9.6°, 対照群 64.6 ± 8.6° であり、利き手側・非利き手側ともに両群での差はなかった。(それぞれ p=0.28, 0.38) (図 2)。股関節回旋可動域 (平均値) においては、ER は利き手側の骨折群で 62.8 ± 9.0°, 対照群で 55.2 ± 10.5° であり、非利き手側でも骨折群 65.6 ± 9.3°、

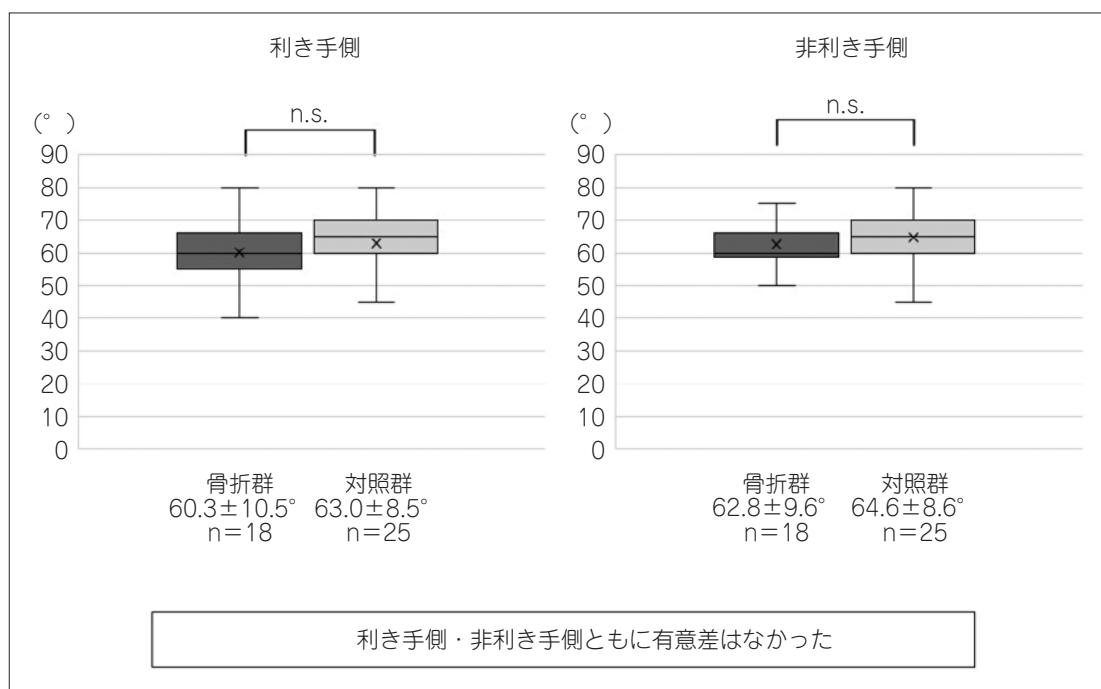


図2 SLRの比較

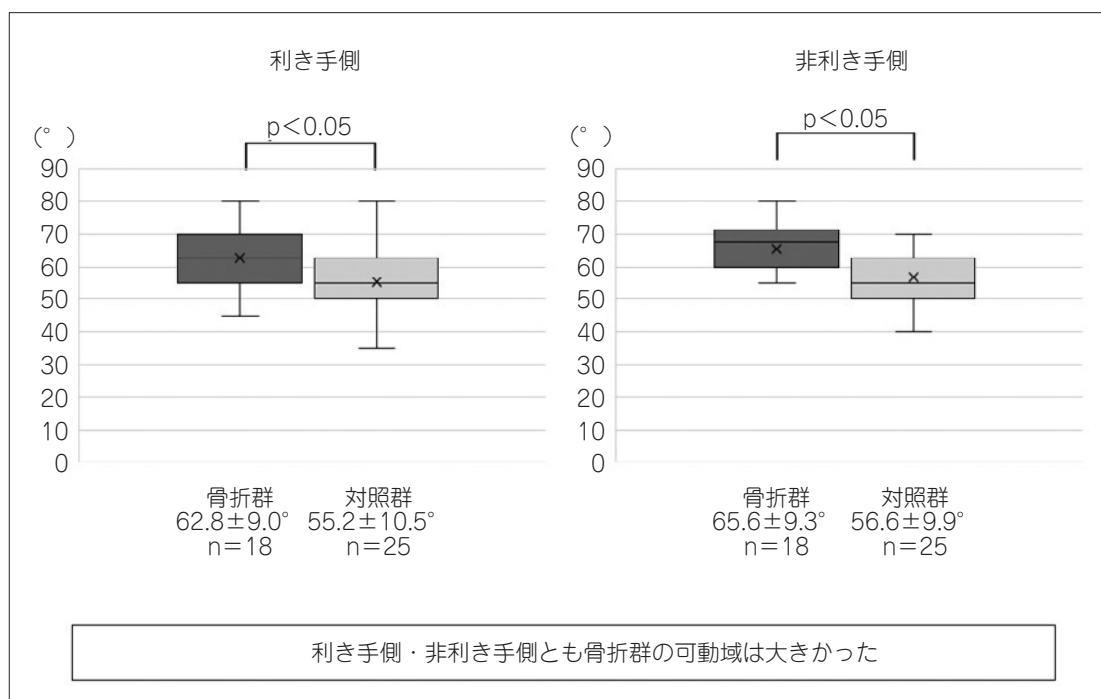


図3 ERの比較

対照群 56.6 ± 9.9° とそれぞれ骨折群で大きかった (それぞれ p=0.02, 0.003) (図3). 一方, IR は利き手側の骨折群で 35.3 ± 10.3°, 対照群で 44.0 ± 12.4° であり, 非利き手側ではそれぞれ 33.6 ± 11.4°, 41.4 ± 11.8° で骨折群で小さかった (それぞれ p=0.02, 0.03) (図4). しかし, 股関節回旋の total arc でみ

ると, 利き手側の骨折群では 98.1 ± 9.1°, 対照群では 99.2 ± 15.9°, 非利き手側ではそれぞれ 99.2 ± 12.4°, 98.0 ± 17.7° であり, 利き手側, 非利き手側とも差はなかった (それぞれ p=0.83, 0.73) (図5). Duncan-Ely test の陽性率は利き手側で骨折群 66.7% (12例), 対照群 28.0% (7例), 非利き手側

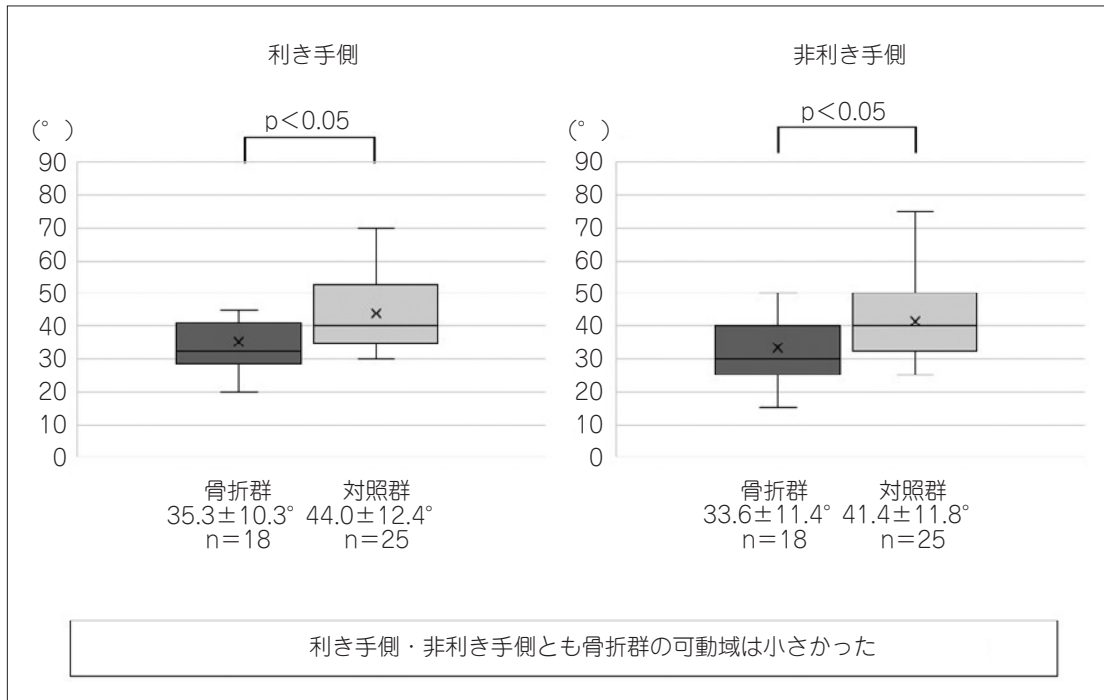


図 4 IR の比較

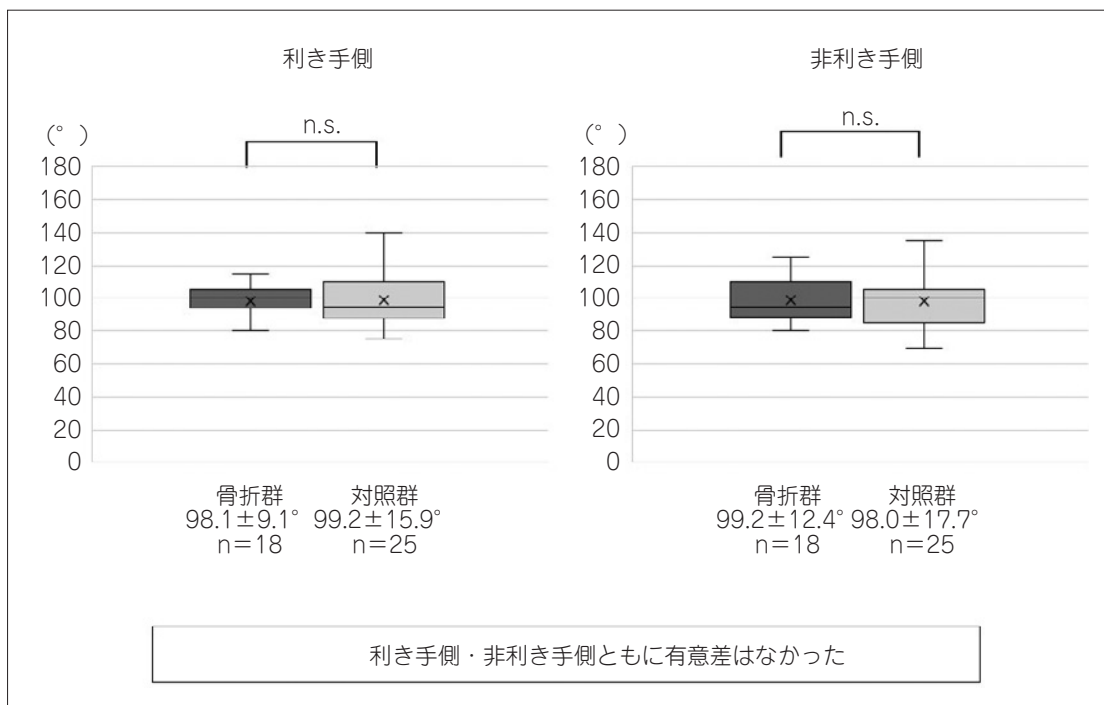


図 5 股関節回旋総可動域 Total arc の比較

では骨折群 72.2% (13 例), 対照群 32.0% (8 例) であり, 両群とも骨折群で有意に陽性率が高かった (それぞれ  $p=0.02, 0.01$ ) (図 6). また, Thomas test の陽性率は利き手側で骨折群 72.2% (13 例), 対照群 92.0% (23 例), 非利き手側ではそれぞれ 77.8%

(14 例) と 96.0% (24 例) であり, 両側とも両群間に差はなかった (それぞれ  $p=0.11, 0.14$ ) (図 7). 同様に Ober's test の陽性率は, 利き手側で骨折群 55.6% (10 例), 対照群 48.0% (12 例), 非利き手側ではそれぞれ 55.6% (10 例) と 28.0% (7 例) で

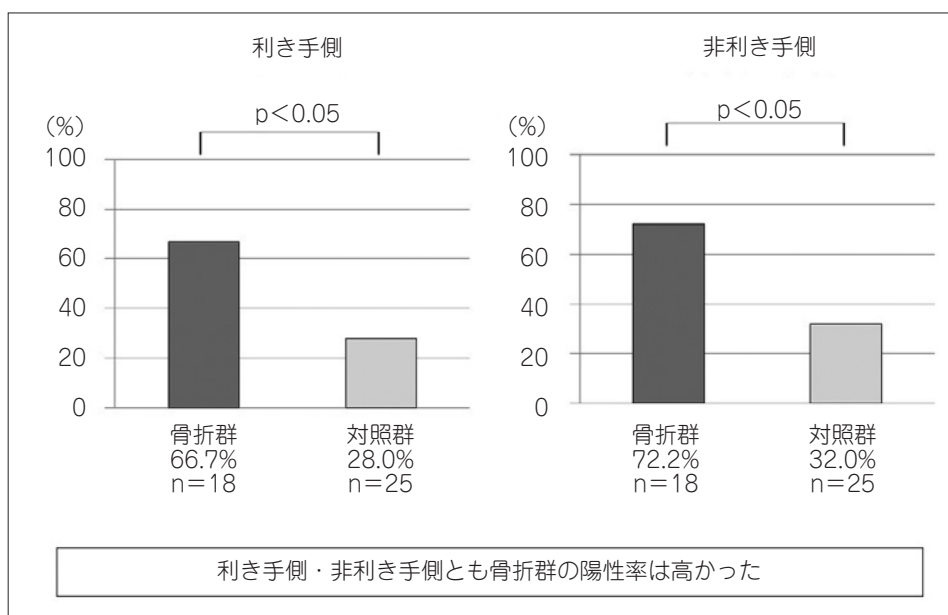


図6 Duncan-Ely test 陽性率の比較

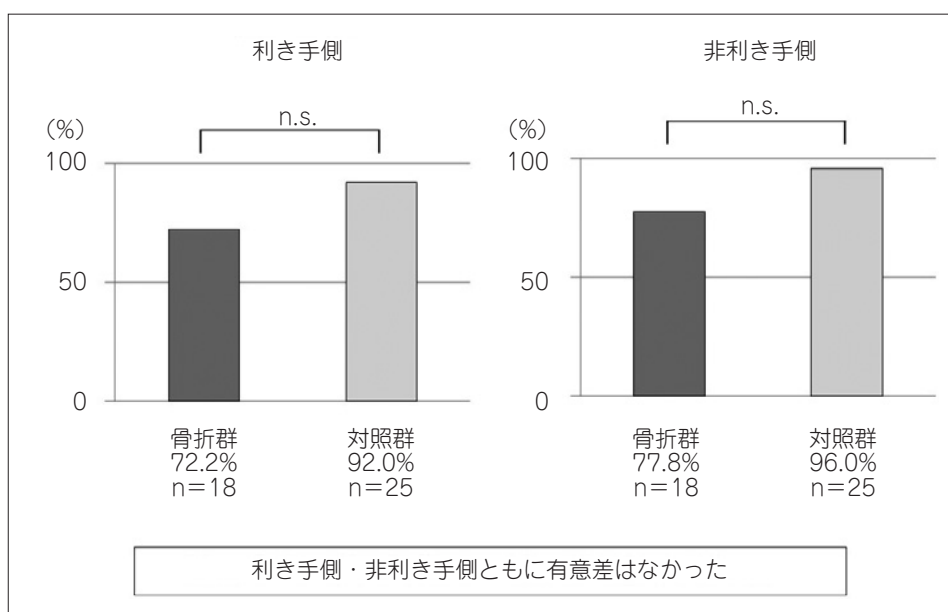


図7 Thomas test 陽性率の比較

あり、両側とも両群間に差はなかった（それぞれ  $p=0.76, 0.14$ ）（図8）。

## ■ 考 察

成長期腰椎疲労骨折の発生について西良<sup>9)</sup>は腰椎椎間関節に生じる応力を調査した結果、伸展・回旋が疲労骨折発生に重要な運動方向であると報告している。これらの動きは、腰の自動的な動きで生じるほか、骨盤・下肢の動きに関連して他動

的にも生じる。その際には、股関節だけではなく、股関節周囲筋群のタイトネスも腰の動きに影響を与える。成長期腰椎疲労骨折と股関節周囲の柔軟性に関して、太田ら<sup>10)</sup>は再発例の検討において治療終了時と比較して股関節周囲の柔軟性の低下がみられていたことを報告している。また、藤堂ら<sup>5)</sup>は中高生のサッカー選手における調査で、腰椎疲労骨折症例は腸腰筋やハムストリングスの柔軟性が低下している例が多く、ハムストリングスの柔

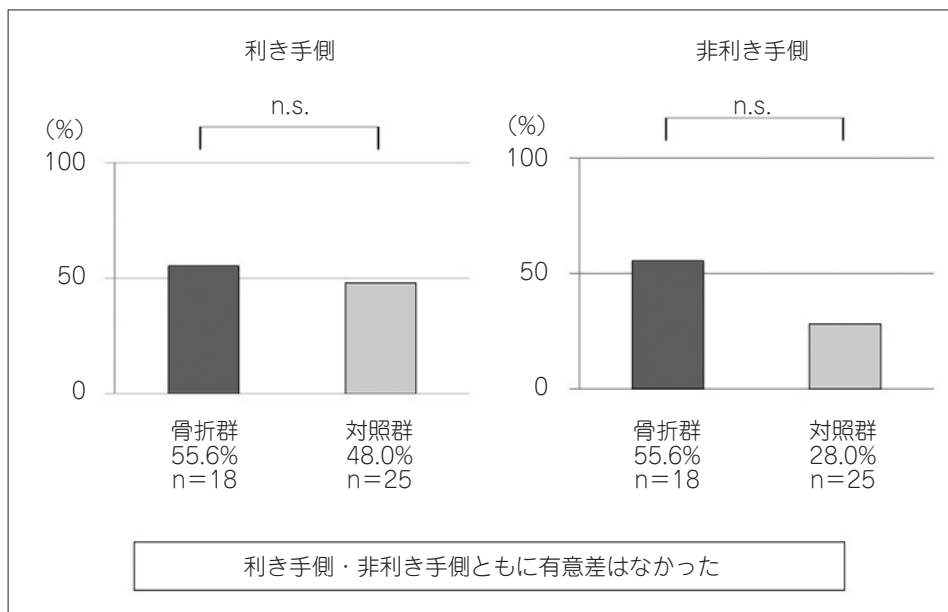


図8 Ober's test 陽性率の比較

軟性の低下はダッシュ時の下肢の振り出しの際、振り出した方向への骨盤回旋が強制され腰椎に負荷が生じるのではないかと考察している。今回の結果では、ハムストリングスの柔軟性低下に関与すると思われるFFDとSLRは対照群と差がなかったため、野球においてはサッカーほどハムストリングスの柔軟性の影響は受けない可能性があり、サッカーとは違う機序が関与している可能性が考えられた。

Kemmochiら<sup>11)</sup>は腰部の疲労骨折群は非骨折群と比較しHBDテストで有意な低下がみられたと報告している。自験例でも骨折群ではHBDテストと同様に大腿前面の柔軟性評価項目であるDuncan-Ely testの陽性率が対照群に比べ高かったが、Thomas testの陽性率には差はなく、全例において膝関節の屈曲可動域に制限はなかったため、大腿直筋を含めた股関節前方から大腿にかけての柔軟性低下が生じているものと考えられる。股関節前方の柔軟性低下は運動時の骨盤前傾を増加させ、結果的に腰椎前弯ストレスを増大させていると考える。またGotoら<sup>4)</sup>はダッシュ動作自体が腰椎に伸展負荷を生じさせると報告している。すなわち、大腿直筋を含めた股関節前方の軟部組織の柔軟性低下が存在すると、ダッシュ時に股関節の伸展が制限され、骨盤前傾が強くなることにより腰椎の伸展負荷が増強されると考えられる。特に、野球ではダッシュ開始時の姿勢が、前屈姿

勢からスタートする短距離走とは違い、打撃後や打球を追いかけるなどの腰椎・骨盤帯が回旋した状態であることも多いと考えられ、こういったことも発生に関与している可能性がある。また、股関節外旋・内旋可動域について、自験例では利き手側・非利き手側ともに股関節回旋のtotal arcに差はなかったが、骨折群の股関節内旋可動域の減少、外旋可動域の増大が存在し、骨折群の股関節回旋可動域の中間軸が外旋方向に偏位していたため相対的な股関節内旋制限が生じていた。森木ら<sup>12)</sup>は投球および打撃動作の際に、ステップ側股関節の内旋制限があると骨盤股関節複合体の運動が制限され、腰部の回旋が強要され腰部に負荷が生じると報告している。このように、股関節内旋制限の代償として、腰椎に過度な回旋ストレスが生じることが腰椎疲労骨折の発生に関与している可能性があると考えられる。自験例では股関節回旋の変化は骨折群の利き手側・非利き手側ともにあつたため、投球やバッティングの側性にかかわらず疲労骨折の発生要因となっている可能性がある。よって成長期の野球選手において股関節内旋制限を有している者は腰椎疲労骨折のリスクが高まる可能性があるため注意が必要であると考えられる。

今回の結果から、成長期の野球選手では股関節内旋可動域制限や股関節から大腿前方にかけての柔軟性低下の存在下で、野球競技の特徴動作である投球・打撃やダッシュ動作などを反復すること



が腰椎への伸展・回旋ストレスを増大させ、腰椎疲労骨折発生に影響を与えている可能性が考えられる。今回は野球について検討したが、競技によって柔軟性低下や可動域制限の出現する部位が変わったり、その影響を受ける動作も変わってくると思われるため、今後も他の競技種目別に評価する必要があるであろう。本研究の限界点として、発生の左右別や投球側・バッティング側との関連について分離して検討できていない点があげられる。投球時やバッティング時におけるステップ側は、疲労骨折の発生側に影響を与えていると考えられるが、野球では投球側とバッティング側が一致しないことも多い。また、ポジションや練習量によっても投球とバッティングとが骨折発生に及ぼす影響の度合いは変わってくると思われ、野球においてはこれらの影響は非常に複雑化していると考えられる。そのため、本研究ではステップ側と比較的関連性のある利き手側・非利き手側に分類して検討を加えたが、対照群に比べ有意差のあった項目は利き手側・非利き手側の両方に差がみられたため、利き手側と投球側・バッティング側の一致・不一致にかかわらず、いずれにおいても同様に影響が出ると考えられる。しかし、骨折発生の左右別との関連については検討できていないため、本当にステップ側の回旋運動制限などが骨折に影響を及ぼしているかどうかまでは不明である。また、これらの股関節の可動域制限などが本当に骨折の原因となっているかどうかも含め、今後は前向きな調査を行うことで投球側やバッティング側と発生側との関連性についても対象を絞って検証していく必要があると考えている。

## 結 語

成長期の野球選手における腰椎疲労骨折症例では、対照群に比べ股関節の内旋制限、大腿直筋などの股関節前方の柔軟性低下がみられ、本疾患の発生に関与し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。

## 文 献

- 1) 吉田 徹. 成長期腰椎分離症の診断と治療. 日本腰痛会誌. 2003; 9: 15-22.
- 2) 兼子秀人, 村上元庸. 成長期腰椎分離症(疲労骨折)の保存療法における治療成績と問題点. 整スポ会誌. 2019; 39: 263-268.
- 3) 西良浩一, 酒井紀典, 間瀬泰克. 脊椎の疲労骨折—腰椎分離症—. 臨床スポーツ医学. 2010; 27: 411-421.
- 4) Goto T, Sakai T, Sugiura K, et al. Dash-Associated Spondylolysis Hypothesis. Spine Surg Relat Res. 2019; 3: 146-150.
- 5) 藤堂魁人, 兼子秀人, 高木律幸, 他. 中学・高校生サッカー選手における腰椎疲労骨折の発生要因に関する一考察. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2021; 29: 180-184.
- 6) 加藤真介, 西良浩一, 酒巻忠範, 他. 発育期腰椎分離症の発生側と競技種目. 中部整災誌. 2001; 44: 571-572.
- 7) 藤野 毅, 大場俊二, 高司博美, 他. 腰椎疲労骨折～競技種目での発生特徴～. 九・山スポ研究誌. 2007; 19: 37-41.
- 8) Sairyō K, Katoh S, Takata Y, et al. MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents. Spine. 2006; 31: 206-211.
- 9) 西良浩一. 腰椎分離症—Spine Surgeon が知っておくべき State of the Art—. 脊椎外科. 2011; 25: 119-129.
- 10) 太田憲一郎, 中宿伸哉, 野村奈史, 他. 当院における腰椎分離症に対する運動療法の介入と再発例の検討. スポーツ傷害. 2012; 17: 50-52.
- 11) Kemmochi M, Sasaki S, Ichimura S. Association between reduced trunk flexibility in children and lumbar stress fractures. Journal of Orthopaedics. 2018; 15: 122-127.
- 12) 森木研登, 飯澤 剛, 青木光広. 成長期野球選手における腰痛と股関節可動域の関連性. 整スポ会誌. 2021; 41: 7-11.

(受付：2021年10月30日，受理：2022年7月28日)

## The relationship between pelvic girdle flexibility and lumbar stress fractures (spondylolysis) in adolescent baseball players

Nakanishi, T. \*, Takagi, N. \*, Kaneko, H. \*, Murakami, G. \*

\* Murakami Orthopaedic Clinic

**Key words:** lumbar stress fracture, baseball, pelvic girdle flexibility

**[Abstract]** In this study, we investigated the association between lumbar stress fractures (LSF), the acute phase of lumbar spondylolysis, and physical characteristics of adolescent baseball players. Participants were categorized into a fracture group (18 male baseball players aged 12-15 years, diagnosed with magnetic resonance imaging) and a control group (25 asymptomatic baseball players aged 12-16 years). We evaluated the physical examination in both groups using the following tests: finger-floor distance, angle of straight leg raising test, the external and internal range of motion (ER and IR, respectively) of the hip joint, the Duncan-Ely test, the Thomas test, and Ober's test. Compared with the control group, the fracture group showed bilateral high positive rates in the Duncan-Ely test, bilateral increase in ER, and bilateral decrease in IR. Tightness of the anterior hip joint may increase the pelvic tilt and a decreased IR may limit pelvic motion during pitching, batting, and dashing, which may exaggerate lumbar load and result in LSF.