

新鮮腰椎分離症の分離角度に 影響する因子の検討

原 著

Examination of factors influencing the fracture angle of lumbar spondylolysis

氷見 量*, 杉山貴哉*, 三宅秀俊*, 石川徹也*

キー・ワード : lumbar spondylolysis, spondylolysis fracture angle, influential factor
腰椎分離症, 腰椎分離角度, 影響因子

〔要旨〕 腰椎分離症は腰椎伸展および回旋動作で腰椎関節突起間部に機械的なストレスを強く受けて発症すると考えられている。腰椎分離角度(以下, SFA)は腰椎伸展では水平断に近く, 腰椎回旋では矢状断に近くなると推察される。本研究の目的はSFAに影響を与える因子を検討し, 明らかにすることである。

2015年3月から2020年3月の間に腰痛を主訴に当院を受診し, 新鮮腰椎分離症と診断されたもののうち片側例148例を対象とした。CT画像水平断にてSFAを計測し, 中央値(19.1°)以下の群を水平群, 中央値より大きい群を矢状群と分類した。年齢, 性別, BMI, 体幹・下肢柔軟性(以下, 柔軟性), スポーツ種目について両群を比較検討した。柔軟性は, 立位体前屈距離, 下肢伸展挙上角度, 踵殿部間距離, Thomas test, 股関節外旋可動域, 内旋可動域を計測した。

年齢, 性別, BMIは両群間で有意差は認められなかった。柔軟性は各項目で両群間に有意差は認められなかった。スポーツ種目において陸上競技では水平群が有意に多く($P<0.05$), サッカーでは矢状群が有意に多かった($P<0.05$)。

本研究の結果より, SFAに影響する因子としてスポーツ種目との関連がみられた。腰椎分離症の発症を防ぐためには, 体幹・下肢の様々な部位の柔軟性を獲得, 維持することが重要であるが, スポーツ種目の特性により発症に影響を与える身体部位は異なると考えられた。

はじめに

腰椎分離症は発育期スポーツ選手に生じる腰椎関節突起間部(以下, pars)の疲労骨折である¹⁾。有限要素解析を用いたparsへの機械的ストレスを調査した研究では, 腰椎伸展および回旋動作において最も強い応力が加わるとされている。また異なる機械的ストレスは腰椎分離角度(spondylolysis fracture angle; 以下, SFA)にも影響を与えるが, SFAの向きは一様ではないとされる²⁾。SFAは伸展方向のストレスの場合は水平断に近くなり, 回旋方向のストレスの場合は矢状断に近くなるとされている²⁾。SFAに関して伸展動作が

多い競技種目と回旋の多い競技種目でSFAの形態が異なると報告されている²⁾が, SFAに影響する因子を検討した報告は我々が渉猟した限り存在しない。本研究の目的は個体要因, 体幹・下肢柔軟性, スポーツ種目がSFAに影響する因子か否かを検討し, 明らかにすることである。仮説として, 股関節屈筋群のタイトネスがあると骨盤前傾と腰椎過伸展することでparsへのストレス集中が生じ³⁾, SFAは水平断に近くなり, 股関節の内旋制限があると骨盤回旋運動を制限し腰椎への過度な回旋負荷や代償動作につながる⁴⁾ため, SFAは矢状断に近くなると考えた。またスポーツ種目において競技動作の中で回旋動作がある多い種目ではSFAは矢状断に近くなり, 走動作など股関節伸展動作が多い種目ではSFAは水平断に近く

* 静岡みらいスポーツ・整形外科

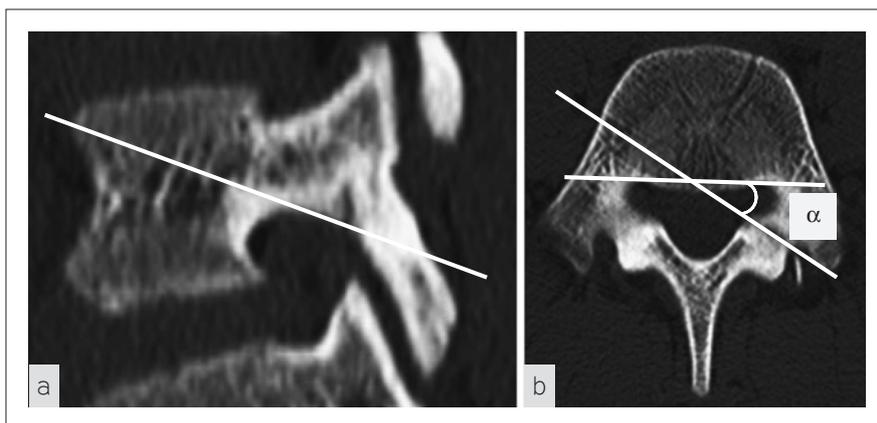


図1 分離角度の計測方法
 a) CT 矢状断画像にて分離部を描出し，分離最尾側にスライスを合わせる。
 b) a) で合わせたスライスでの水平断画像を描出し，椎体後縁に平行な線と骨折線のなす角度 α を算出した。

なると考えた。

対象および方法

2015年3月から2020年3月の間に当院を受診し，MRI T2 強調 STIR 画像において pars に高信号を認めたものを新鮮腰椎分離症と診断した。この後，小林による腰椎分離症のCT分類⁵⁾にて，Ia, Ibとなるものの中で両側例は対側の分離が骨折線の方向に影響を与える可能性があるため除外し，片側例148例（男性115例，女性33例）を対象とした。

SFAの計測は，CT画像を用いた。矢状断にて分離部を描出し，分離最尾側にスライスを合わせ（図1-a），水平断スライスを描出した（図1-b）。SFAの計測は先行報告¹⁾を参考に，CT水平断にて椎体後縁に平行な線と骨折線のなす角度 α を算出した。中央値以下の群を水平群，中央値より大きい群を矢状群と分類した。

検討項目は年齢，性別，Body Mass Index（以下，BMI），体幹・下肢柔軟性（以下，柔軟性），スポーツ種目とした。柔軟性は①立位体前屈距離（Finger Floor Distance；以下，FFD），②下肢伸展挙上角度（Straight Leg Raising；以下，SLR），③踵殿部間距離（Heel Buttock Distance；以下，HBD），④Thomas test，⑤股関節外旋可動域（以下，外旋可動域），⑥股関節内旋可動域（以下，内旋可動域）を測定した。FFD以外の項目は左右測定するため，分離側と同じ側の下肢を同側とし，反対側を対側とした。柔軟性低下の陽性基準はFFD：1cm以上⁶⁾，SLR：70°未満⁷⁾，HBD：1cm以上，Thomas

test：検査側の膝窩が床から離れる，外旋可動域：45°未満^{8,9)}，内旋可動域：45°未満^{8,9)}とした。1人の患者が柔軟性低下6項目のうちいくつ陽性数があるかを算出し，その平均値を両群間で比較した。

統計学的検討には，性別，Thomas testはカイ二乗検定を実施した。年齢，BMIとThomas test以外の柔軟性に関してはshapiro-wilk検定を実施し，正規性の有無を確認後，正規性の認められたFFDにはStudent-t検定を用いた。正規性の認められなかった年齢，BMI，SLR（同側，対側），HBD（同側，対側），外旋可動域（同側，対側），内旋可動域（同側，対側）はMann-Whitney U検定を用いた。柔軟性の陽性数にもMann-Whitney U検定を用いた。競技種目は上位4競技間の比較にカイ二乗検定を用いた。統計処理における有意水準はいずれも5%とした。

結果

SFAの中央値は19.1°であった。水平群，矢状群はともに74名であった（図2）。年齢は水平群14.8±1.7歳，矢状群14.6±1.6歳で，両群に有意差を認めなかった。性別は水平群では男性54名，女性20名，矢状群では男性61名，女性13名で，両群に有意差は認めなかった。BMIは水平群19.5±1.8 kg/m²，矢状群19.9±3.0kg/m²で，両群に有意差を認めなかった。

柔軟性は，FFD，SLR，HBD，Thomas test，外旋可動域，内旋可動域の全ての項目において両群に有意差を認めなかった（図3）。柔軟性低下6

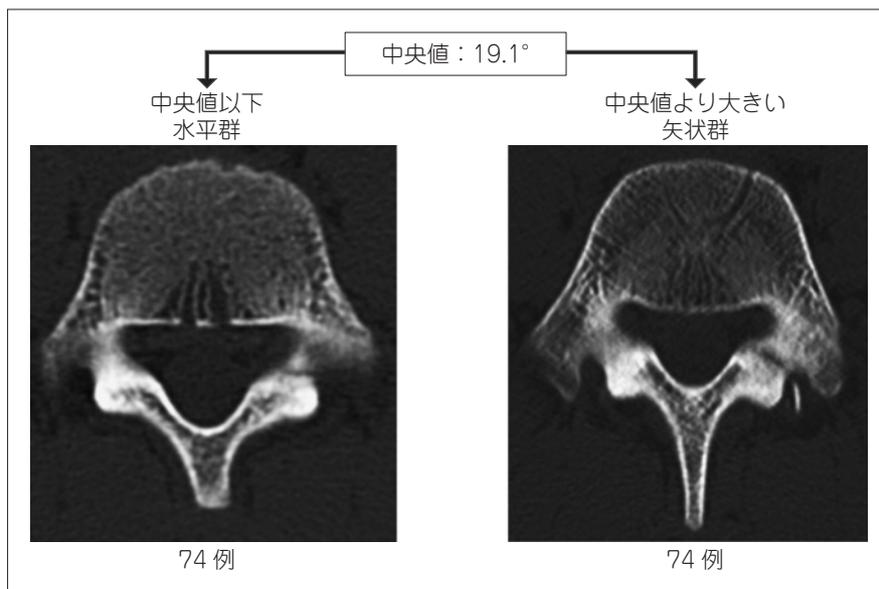


図2 分離角度による群わけ
中央値を 19.1° とし、中央値以下を水平群、中央値より大きい群を矢状群とした。それぞれ 74 例であった。

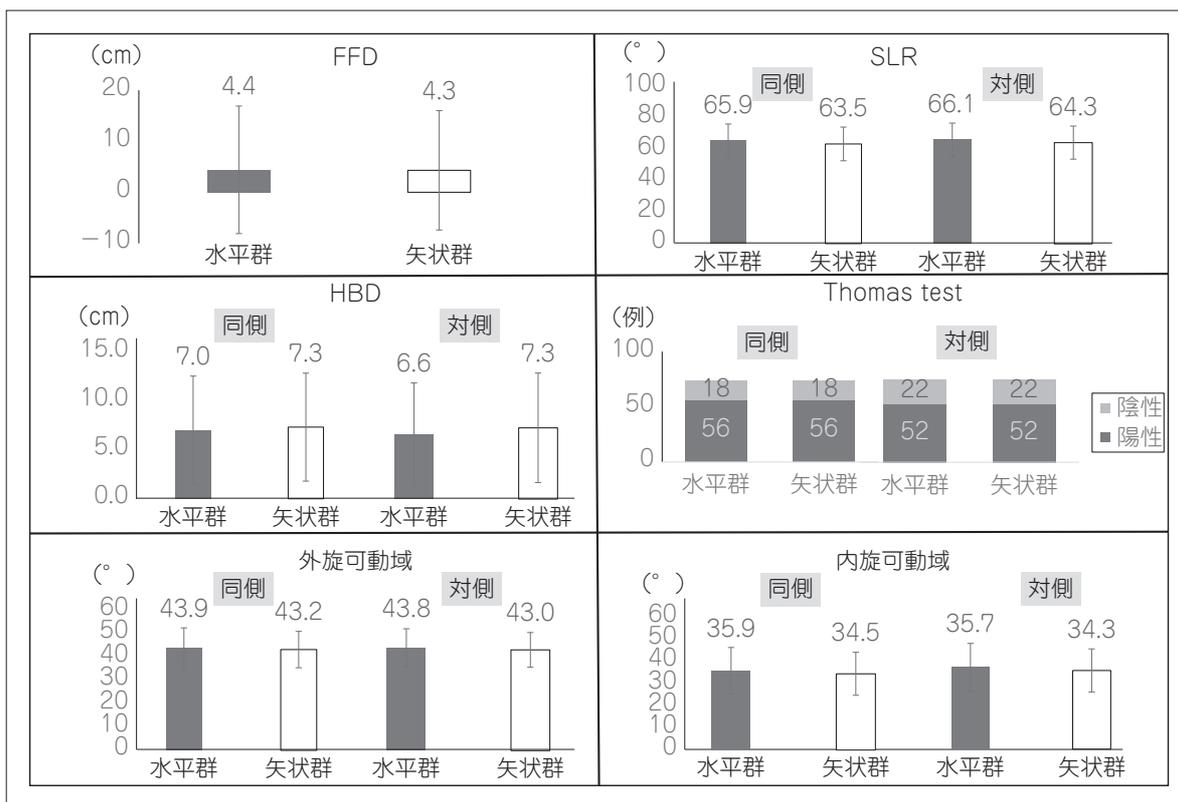


図3 柔軟性の比較
FFD, SLR, HBD, Thomas test, 外旋可動域, 内旋可動域の全ての項目において、両群に有意差を認めなかった。

項目の陽性数は水平群 4.0 ± 1.3 項目、矢状群 4.3 ± 1.4 項目で両群に有意差を認めなかった(図4)。

スポーツ種目はサッカー 48 名(32.4%)、野球 27 名(18.2%)、陸上競技 23 名(15.5%)、バレーボー

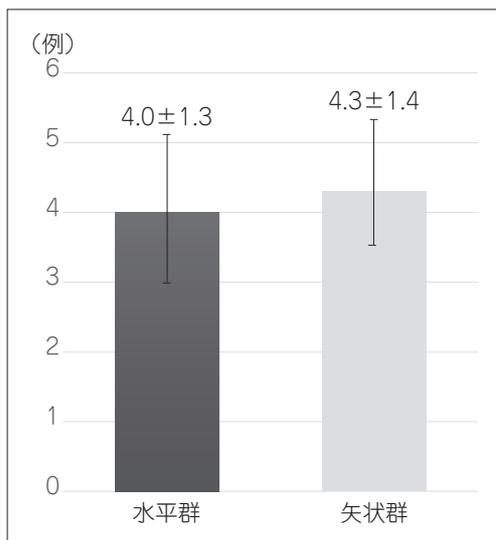


図4 柔軟性低下項目の陽性数
柔軟性低下6項目の陽性数は水平群4.0±1.3項目、矢状群4.3±1.4項目であり、両群に有意差を認めなかった。

表1 スポーツ種目別の比較
サッカーでは矢状群が有意に多く、陸上競技では水平群が有意に多かった。

競技種目	水平群	矢状群
サッカー	14	34*
野球	11	16
陸上競技	18*	5
バレーボール	9	11

*p<0.05

ル20名(13.5%)、バスケットボール9名(6.1%)、テニス5名(4.1%)、その他(弓道、卓球、クラシックバレエ、ラグビー、ハンドボール、バドミントン、空手、水泳、ソフトボール)15名(10.2%)であった。上位4種目で比較検討した結果、陸上競技では水平群が有意に多く(p<0.05)、サッカーでは矢状群が有意に多かった(p<0.05)(表1)。

考 察

腰椎分離症の発症要因として年齢^{10,11)}、性別³⁾、BMI¹²⁾といった個体要因が報告されている。本研究における全対象者の平均年齢は14.6±1.8歳、性別は男性115名(77.7%)、女性33名(22.3%)であった。諸家の報告においても腰椎分離症の発症年齢は14歳前後^{10,11)}であり、男女比は男性が77.9%¹²⁾と報告されている。本研究において対象者の平均年齢、性別に関しては過去の報告と同様の結果であった。しかし、SFAと年齢、性別、BMIなどの個体因子との関連性においては有意差を認めなかった。そのため、これらの個体因子はSFAに影響しないことが示唆された。

柔軟性との関係について吉田ら³⁾は、股関節屈筋群のタイトネスがあるとランニングの遊脚初期などで可動域制限を補う形で骨盤前傾と腰椎過伸展が起こり、parsへのストレス集中が生じると報告している。また、佐藤⁴⁾は股関節の内旋制限や外旋制限は骨盤回旋運動を制限し、これらの制限がス

ポーツ動作中の腰椎への過度な回旋負荷や代償動作につながると述べている。過去の報告を踏まえ、股関節伸展制限が強いとSFAは水平断に近く、股関節内外旋制限が強いとSFAは矢状断に近くなると仮説を立てた。しかし、柔軟性評価項目の全項目において両群間に有意差は認められなかった。本研究では柔軟性低下項目の陽性数は、水平群4.0±1.3項目、矢状群4.3±1.4項目で両群ともに多数の部位の柔軟性低下を有していた。柔軟性の低下が複数の部位に存在していたため各項目において両群間に有意差が認められなかったと考えられた。

スポーツ種目においては陸上競技で水平群が有意に多く、サッカーでは矢状群が有意に多かった。陸上競技における走動作はtake off期からfollow-through期で股関節伸展機能が必要とされる¹⁴⁾。舌¹⁵⁾は股関節の伸展機能の低下が骨盤前傾、腰椎伸展を助長すると述べている。take off期からfollow-through期の股関節伸展機能低下により腰椎の過前弯が強要され、parsに水平方向のストレスが加わり、SFAが水平方向に近くなったと考えられる。佐藤¹⁶⁾はサッカーのキック動作などの回旋が加わる競技では腰椎椎間関節への負荷が大きくなり、腰椎分離症の発症要因になるとしている。また、佐藤⁴⁾は股関節内旋、外旋制限が骨盤回旋運動の制限因子となり、スポーツ動作中の腰椎への過度な回旋負荷や代償運動を起こさせる要因になるとしている。キック動作において股関節回旋制限が腰部への回旋ストレスを増大させたと考えられる。

本研究の限界は、中央値で水平群と矢状群に群わけしていることである。中央値付近のものは、必ずしもどちらかの群に分けられるわけではなく、中間群とも言える群が存在すると思われる。中央値からある程度離れた2群に分けて比較検討

すべきであったが、今回は症例数が少なく、検討は困難であった。今後は、症例数を増やし、同様の調査を検討したいと考えている。

腰椎分離症におけるSFAが持つ臨床的意義は、競技特性による同部位への機械的ストレスのかかり方を推定し、リハビリテーションにおいてそのような機械的ストレスがかからないような身体機能の改善を図ることであると考えられる。腰椎分離症の発症や再発を防ぐためには、体幹・下肢の様々な部位の柔軟性を獲得、維持することが重要であるが、スポーツ種目の特性により、発症に影響を与える身体の部位は異なると考えられる。陸上競技では大腿四頭筋と腸腰筋の柔軟性、サッカーでは股関節外旋・内旋の柔軟性が特に大切であると考えられた。

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) Sairyo K, Katoh S, Sakamaki T, et al. Three successive stress fractures at the same vertebral level in an adolescent baseball player. *Am J sports Med.* 2003; 31: 606-610.
- 2) Sairyo K, Katoh S, Komatsubara S, et al. Spondylolysis fracture angle in children and adolescents on CT indicates the fracture producing force vector: a biomechanical Rationale. *Internet J spine Surg.* 2005; 1: 1-6.
- 3) 吉田 徹, 見松健太郎. 腰椎分離症の病期と治療方針—思春期腰椎分離症を中心に—. *MB Orthop.* 2007; 20: 29-38.
- 4) 佐藤正裕. 腰部・体幹障害予防とアスレティックトレーニング. *日本アスレティックトレーニング学会誌.* 2019; 5: 19-25.
- 5) 小林良充, 河野左宙, 長野純二, 他. CT像による成長期腰椎分離の分類とその有用性. *整・災害外科.* 1989; 32: 1625-1634.
- 6) 浦山 樹, 丸山真博, 原田幹生, 他. 小中学生野球選手における腰痛と体幹・下肢柔軟性との関連—セルフチェックとしての立位体前屈の有用性—. *整形外科スポーツ医学会誌.* 2020; 40: 389-394.
- 7) 井上俊一. 腰痛疾患治療成績判定基準委員会. 腰痛疾患治療成績判定基準. *日本整形外科学会誌.* 1986; 60: 905-911.
- 8) 米本恭三, 石神重信, 近藤 徹. 関節可動域表示ならびに測定法. *日本整形外科学会誌.* 1995; 69: 240-250.
- 9) 米本恭三, 石神重信, 近藤 徹. 関節可動域表示ならびに測定法. *リハビリテーション医学.* 1995; 32: 207-217.
- 10) 青山倫久, 石丸智啓, 石川徹也, 他. 成長期腰椎分離症の骨癒合過程に影響する因子についての後ろ向き研究. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2013; 21: 105-111.
- 11) 塚越祐太, 辰村正紀, 鎌田浩史, 他. 学童期の急性期腰椎分離症の特徴. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2018; 26: 115-120.
- 12) 古賀英之, 二村昭元, 齋田良和, 他. 腰椎分離症を偽関節予防に導くための疫学知識. In: 辰村正紀(編). *予防に導くスポーツ整形外科.* 第1版. 東京: 文光堂; 416-422, 2019.
- 13) 柳沢竜太, 塚越祐太, 中嶋康之, 他. 発育期腰椎分離症を発生した患者の体格に関する考察. *日本臨床スポーツ医学誌.* 2018; 26: 242-246.
- 14) 岡戸敦男, 小林寛和. 陸上競技: 走動作を中心に. *理学療法.* 2017; 34: 179-188.
- 15) 舌 正史. 陸上競技による頸部・体幹障害の理学療法における臨床推論. *理学療法.* 2016; 33: 915-924.
- 16) 佐藤正裕. アスリートに発生しやすい腰痛に対する理学療法. *理学療法.* 2017; 34: 823-832.

(受付: 2021年1月29日, 受理: 2021年8月18日)

Examination of factors influencing the fracture angle of lumbar spondylolysis

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

* Shizuoka Mirai Sports Orthopedics

Key words: lumbar spondylolysis, spondylolysis fracture angle, influential factor

[Abstract] Lumbar spondylolysis is caused by the mechanical stress of lumbar extension and rotation. We considered that the spondylolysis fracture angle (SFA) is close to the horizontal direction of lumbar extension and close to the sagittal direction of lumbar rotation. Our objective is to examine the factors influencing SFA.

The subjects were 148 patients who had been diagnosed with unilateral fresh lumbar spondylolysis at our clinic from March 2015 to March 2020. We measured SFA by CT axial view, and classified all patients into a horizontal and sagittal group based on the center of the SFA. We investigated the age, gender, body mass index (BMI), flexibility, and sports event, and compared the two groups. Flexibility tests were Finger Floor Distance (FFD), Straight Leg Raising (SLR), Heel Buttock Distance (HBD), Thomas test, hip external rotation angle, and hip internal rotation angle.

There were no significant differences in age, gender, BMI and flexibility between the two groups. The horizontal group included significantly more track and field athletes ($P < 0.05$), and the sagittal group significantly more soccer players ($P < 0.05$).

We considered that sports event was one of the factors influencing the SFA.