

新鮮腰椎分離症の治療前後の 柔軟性評価の変化

原 著

Changes in flexibility evaluation test before and after treatment in fresh lumbar spondylolysis

氷見 量*, 石川徹也*, 杉山貴哉*
三宅秀俊*, 渡辺知真*

キー・ワード : Fresh lumbar spondylolysis, Flexibility evaluation test, Posterior Lumbar Flexibility test
新鮮腰椎分離症, 柔軟性評価テスト, Posterior Lumbar Flexibility test

〔要旨〕 (目的) 新鮮腰椎分離症患者において, 身体後方要素の柔軟性評価テストである Posterior Lumbar Flexibility test (PLF) を実施し, 腰部の柔軟性評価としての PLF の有用性を評価すること。

(方法) 2019年9月から2022年3月までにMRIにて新鮮腰椎分離症と診断され, 初回時と2か月時に柔軟性評価を確認できた131例を対象とした。PLFの初回時と2か月時の陽性率を評価し, 身体後方要素(腰部, ハムストリング)の評価テストである Finger Floor Distance (FFD), Straight Leg Raising (SLR) の陽性率を評価し, その改善率を比較した。

(結果) 初回時の陽性率は, PLFは69%, FFDは52%, SLRは67%であった。また, 全評価テストの陽性率は初回時と比較し2か月時で有意に低下していた ($p < 0.01$)。改善率は FFD, SLR と比較し PLF が有意に高かった ($p < 0.01$)。

(考察) PLF が陽性になる要因として, 腰椎椎間関節の拘縮や多裂筋の短縮による伸張性の低下が考えられる。2か月時の改善率は PLF で有意に高く, ハムストリングと比較して腰部はリハビリテーションにより柔軟性が改善しやすい部位と考えられた。

(結語) PLF は腰部単独の柔軟性を評価でき, 新鮮腰椎分離症患者における陽性率は SLR と同程度に高かった。またリハビリテーションによる改善率も高く, 介入による効果の評価しやすいと考える。そのため, 腰椎分離症に対して実施する柔軟性評価テストとして有用性が高いと考えられた。

はじめに

腰椎分離症は腰椎関節突起間部の疲労骨折であり, 成長期のスポーツ選手に多く発症すると報告されている¹⁾。腰椎分離症発症例においては股関節周囲筋の柔軟性低下を有していることが多いとされており²⁻⁴⁾, 柔軟性改善を目的としたリハビリテーション^{5,6)}が再発予防につながると考えられる。タイトハムストリング⁷⁾や指床間距離 (Finger Floor Distance; 以下, FFD) 不良例⁸⁾の報告があ

り, いわゆる身体後方要素の柔軟性低下が腰椎分離症発症の要因の1つと考えられている。患部である腰部に関してもこの身体後方要素の一つと考えられるが, 腰椎分離症における腰部の柔軟性に関する報告は少ない⁷⁾。FFDを腰背部の柔軟性評価として実施することもあるが, FFDは腰部ならびにハムストリングの柔軟性が反映される評価⁹⁾とされており, 腰部自体の柔軟性低下を抽出したものではない。

当院では, 腰椎分離症発症には患部である腰部にも何らかの機能低下があると考え, 腰椎疾患で用いられる Posterior Lumbar Flexibility test (以下, PLF)¹⁰⁾を腰部の柔軟性評価テストとして実施している。PLFは腰椎後方要素の柔軟性を評価す

* 静岡みらいスポーツ・整形外科

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



図1 柔軟性評価テスト

a, a') PLF

検査側を上にした側臥位にて股関節 45° 屈曲位を開始肢位とした (a)。上方脚の股関節を徐々に屈曲していき、胸部に大腿前面が付かなければ陽性とした (a')。

b) FFD

ベッドの上に立ち、体幹を前屈させ、指先と床面との距離を計測した。指先が床に付かない場合を陽性、指先が床面につく、もしくは超える場合を陰性とした。

c) SLR

仰臥位にて膝関節を伸展させた状態で股関節を屈曲させる。角度が 70° に満たない場合を陽性とした。

d) HBD

腹臥位にて検査側の膝関節を徐々に屈曲させる。踵が殿部に付かなければ陽性とした。

e) Thomas

できるだけベッドの端に被験者を座らせ、その位置で背臥位にさせる。非検査側は股関節最大屈曲位として被験者に持たせる。この時、ベッドの端に出している検査側の股関節が体幹長軸に対して屈曲方向に位置していたら陽性、伸展方向に位置していたら陰性とした。

る方法で、近年では整形外科領域において腰椎疾患に対する評価法として用いられるようになってきた^{11,12)}。本研究の目的は、新鮮腰椎分離症患者において、柔軟性評価テストとしての PLF の有用性を明らかにすることである。

対象・方法

2019年9月から2022年3月までに当院にてMRIのSTIR画像で腰椎椎弓根に高信号を認め新鮮腰椎分離症と診断され、体幹硬性装具装着にて骨癒合を図った175例のうち、初回評価時(以下、初回時)とリハビリテーション開始後2か月時(以下、2か月時)に柔軟性評価を確認できた131例を対象とした。柔軟性評価テストとしてPLF、FFD、SLR、Heel Buttock Distance(以下、HBD)、Thomas test(以下、Thomas)を測定し、

それぞれ初回時と2か月時とで陽性率を比較した。また、身体後方要素の柔軟性評価テストであるPLF、FFD、SLRにおいて初回時に陽性であった例に対し、2か月時にどの程度改善しているか(改善率)を検討した。統計処理は陽性率の比較に χ^2 二乗検定を用い、有意水準は0.05とした。改善率はBonferroni法を用い、多重比較を行い、有意水準は $0.05/3=0.017$ とした。尚、PLF、SLR、HBD、Thomasは両側を測定するが片側のみ陽性的の場合も判定は陽性とした。

●柔軟性評価テストと陽性基準

PLF(図1-a,a')

PLFの方法は林ら¹⁰⁾の報告に準じて実施した。被検者は側臥位をとり、股関節は45°屈曲位、膝関節は軽度屈曲位を開始肢位とした。検査側である上方脚の股関節を内転・外転中間位で屈曲させて

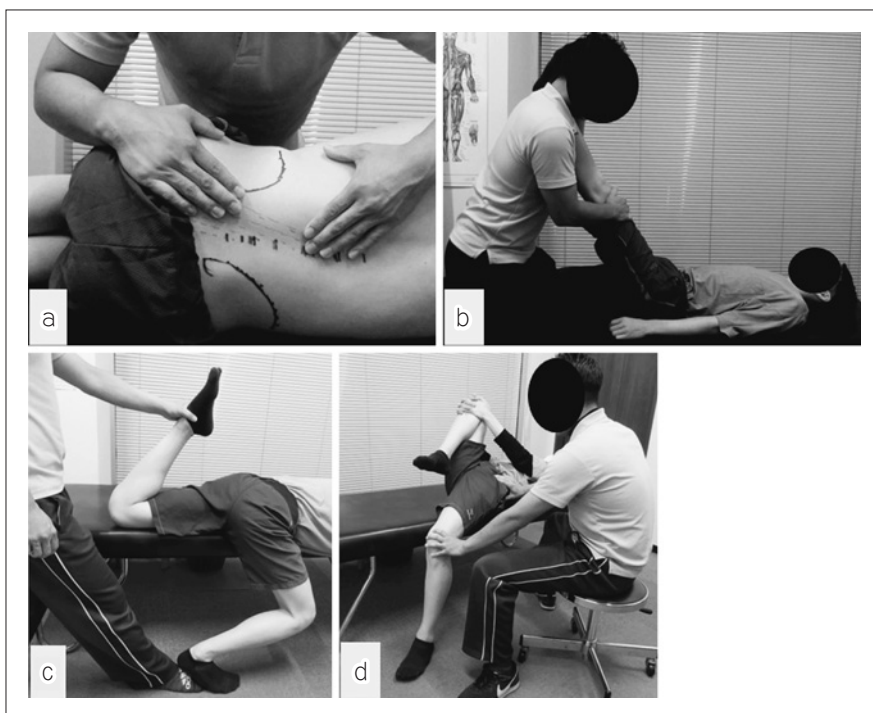


図2 運動療法

a) 多裂筋のストレッチング, リラクゼーション

b) ハムストリングのストレッチング

c) 大腿直筋のストレッチング

本来は骨盤を徒手的に固定するが論文掲載上, 見やすいように撮影した.

d) 腸腰筋のストレッチング

いく. 上方脚の大腿前面を胸部につけるように操作を行い, 大腿前面が胸部に付かなければ陽性とした.

FFD (図 1-b)

測定は台の上に乗し, つま先を台の縁に合わせた状態を開始肢位とした. 膝が曲がらないように手を伸ばしながら体幹を前屈して指先をどこまで伸ばせるか確認した. 台の床面を 0cm とし, 床面に指先が付かなければ陽性, 床面に指先を触れる, もしくは台の床面を超える場合は陰性とした.

SLR (図 1-c)

仰臥位にて膝関節伸展位で股関節を屈曲させ, その際の股関節の屈曲角度を計測した. 日本整形外科学会腰痛治療成績判定基準¹³⁾を参考に 70° 未満を陽性とした.

HBD (図 1-d)

大腿直筋の柔軟性評価テストである. 腹臥位にて検査側の膝関節を徐々に屈曲させる. 踵が殿部に付かなければ陽性とした^{3,8)}.

Thomas test (図 1-e)

腸腰筋の柔軟性評価である. 文献 14 を参考にし

た Modified Thomas test を採用し, 実施した. できるだけベッドの端に被験者を座らせ, その位置で背臥位にさせる. 非検査側は股関節最大屈曲位として被験者に持たせる. この時, ベッドの端に出している検査側の股関節が体幹長軸に対して屈曲方向に位置していたら陽性, 伸展方向に位置していたら陰性とした.

●運動療法とセルフエクササイズ

腰背部の柔軟性改善を目的に多裂筋のストレッチングやリラクゼーションを実施した(図 2-a). ハムストリング, 大腿直筋, 腸腰筋への対応として静的ストレッチングを実施した(図 2-b, c, d). セルフエクササイズとして腰背部に対してはドロイン(図 3-a), ハムストリングに対してジャックナイフストレッチ(図 3-b)¹⁸⁾, 大腿直筋, 腸腰筋に対してもセルフストレッチング(図 3-c, d)を指導した. セルフエクササイズは毎日実施するように指導し, 確認した.

■倫理的配慮

対象者にはヘルシンキ宣言に則り十分な配慮を

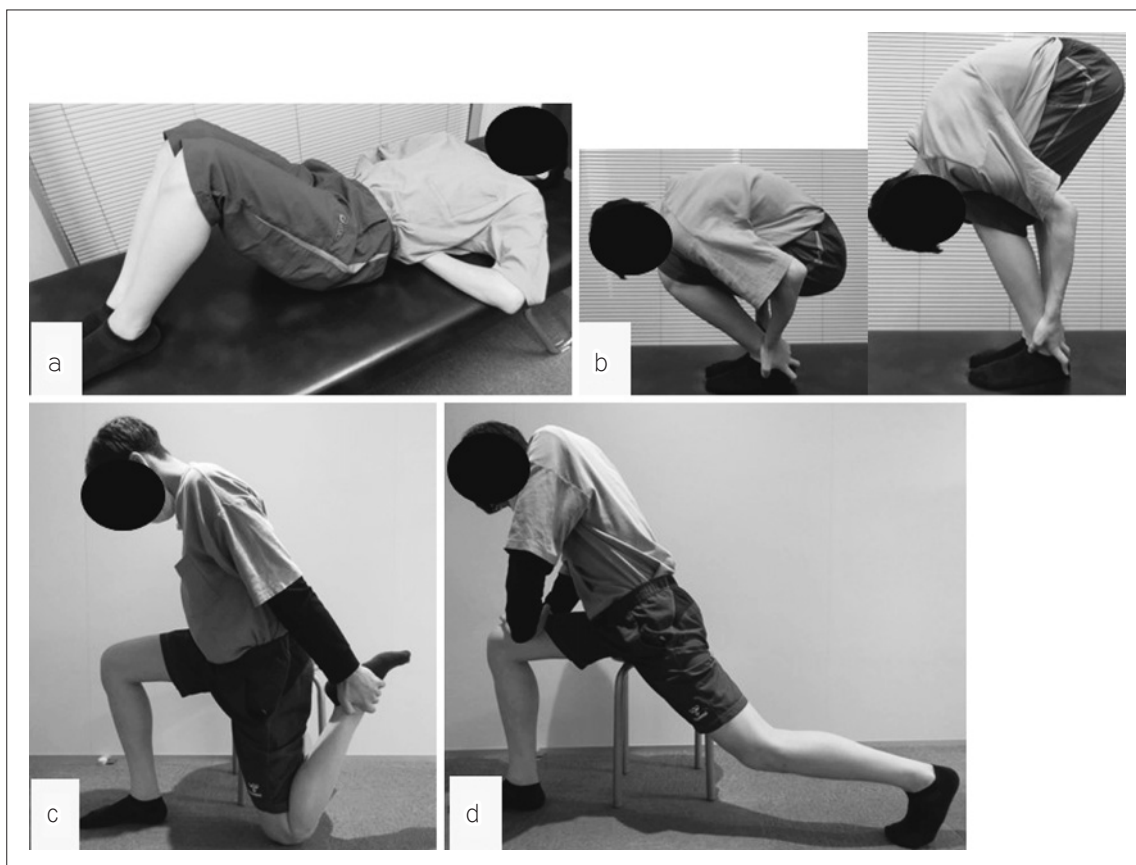


図3 セルフエクササイズ
 a) ドローイン (骨盤後傾エクササイズ)
 b) ジャックナイフストレッチング
 c) 大腿直筋セルフストレッチング
 d) 腸腰筋セルフストレッチング

行い、本研究の目的や意義について書面および口頭にて説明を行い、同意を得て実施した。尚、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：202203)。

結果

各テストの初回時陽性率を図4に示す。PLFは69%、FFDは52%、SLRは67%、HBDは90%、Thomas testは66%であった。PLFとSLRの陽性率はほぼ同等であった。

次いで各テストの初回時と2か月時の陽性率の変化を図4に示す。全てのテストで初回時と比較し、2か月時で有意に柔軟性の改善を認めた($p < 0.01$) (図4)。

身体後方要素の柔軟性テストであるPLF、FFD、SLRにおいて初回陽性であった例を抽出し、2か月時の改善率を比較検討した(図5)。PLFの改善率は73%でFFD、SLRの改善率と比較し

て有意に高かった ($p < 0.01$)。

考察

本研究では、新鮮腰椎分離症患者のPLFの陽性率は69%であった。過去の報告ではPLFの陽性率は75%であったとされている⁶⁾。また、腰椎分離症と柔軟性との関連は報告されており、FFDの不良例は69%⁸⁾、SLRの不良例は70%³⁾とされている。本研究でのPLFの陽性率はともに検討を行ったFFD、SLRと同等かそれ以上の陽性率であった。FFDは主に腰部とハムストリングの柔軟性評価、SLRはハムストリングの柔軟性評価であるが、PLFは腰椎後方要素の柔軟性を単独で評価できるため、腰椎分離症における柔軟性評価テストとして有用であり、本疾患に対してPLFを実施することの意義はあると考える。本研究の限界として、PLFにおける腰椎分離症患者とその他の腰椎疾患との比較が行えていないため、腰椎分離症

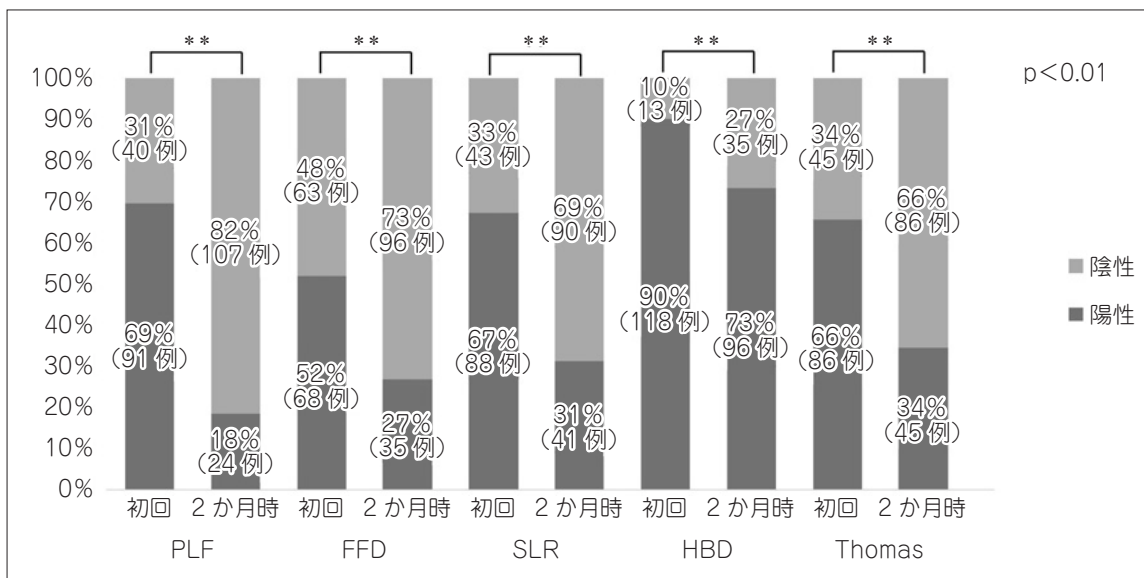


図4 各柔軟性評価テストの初回時と2か月時の陽性率の変化
各テストとも初回時と比較し、2か月時で有意に改善していた (p<0.01)。

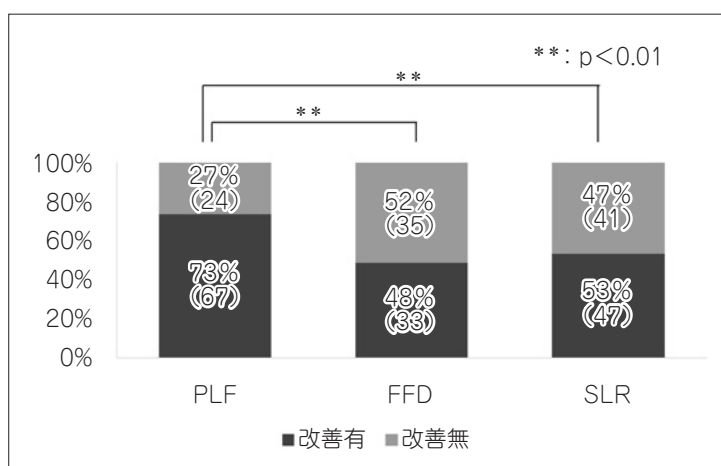


図5 身体後方要素の柔軟性テストにおける初回陽性であった例の2か月時の改善率の比較
改善率はPLF73%, FFD48%, SLR53%であり, FFD, SLRと比較してPLFは有意に改善率が高かった (p<0.01)。

に特異的な評価方法であるとは言えないが、今回の結果より、腰椎分離症症例において、腰椎後方要素の柔軟性低下を有している例が少なくないことが示唆された。

新鮮腰椎分離症においてPLF陽性率が高値であった要因として、発症の原因でもあるPLF陽性を発症以前より有していた例と腰椎分離症発症の結果としてPLFが陽性となった例が混在していることが考えられる。一般的にPLFが陽性となる要因として、椎間関節の拘縮、多裂筋の短縮による伸張性の低下¹⁵⁾が考えられる。Macintoshら¹⁶⁾は

矢状面での多裂筋のベクトルは棘突起に対して直角で後方回旋を伴うため、腰椎椎間関節への圧縮ストレスが生じるとしている。腰椎分離症発症前より多裂筋の柔軟性低下があることで腰椎椎間関節への伸展ストレスが増大することが予測される。その為、多裂筋の柔軟性低下があり、発症前よりPLFが陽性のものは腰椎分離症発症のリスクを有していると考えられる。また、腰椎分離症の結果としてPLFが陽性となる症例も存在すると考えられる。腰椎分離症発症により分離部に炎症が起こるため、疼痛によりPLF陽性となると推

察される。

本研究では、初回時と2か月時の柔軟性評価テストにおいて、PLFがFFD、SLRと比較し有意に改善率が高かった。当院の自験例では初回時前屈時痛を認めた症例の割合は38.7%と低く¹⁷⁾、同じように前屈時痛の影響を受けるFFDよりPLFの改善率が高かったことから、ハムストリングと比較して腰部はリハビリテーションにて柔軟性が改善しやすい部位と考えられる。治療が奏功した要因として、体幹硬性装具の装着と早期からの積極的なリハビリテーションが挙げられる。Sairyoら¹⁸⁾は、腰椎への有限要素解析により、体幹伸展・回旋動作において腰椎関節突起間部への応力が強くなると述べている。Fujimotoら¹⁹⁾は体幹硬性装具の装着により、体幹の伸展・回旋・側屈動作を抑制できるとしている。当院でも胸椎から仙骨部を覆う体幹硬性装具を使用しており、体幹硬性装具の装着により分離部へのストレスを抑制することができるため、患部の炎症および疼痛を円滑に抑えることができると考えられる。また、当院では早期からリハビリテーションを患部および患部外に対して実施している。矢野ら¹³⁾は、多裂筋へのリラクゼーションによりPLFは陰性化すると報告している。当院でも多裂筋のリラクゼーションや愛護的な椎間関節のモビライゼーションを実施しており、理学療法士による介入もPLFの改善に繋がっていると考えられ、リハビリテーションによる介入効果を得やすい評価と考える。

本研究の問題点として、2か月時に各評価テストにおける陽性例がある程度存在している点が挙げられる。太田ら²⁰⁾は、腰椎分離症再発例の柔軟性は低下していると報告しており、再発予防のためには更なる治療技術の向上が今後の課題である。また、患者自身に行ってもらえるセルフエクササイズ指導や実施も徹底する必要がある。当院では患者に対しセルフエクササイズチェックシートを配布し、外来リハビリテーション来院時に実施状況を確認している。今後は更なるコンプライアンスの強化が必要と考えている。

結 語

新鮮腰椎分離症におけるPLF、FFD、SLRの柔軟性評価テストを調査した。PLFの初回陽性率は69%と高値であり、SLRの初回陽性率67%と同値であった。PLFは腰部単独の柔軟性を評価でき

ることに加え、改善率もFFD、SLRと比較し、有意に高かったことから、リハビリテーションによる効果を評価しやすいと考える。そのため、腰椎分離症に対して実施する柔軟性評価テストとして有用性が高いと考えられた。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

CRedit (http://credit.niso.org) に準拠し、本研究における全著者は Data curation (データ管理), Formal analysis (正式な分析), Investigation (調査), Methodology (方法論), Validation (検証), Writing original draft (草稿の執筆), Project administration (プロジェクト管理), Supervision (指導), Writing review & editing (原稿の見直しとエディティング) に寄与し、論文の作成に関与し、最終原稿を確認した。

文 献

- 1) 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. *The Internet Journal of Spine Surgery*. 2004; 1: 1-6.
- 2) Sairyo 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: a clinical and biomechanical study. *Spine*. 2006; 31: 206-211.
- 3) Iwaki K, Sakai T, Hatayama D, et al. Physical features of pediatric patients with lumbar spondylolysis and effectiveness of rehabilitation. *The Journal of Medical Investigation*. 2018; 65: 177-183.
- 4) Kevin JL, Tim E, Ryan S. Lumbar spondylolysis in the adolescent athlete. *Physical therapy in sports*. 2016; 20: 56-60.
- 5) Iesato N, Kamiya T, Teramoto A, et al. Conservative treatment of lumbar spondylolysis in young athletes early athletic rehabilitation focusing on core training did not exert an effect on bone healing especially in early stage, which the defects were still incomplete separation. *Japanese journal of orthopaedic sports medicine*. 2022; 42: 48-54.
- 6) 氷見 量, 塚越祐太, 中嶋康之, 他. 新鮮腰椎分離症患者に対する早期リハビリテーションの検討 -

- 筋柔軟性と骨癒合の評価 - . 日本臨床スポーツ医学会誌. 2022; 30: 31-38.
- 7) Sairyo K, Kawamura T, Hada Y, et al. Jack-knife stretching promotes flexibility of tight hamstrings after 4 weeks: a pilot study. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology*. 2013; 23: 657-663.
 - 8) Sato M, Mase Y, Sairyo K. Active stretching for lower extremity muscle tightness in pediatric patients with lumbar spondylolysis. *The journal of medical investigation*. 2017; 64: 136-139.
 - 9) Mayorga VD, Merino MR, Jesús V. Criterion-related validity of sit-and-reach tests for estimating hamstring and lumbar extensibility: A meta-analysis. *Journal of sports science & medicine*. 2014; 13: 1-14.
 - 10) 林 典雄, 吉田 徹, 見松健太郎. 馬尾性間欠跛行に対する運動療法の効果. *日本腰痛学会誌*. 2007; 13: 165-170.
 - 11) 矢野沙耶香, 松本裕司, 森戸剛史, 他. 伸展型腰痛に対し胸椎・胸郭部の可動性改善が有効であった1症例. *整形外科リハビリテーション学会誌*. 2018; 20: 152-155.
 - 12) 齊藤正佳, 赤羽根良和, 永田敏貢. 下位腰椎の拘縮を基盤とした慢性腰痛に急性腰痛を合併した一症例に対する運動療法. *整形外科リハビリテーション学会誌*. 2016; 18: 143-146.
 - 13) 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.
 - 14) Peeler J, Leiter J. Using digital photography to document rectus femoris flexibility: A reliability study of the modified Thomas test. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2013; 29: 319-327.
 - 15) 林 典雄, 浅野昭裕. 腰椎椎間関節性疼痛に対する運動療法. In: *整形外科リハビリテーション学会(編). 関節機能解剖に基づく整形外科運動療法ナビゲーション*. 改定第2版. 東京: メジカルビュー社; 296-299, 2014.
 - 16) Macintosh JE. The biomechanics of the lumbar multifidus. *Clinical biomechanics*. 1986; 1: 205-213.
 - 17) 三宅秀俊, 石川徹也, 杉山貴哉, 他. 骨癒合を図った新鮮腰椎分離症患者の疼痛誘発テストの臨床経過. *東海傷害スポーツ研究会誌*. 2022; 38: 19-21.
 - 18) Sairyo K, Sakai T, Mase Y, et al. Painful lumbar spondylolysis among pediatric sports players: a pilot MRI study. *Arch Orthop Trauma surg*. 2011; 131: 1485-1489.
 - 19) Fujimoto Y, Sakai T, Sairyo K. What type of orthosis is optimal for conservative treatment of lumbar spondylolysis?: A biomechanical analysis. *Spine Surgery and Related Research*. 2020; 4: 74-80.
 - 20) 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の検討. *スポーツ傷害 (J. sports injury)*. 2012; 17: 50-52.
-
- (受付: 2023年1月21日, 受理: 2023年8月30日)

Changes in flexibility evaluation test before and after treatment in fresh lumbar spondylolysis

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

* Shizuoka Mirai Sports Orthopedics

Key words: Fresh lumbar spondylolysis, Flexibility evaluation test, Posterior Lumbar Flexibility test

[Abstract] (Purpose) This study aimed to evaluate the usefulness of the Posterior Lumbar Flexibility test (PLF) in assessing the flexibility of the posterior elements of the body in patients with fresh lumbar spondylolysis.

(Subjects and Methods) This study included 131 patients diagnosed with fresh lumbar spondylolysis using magnetic resonance imaging who visited our clinic between September 2019 and March 2022. The positivity rates of PLF were evaluated at baseline and two months, and the positivity rates of Finger Floor Distance (FFD) and Straight Leg Raising (SLR), which are evaluation tests of the posterior elements of the body (lumbar region and hamstring) were evaluated, and compared with the improvement rate of these tests.

(Results) At baseline, the positivity rates were 69%, 52%, and 67% for PLF, FFD, and SLR, respectively. The positivity rates for each test were significantly lower at two months than at baseline ($p < 0.01$). The rate of improvement for PLF was significantly higher than FFD and SLR ($p < 0.01$).

(Conclusion) Considering its high positivity rate and improvement rate following rehabilitation, PLF could assess lumbar flexibility independently, especially in lumbar spondylolysis. Therefore, PLF is considered to be useful as an evaluation test for flexibility in patients with lumbar spondylolysis.