

新鮮腰椎分離症に対する早期 リハビリテーションによる腰椎アライメント 変化の検討

原 著

The effect of early physical therapy on lumbar alignment in patients with fresh lumbar spondylolysis

中嶋康之*^{1,2}, 塚越祐太*^{3,4}, 氷見 量*¹
源 裕介*^{1,5,6}, 都丸洋平*⁴

キー・ワード : lumbar spondylolysis, physical therapy, alignment
腰椎分離症, 理学療法, アライメント

〔要旨〕 (背景) 腰椎分離症と骨盤前傾との関連が指摘されており, リハビリテーション (以下, リハビリ) では腰椎アライメント修正も行っている. 新鮮腰椎分離症におけるリハビリ介入による腰椎および骨盤のアライメント変化への影響を検討した. (対象および方法) MRI で新鮮腰椎分離症所見を認めた小学生から高校生のうち, 初回診察日および腰痛消失後に X 線にて立位腰椎側面像を撮像した者 76 名を対象とした. 再評価までに 1 か月以上のリハビリ介入が行われていた例をリハビリ群, その他を対照群とした. lumbar lordosis (LL), sacral slope (SS) を計測し, 二群間で比較した. (結果) 数値をリハビリ群, 対照群の順に示す. LL に関して初期評価時では, $48 \pm 10^\circ$, $51 \pm 11^\circ$ ($p=0.172$) と有意な差がないものの, 再評価時では $49 \pm 9^\circ$, $54 \pm 10^\circ$ ($p=0.007$) と有意な差を認めた. SS についても初期評価時では $37 \pm 7^\circ$, $38 \pm 10^\circ$ ($p=0.180$) と有意な差がないものの, 再評価時では $36 \pm 7^\circ$, $41 \pm 10^\circ$ ($p=0.008$) と有意な差を認めた. (考察) 新鮮腰椎分離症に対してリハビリが行われないと, 腰痛消失後には初期よりも腰椎前弯と骨盤前傾が増大していた. 下肢筋タイトネスの改善や体幹筋トレーニングを含めたリハビリ介入により腰椎のアライメント改善効果が得られる可能性が示唆された.

はじめに

発育期の骨と筋肉の成長差から生じる筋肉の柔軟性低下は腰椎のマルアライメントを誘発するとされている¹⁾. さらに下肢から骨盤前方に付着している筋群の柔軟性低下は, 仙椎傾斜角の増大を呈することが明らかにされている²⁾. Jin ら³⁾ は 18

歳以上の陳旧性腰椎分離症患者では lumbar lordosis (LL) と sacral slope (SS) が高値を示したと報告しており, さらに Leigh ら⁴⁾ は高校生の陳旧性分離症患者は分離がない者と比較して SS が高値であったと報告している. 骨盤前方を走行する下肢の筋柔軟性が低下すると, 骨盤が前傾し腰椎の前弯が増大するため, 運動時に腰椎椎弓狭部にかかる応力が高まり, 発育期においては腰椎分離症発生のリスクが高まると考えられる. Bugg ら⁵⁾ は最も頻度の高い第 5 腰椎の分離症に着目し, 第 5 腰椎に終末期分離を持っている症例は骨盤前傾が強いことを指摘している. このように, 多くの著者が腰椎・骨盤アライメントと腰椎分離症の関連を示唆している. 我々は新鮮腰椎分離症症例に

*1 千葉こどもとおとなの整形外科リハビリテーション科

*2 植草学園大学保健医療学部リハビリテーション学科

*3 茨城県立こども病院小児整形外科

*4 千葉こどもとおとなの整形外科

*5 了徳寺大学健康科学部理学療法学科

*6 千葉大学大学院医学薬学部先進予防医学共同専攻

Corresponding author : 塚越祐太 (most_valuable_swimmer@tsukuba-seikei.jp)

	0 週	4 週	約 3 か月
リハビリテーション	初期身体評価	1 か月ごとに身体評価	
	[mobilization/stretching] ・徒手リハビリテーション 多裂筋, 腸腰筋, 大腿四頭筋, ハムストリングス, 広背筋, 大腿筋膜張筋		
	・セルフストレッチング指導 ハムストリングス, 大殿筋		
	・セルフストレッチ指導 大腿四頭筋, 腸腰筋		
	[stabilization/muscle training] ・トレーニング指導 体幹筋, 殿筋群		
画像検査	XP MRI		MRI 再検 XP・CT
装具		硬性コルセット完成・装着開始	[MRI 正常化後] コルセット中止 スポーツ再開
スポーツ	完全休止 (5 週目からエルゴメーターを用いたエクササイズを実施)		

図 1 早期リハビリテーションプログラムの概要
(文献 6 より引用改変)
装具完成・装着を 0 週とした。

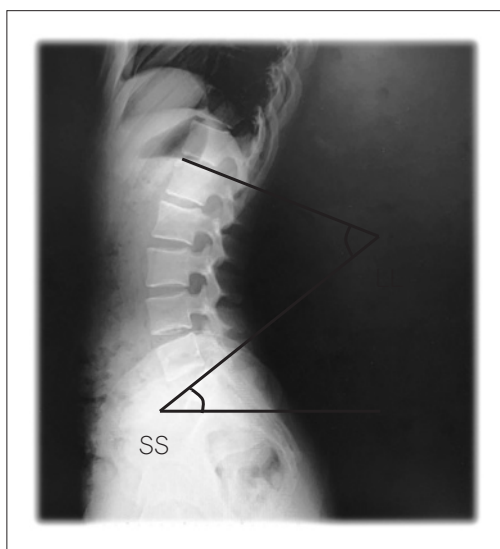


図 2 立位腰椎側面単純 X 線写真での lumbar lordosis 及び sacral slope の計測方法
L1 椎体上縁と S1 椎体上縁のなす角を lumbar lordosis, 仙骨上縁と水平線のなす角を sacral slope として計測。

対して、保存療法中の早期からリハビリテーション（以下、リハビリ）を実施し、体幹筋の賦活化や筋柔軟性の改善に加え、腰椎アライメントの改善も一つの目標として取り組んでいる⁶⁾。そこで本研究では新鮮腰椎分離症症例に対するリハビリによる腰椎および骨盤アライメント変化を検討した。

■ 対象および方法

腰椎 MRI の short TI inversion recovery (STIR) 像で椎弓根に高信号変化を認め、新鮮腰椎分離症と診断した小学生から高校生のうち、初回診察日（初期評価）および、腰痛消失後（再評価）に単純 X 線写真の立位腰椎側面像を撮像していた 76 名を対象とした。再評価までに 1 か月以上のリハビリ介入が行われていた例をリハビリ群、その他を対照群とした。診断後早期からのリハビリは当院のプロトコールに沿って実施した⁶⁾（図 1）。再評価時の腰椎単純 X 線はアライメントの変化や不安定性の出現を評価するために撮影され、初診から 3～6 か月後程度を目安に撮影していた。腰椎および骨盤アライメントの評価として、単純 X 線写真の立位腰椎側面像で LL, SS を計測し（図 2）、リハビリ群と対照群で比較した。また、同一検者が 1 か月以上の期間をあけて 2 回計測し計測値の級内相関係数を算出した。統計学的検討は、 χ^2 乗検定と t 検定を用い、有意水準は 0.05 未満とした。

■ 結果

リハビリ群 50 人（男性 38 人，女性 12 人，初診時平均 12.8 ± 2.8 歳），対照群 26 人（男性 22 人，女性 4 人，初診時平均 12.8 ± 2.4 歳）であり，平均年

表1 初期評価及び再評価時のLLの変化(二群間比較)

	リハビリ群	対照群	P-value*
初期評価	48±10	51±11	0.172
再評価	49±9	54±10	0.007*

*unpaired t-test

*p<0.05

初期評価では二群間に有意な差がないものの、再評価時には二群間で有意な差を認めた。

表2 初期評価及び再評価時のSSの変化(二群間比較)

	リハビリ群	対照群	P-value*
初期評価	37±7	38±10	0.180
再評価	36±7	41±10	0.008*

*unpaired t-test

*p<0.05

初期評価では二群間に有意な差がないものの、再評価時には二群間で有意な差を認めた。

年齢および男女比に有意差はなかった。保存療法におけるコルセットの種類に関しては、リハビリ群では硬性コルセット42名、軟性コルセット5名、コルセットなし3名であったのに対し、対照群では硬性コルセット17名、軟性コルセット5名、コルセットなし4名であり、保存療法中のコルセットの種類に有意な差はなかった。

アライメント計測結果を表1および表2に示す。LLに関して、初期評価時ではリハビリ群48±10°、対照群51±11°(p=0.172)と有意な差がなかったものの、再評価時ではリハビリ群49±9°、対照群54±10°(p=0.007)と有意な差を認めた。SSに関して、初期評価時ではリハビリ群37±7°、対照群38±10°(p=0.180)と有意な差がなかったものの、再評価時ではリハビリ群36±7°、対照群41±10°(p=0.008)と有意な差を認めた。それぞれの群内の変化を検討すると、リハビリ群では有意な変化が見られないが(LL, p=0.421; SS, p=0.233)、対照群ではLL・SSとも再評価時に有意に高値に変化しており(LL, p=0.008; SS, p=0.008)、対照群において再評価時に腰椎前弯および骨盤前傾が有意に強くなっていた。なお、初診から再評価までの期間は、リハビリ群176±89日、対照群132±90日でリハビリ群の方が有意に長かった(p=0.022)。この結果は、骨癒合を確認してからリハビリを開始し、その後数か月経過してから再評価を行った症例もリハビリ群に含まれていたことが影響した。リハビリ群のリハビリ開始から再評価までの期間は平均119±49日であった。

級内相関係数(95%信頼区間)はLLで0.970(0.959-0.978)、SSで0.972(0.962-0.980)であり、計測値の信頼性は非常に高かった。

考察

リハビリ群では初期と再評価時で有意なアライ

メント変化がなかったが、対照群では再評価時に腰椎前弯および骨盤前傾が有意に増大しており、リハビリテーションの有無が腰椎および骨盤アライメントの変化に影響していた。兼子ら⁷⁾は、腰椎分離症では腰椎後屈時の痛みに対する回避姿勢により初診時は腰椎前弯が減少している可能性を指摘している。腰椎分離症発症前の腰椎アライメントは初診時よりも腰椎前弯が強いことが推定され、本研究の対照群で腰痛消失後に腰椎前弯が増強したことは、この推定を支持するものと思われる。一方、リハビリ群では分離部へのストレスを回避する初診時のアライメントが腰痛消失後も維持できており、リハビリ介入により発症前のマルアライメントが修正された結果であると推察される。

腰椎分離症は腰椎に伸展回旋ストレスが繰り返されることにより生じるとされている⁸⁾。神谷ら⁹⁾は、成長期腰椎分離症例では成長期特有の骨と筋肉の成長差から、腸腰筋・脊柱起立筋タイトネスの増加と腹筋・殿筋タイトネスの減少によるアンバランスを生じ、腰椎前弯・骨盤前傾が増強していると述べている。また戸島ら¹⁰⁾は、大腿四頭筋のタイトネスが強いほど仙骨の前傾が強いられると述べている。本研究のリハビリ群の約半数から定期的な筋タイトネス評価の記録が得られた。それらの症例のリハビリ初診時と平均4.2か月後の評価における各筋タイトネス陽性率は、腸腰筋(Thomas test)100%から42%、大腿直筋(Ely test)65%から15%、大腿筋膜張筋(Ober test)84%から37%と、筋柔軟性が改善していた。これらが、腰椎および骨盤アライメントに影響を与えたと考えられる。

さらにStokesら¹¹⁾は、脊柱の長軸成長率は10歳前で最大になり、Smithら¹²⁾は大腿骨長の長軸成長率は12.7歳で最大になると述べている。これ

に遅れて、下肢筋タイトネスが顕著になるのは15歳前後と言われている¹³⁾。本研究の対象年代である発育期は最も骨と筋の成長差が生じる時期であり、その時期のリハビリ実施の有無はタイトネスの変化に対して影響を及ぼしやすい年代であった可能性がある。また、金岡¹⁴⁾は体幹の安定性は脊柱のアライメントを保つことや、伸展型腰椎障害の予防に重要と述べている。リハビリ群で実施された体幹筋トレーニングも腰部のアライメント改善に寄与した可能性が考えられる。

本研究の限界として、受傷前の脊柱アライメントが計測できないことが挙げられる。このため、対象となった症例の真の腰椎アライメント変化には言及できない。また、各症例に対するリハビリ処方の有無は、痛みの程度、スポーツレベル、通院に伴う送迎の負担などを考慮して担当医の総合的判断によって決定されていたため、背景因子に何らかの群間差が生じている可能性が考えられるが、少なくとも男女比と平均年齢に差は見られなかった。さらに、当院では初期評価にCTを必須としておらず、本研究対象の一部しか腰椎分離症の進行度分類ができないため、進行度とアライメント変化の関係を評価することができない。また、CTによる骨癒合評価が行えていない症例も含まれており、本研究では骨癒合とアライメント変化についても言及できなかった。再評価時期の違いに関しては、対照群も再評価までの期間を延長することでアライメントが改善する可能性も否定できないが、両群とも腰痛消失後の画像評価であり、対照群の評価時期が延長されてもその後のアライメントの変化は小さいものと推測している。

今回の計測は1人の検者が計測を行ったため、検者間信頼性は検討できないが、LLおよびSSの検者内および検者間の信頼性は優れていることが報告されており¹⁵⁾、本研究でも検者内信頼性は非常に高く、研究結果は妥当であると考えている。最後に、対照群のアライメント変化は平均3°程度であり、身体機能に直結するほどの変化量ではない可能性もあり、今後、さらなる症例の蓄積と再検討を要する。

終末期の腰椎分離症と骨盤・腰椎のマルアライメントの関連が指摘されている⁵⁾。本研究では新鮮腰椎分離症に対する早期リハビリ介入によりアライメント改善効果が得られる可能性が示唆され、再発予防にもつながるものと考えている。

結 語

新鮮腰椎分離症に対して保存療法中にリハビリが行われないと、腰痛消失後には初期よりも腰椎前弯と骨盤前傾が増大していた。早期からのリハビリ介入により腰椎のアライメント改善効果が得られる可能性がある。

謝 辞

貴重な患者情報と丁寧にご指導を頂いた千葉こどもとおとなの整形外科の亀ヶ谷真琴先生と西須孝先生に感謝申し上げます。

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) 池亀志帆, 鈴木茂美, 鳥居 俊. 発育期サッカー選手の筋タイトネスと腰部障害の発生. *AUXOLOGY*. 2013; 9: 66-69.
- 2) 関 展寿. 下肢タイトネスが立位脊椎アライメントに及ぼす影響—X線画像を用いた計測—. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2013; 21: 221-227.
- 3) Yin J, Peng BG, Li YC, et al. Differences of sagittal lumbosacral parameters between patients with lumbar spondylolysis and normal adults. *Chin Med J*. 2016; 129: 1166-1170.
- 4) Leigh F, Tetsa A, Julian R, et al. The relationship between sacral slope and symptomatic isthmic spondylolysis in a cohort of high school athletes: A retrospective analysis. *PM R*. 2018; 10: 501-509.
- 5) Bugg WG, Lewis M, Juetta A, et al. Lumbar lordosis and pars interarticularis fractures: a case-control study. *Skeletal Radiol*. 2012; 41: 817-822.
- 6) 氷見 量, 塚越祐太, 中嶋康之, 他. 新鮮分離症患者に対する早期リハビリテーションの検討—筋の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) 兼子秀人, 村上元庸, 西澤和也. 成長期腰椎疲労骨折における腰仙椎の静的アライメント. *整形外科*. 2017; 68: 941-944.
- 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: a clinical and biomechanical study. *Spine*. 2006; 31: 206-211.

- 9) 神谷光広, 山崎正弘, 徳田康彦, 他. 成長期腰椎分離症の下肢筋タイトネーストレッチの有効性一. *Journal of Spine Research*. 2011; 2: 876-881.
- 10) 戸島美智生, 鳥居 俊, 渡邊裕之, 他. 発育期男子サッカー選手の脊椎アライメント, 下肢筋タイトネースと腰痛との関連性. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2010; 18: 320-328.
- 11) Stokes IA, Windisch L. Vertebral height growth predominates over intervertebral disc height growth in adolescents with scoliosis. *Spine*. 2006; 31: 1600-1604.
- 12) Smith SL, Buschang PH. Longitudinal models of long bone growth during adolescence. *Am J Hum Biol*. 2005; 17: 731-745.
- 13) 鳥居 俊. 中学・高校運動部員を対象としたスポーツ障害予防のための整形外科的メディカルチェック. *臨床スポーツ医学*. 1996; 13: 1087-1093.
- 14) 金岡恒治. 競技特性とスポーツ障害の予防—競泳選手の腰部障害—. *日本臨床スポーツ医学*. 2007; 24: 1279-1284.
- 15) Bredow J, Oppermann J, Scheyerer MJ, et al. Lumbar lordosis and sacral slope in lumbar spinal stenosis: standard values and measurement accuracy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015; 135: 607-612.

(受付：2022年3月7日, 受理：2022年6月29日)

The effect of early physical therapy on lumbar alignment in patients with fresh lumbar spondylolysis

Nakashima, K.^{*1,2}, Tsukagoshi, Y.^{*3,4}, Himi, R.^{*1}
Minamoto, Y.^{*1,5,6}, Tomaru, Y.^{*4}

^{*1} Department of Rehabilitation, Chiba Child & Adult Orthopedic Clinic

^{*2} Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Uekusa Gakuen University

^{*3} Department of Pediatric Orthopaedic Surgery, Ibaraki Children's Hospital

^{*4} Department of Orthopaedic Surgery, Chiba Child & Adult Orthopedic Clinic

^{*5} Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Science, Ryotokuji University

^{*6} Graduate School of Medical and Pharmaceutical Sciences Chiba University

Key words: lumbar spondylolysis, physical therapy, alignment

[Abstract] (Background) As lumbar lordosis and anterior pelvic tilt are associated with lumbar spondylolysis, we attempted to correct the lumbar alignment of patients with fresh lumbar spondylolysis by applying physical therapy (PT). We investigated the change in lumbar and pelvic alignment resulting from our PT program.

(Materials and Methods) We retrospectively evaluated 76 children aged 7-17 years with fresh lumbar spondylolysis. We measured lumbar lordosis (LL) and the sacral slope (SS) on the radiographs taken at the first visit and after pain improvement. The PT group comprised patients who had undergone the PT program.

(Results) LL was $48 \pm 10^\circ$ (PT group) and $51 \pm 11^\circ$ (control group) at the first visit ($p=0.172$), and $49 \pm 9^\circ$ and $54 \pm 10^\circ$ later ($p=0.007$), respectively. The SS was $37 \pm 7^\circ$ and $38 \pm 10^\circ$ ($p=0.180$) at the first visit, and $36 \pm 7^\circ$ and $41 \pm 10^\circ$ ($p=0.008$) later in the PT and control groups, respectively. Both LL and SS in the control group were significantly increased ($p=0.008$ respectively).

(Conclusion) This study suggests that PT may improve lumbar spine alignment and the recurrence of lumbar spondylolysis in patients with fresh lumbar spondylolysis.