

研究報告



成長期腰椎分離症患者の初回理学療法評価における身体的特徴 ～非分離症成長期スポーツ選手との比較～ *

山田恵太¹⁾・伊佐次優一²⁾・横澤研太¹⁾・渡邊裕規¹⁾

【要 旨】

【目的】成長期腰椎分離症患者と非腰椎分離症患者の身体機能を比較し、成長期腰椎分離症患者の身体的特徴の臨床的意義を検討すること。【方法】分離症群 20 名と非分離群 15 名に対し、股関節可動域 [他動下肢伸展挙上角度 (Straight Leg Raise ; 以下, SLR), 内外旋, 伸展], 整形外科テスト [体幹回旋 (Trunk Acromio-Floor Distance ; 以下, TrAFD), 指床間距離, 腰椎屈曲, Thomas test, Ely test], 徒手筋力検査 (股関節伸展・外転, 膝関節伸展・屈曲) を行い、連続尺度は Shapiro-wilk 検定にて正規性を確認後、対応のない t 検定または Mann-Whitney の U 検定、順序尺度は Mann Whitney の U 検定、名義尺度は Fisher の正確確率検定を用いて、p 値と 95% 信頼区間を算出した。その後、連続尺度は Cohen's d, 順序尺度は相関係数 r, 名義尺度は φ 係数にて効果量を算出した。【結果】分離症群では、両側 SLR 角度と腹臥位右股関節外旋角度が有意に小さく、TrAFD は両側で有意に大きかった。これらの項目において 95% 信頼区間の幅はやや広いものの、効果量は中から大であった。【結論】SLR 角度、TrAFD、腹臥位右股関節外旋角度の可動域制限については理学療法における介入対象となる可能性が示唆された。

キーワード：成長期腰椎分離症、身体機能評価、群間比較

はじめに

成長期腰椎分離症（以下、腰椎分離症）は成長期の腰部スポーツ障害の中でも代表的な疾患として知られ、その病態はスポーツなどにより反復される腰椎への伸展や回旋ストレスを原因とする関節突起間部の疲労骨折であるとされている¹⁾。

腰椎分離症患者に対する理学療法として寺門ら²⁾

は、骨癒合を目指す場合には運動休止のほか、硬性コルセットを着用した装具療法が中心となると述べており、杉浦ら³⁾は、硬性装具着用から疼痛が消失してくる約 3 週目までは、股関節周囲筋を中心とした筋肉の柔軟性を獲得することが重要であると述べている。近年では Sanford orthopedics sports medicine⁴⁾ が発表した腰椎分離症リハビリテーションガイドラインにおいて、固定期間中の股関節回旋筋に対するストレッチングの重要性が記載されるなど、股関節回旋機能と腰椎分離症との関連を示唆する報告も多い。また Morimoto ら⁵⁾は、胸腰椎の有限要素モデルを用いた三次元解析により、胸椎の可動性低下は腰椎関節突起間部への力学的ストレスを増大させることを報告している。上記の報告のように、隣接関節である胸椎や股関節の機能もまた腰椎分離症の発症要因の解釈やリハビリテーション介入にとって重要となる。

腰椎分離症患者の身体的特徴を報告した先行研究において、中西ら⁶⁾は、腰椎分離症の野球選手に対する理学療法評価において、対照群と比較し

* Physical Characteristics in the Initial Physical Therapy Assessment of Adolescents in the Growth Period with Lumbar Spondylolysis: A Comparison with Non-Spondylolysis Adolescents in the Growth period

1) 医療法人 WOMSC わたなべ整形外科運動器クリニック (〒465-0094 愛知県名古屋市亀の井 1 丁目 214-2)
Keita Yamada, PT, Kenta Yokosawa, RT, Hiroki Watanabe, MD, PhD: Watanabe Orthopaedic Musculoskeletal Clinic, Aichi, Japan

2) 佛教大学 保健医療技術学部 理学療法学科
Yuichi Isaji, PT, PhD: Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Bukkyo University, Kyoto, Japan

E-mail: ks9753335@gmail.com

て腰椎分離症患者では股関節内旋制限、大腿直筋などの股関節前方筋群の柔軟性低下がみられるこことを報告している。また片岡ら⁷⁾は、中学生サッカー選手の腰椎分離症患者では股関節伸展可動域が不十分であったことを報告している。

腰椎分離症患者の身体的特徴を明確化することは理学療法評価や介入戦略、さらには腰椎分離症に至っていない症例の発症予防に関する今後の研究の一助となることが考えられる。そこで本研究では自施設で担当した成長期スポーツ選手における腰椎分離症患者と非腰椎分離症患者との理学療法評価結果の差異に着目し、腰椎分離症患者の身体的特徴の臨床的意義を検討することを目的とした。

対象および方法

1. 研究デザイン、対象

本研究は単施設後ろ向き観察研究である。2022年11月から2024年10月の間に当院で運動器リハビリテーションが処方された小学生から高校生385名のうち、筆頭著者が担当した117名から腰椎分離症と診断された20名（以下、分離症群）と腰椎分離症以外の診断かつ医師により腰部・下肢の理学療法評価が必要と判断された15名（以下、非分離群）を対象とした。

組み入れ基準は、分離症群、非分離群とともに、小学生から高校生で、部活動またはクラブチームに所属し、習慣的にスポーツ活動を行っている者とした。除外基準は、分離症群、非分離群とともに、下肢に骨折・脱臼・靭帯損傷の診断を受けた者、非分離群ではそれに加えて、これまでに腰部疾患の既往を持つ者とした。

2. 倫理的配慮

本研究は日本理学療法学会連合倫理審査委員会の承認（承認番号；ER06-005）を得て実施し、対象者には医師による文書を用いた説明と同意書により、測定データの研究使用の同意を得た。また、研究参加を拒否できるよう、オプトアウトの機会を設けた。

3. 評価項目

理学療法評価は全例で筆者により測定された。

股関節可動域測定、整形外科テストの実施においては、被検査者が疼痛を訴えない純粋な制限をもって計測結果とした。

1) 患者背景

対象患者の性別、年齢、身長、疼痛発症から初診時理学療法評価までの期間、現病歴（非分離群

のみ）、現在実施しているスポーツ、分離群における罹患内訳を問診やカルテから聴取、取得した。

2) 股関節可動域

東大式ゴニオメーターを用い、他動下肢伸展挙上角度（Straight Leg Raise；以下、SLR）、背臥位での股関節内旋・外旋角度、腹臥位での股関節内旋・外旋・伸展角度を他動運動により左右それぞれで測定した。股関節可動域の評価方法は日本リハビリテーション医学会、日本整形外科学会、日本足の外科学会合同基準⁸⁾に準じて実施した。角度は5度単位での計測とした。SLR角度⁹⁾の計測方法は、以下の通りとした。患者を背臥位とし、頸部・頭部は中間位とした。患者の一側の下肢を、回旋や内外転が加わらないように他動で挙上し、その際、膝関節は伸展位となるようにした。出現する挙上角度を評価し、反対側との比較を行った。

3) 整形外科テスト

指床間距離（Finger Floor Distance；以下、FFD）、体幹回旋（Trunk Acromio-Floor Distance；以下、TrAFD）、腰椎屈曲（Posterior Lumbar Flexibility；以下、PLF）、Thomas test、Ely testを実施した。FFDを除く項目については、左右それぞれで計測を実施した。FFDについては、被検者は静止立位より膝の屈曲を抑制しながら自動運動による体幹前屈動作を行い、検者は指先と床との距離をメジャーを用いて計測した。床を越えない場合はマイナス表記、床を越える場合はプラス表記とした。距離は1cm単位での計測とした。TrAFD¹⁰⁾については、被検者はベッド上側臥位をとり、下肢は45度屈曲位とした。検者は被検者の背側より骨盤の回旋を抑制しながら体幹を他動的に回旋させ、肩峰後角と床との距離を測定した。距離は1cm単位での計測とした。PLF¹¹⁾については、被検者はベッド上側臥位をとり、下肢は45度屈曲位とした。検者は被検者の上側下肢を他動的に屈曲させ、屈曲させた下肢が胸部に容易に接触すれば陰性、接触しない場合は陽性と判断した。Thomas test¹²⁾については、被検者はベッド上背臥位とした。検者は被検者の非検査側股関節を他動的に屈曲させ腰椎の前弯を消失させ、検査側下肢が挙上すれば陽性と判断した。仮に右股関節を屈曲させた際に左下肢の挙上を認めた場合、“左陽性”と判断した。Ely test¹³⁾については、被検者はベッド上腹臥位とした。検者は患者の検査側の骨盤を押さえ、膝関節を他動的に屈曲させた。検査側殿部の浮き上がり（股関節屈曲）が生じた場合に陽性と判断した。仮に右膝関節を屈曲させた際に右臀部の浮き上がりを認めた場合、“右陽性”と判断した。

4) 徒手筋力評価

股関節伸展・外転、膝関節伸展・屈曲を左右で測定した。方法はダニエルの Manual Muscle Testing¹⁴⁾に準じて実施した。

4. 統計解析

患者背景・評価結果に対し、連続尺度は shapiro-wilk 検定にて正規性を確認後、対応のない t 検定または Mann-Whitney の U 検定、順序尺度は Mann-Whitney の U 検定、名義尺度は Fisher の正確確率検定を用いて、p 値と 95% 信頼区間 (95% confidence interval ; 以下、95%CI) を算出した。その後、連続尺度は Cohen's d、順序尺度は検定統計量 Z を用いて算出される相関係数 r、名義尺度は ϕ 係数にて各データの効果量をそれぞれ算出し、Cohen ら¹⁵⁾を参考に、0.1～0.3 を効果量小、0.3

～0.5 を効果量中、0.5 以上を効果量大とした。統計解析には R version 4.4.0 (R core team, 2024) を使用し、有意水準は 5% とした。

結果

対象患者の性別、年齢、身長、疼痛発症から初診時理学療法評価までの期間を表 1 に示す。いずれの項目においても両群で統計的有意差を認めなかつた ($p > 0.05$)。

非分離群の現病歴は野球肘 6 名、野球肩 3 名、股関節拘縮 2 名、肘離断性骨軟骨炎 1 名、足関節拘縮 1 名、膝内障 1 名の内訳であった。

参加者の実施スポーツ内訳は、分離症群ではサッカー (7 名)、野球 (4 名)、バスケットボール (2 名)、テニス (2 名)、バレー、水泳、陸上、フィギュアスケートが各 1 名ずつであった。

表 1. 患者背景

	分離症群 (n = 20)	非分離群 (n = 15)	p 値
性別 ^{*1} (男性 / 女性 : 名)	18 / 2	13 / 2	0.75
年齢 ^{*2} (歳)	13.6 ± 1.7	13.3 ± 2.2	0.63
身長 ^{*2} (cm)	161.7 ± 9.1	155.5 ± 13.2	0.12
期間 ^{*3} (日)	28.3 ± 14.6	31.3 ± 26.6	0.71

*1 : Fisher の正確確率検定 *2 : 対応のない t 検定 *3 : 疼痛発症から初診時理学療法評価までの期間

表 2. 股関節可動域検査結果

		分離群 (n = 20)	非分離群 (n = 15)	95%CI (下限)	95%CI (上限)	p 値	効果量	
背臥位	SLR	右	67.0 ± 11.3	74.7 ± 7.8	-14.46	-0.86	0.02	-0.74
		左	68.3 ± 10.5	74.7 ± 7.4	-12.77	-0.06	0.04	-0.66
	外旋	右	53.3 ± 8.7	56.3 ± 14.2	-11.98	5.82	0.47	-0.21
		左	55.5 ± 7.4	55.0 ± 15.1	-8.64	9.64	0.91	0.04
腹臥位	内旋	右	36.0 ± 8.5	35.7 ± 12.2	-7.52	8.19	0.93	0.03
		左	40.3 ± 8.3	41.7 ± 7.9	-7.21	4.37	0.62	-0.16
	外旋	右	41.5 ± 7.1	48.0 ± 9.8	-12.86	-0.14	0.04	-0.75
		左	44.3 ± 8.1	46.0 ± 8.6	-7.79	4.29	0.56	-0.2
	内旋	右	41.5 ± 9.2	43.4 ± 12.3	—	—	0.57	-0.16
		左	43.0 ± 10.8	41.0 ± 9.5	-5.23	9.23	0.57	0.18
	伸展	右	20.3 ± 6.8	19.7 ± 8.3	—	—	0.75	0.07
		左	20.5 ± 5.5	20.0 ± 7.7	-4.49	5.49	0.83	0.07

平均 ± 標準偏差 *1 : 対応のない t 検定 *2 : Wilcoxon の順位和検定 SLR : Straight Leg Raise

表3. 整形外科テスト結果

		分離群	非分離群	95%CI (下限)	95%CI (上限)	p 値	効果量
Thomas test ^{*1}	右	10	8	0.18	4.07	1	0.03
	左	11	6	0.38	8.87	0.49	0.15
Ely test ^{*1}	右	11	6	0.38	8.87	0.49	0.15
	左	10	6	0.32	7.23	0.73	0.09
PLF ^{*1}	右	4	3	0.13	8.14	1	0
	左	5	3	0.2	10.27	1	0.06
TrAFD ^{*2} (cm)	右	7.2 ± 5.6	2.3 ± 4.1	1.42	8.34	0.01	0.94
	左	7.1 ± 6.6	2.3 ± 4.2	0.93	8.64	0.03	1.09
FFD ^{*2} (cm)		-5.6 ± 12.3	1.0 ± 10.4	-14.61	1.51	0.1	-0.55

*1: 陽性数（陰性数）。統計解析: Fisher の正確確率検定 *2: 平均 ± 標準偏差。統計解析: 対応のない t 検定

95%CI: 95% Confidence Interval, PLF: Posterior Lumbar Flexibility, TrAFD: Trunk Acromio Floor Distance, FFD: Finger Floor Distance

表4. 徒手筋力検査結果

		分離症群 * (n = 20)	非分離群 * (n = 15)	p 値	効果量
股関節外転	右	4 (4-5)	5 (4-5)	0.38	-0.18
	左	4 (4-5)	5 (4-5)	0.1	-0.31
股関節伸展	右	5 (4-5)	4 (4-5)	0.22	-0.2
	左	5 (4-5)	4 (4-5)	0.33	-0.16
膝関節伸展	右	5 (5-5)	5 (5-5)	0.88	NaN
	左	5 (5-5)	5 (5-5)	0.88	NaN
膝関節屈曲	右	5 (5-5)	5 (5-5)	0.13	-0.22
	左	5 (5-5)	5 (5-5)	0.47	-0.03

Mann-Whitney の U 検定 * : 中央値 (四分位範囲) NaN: Not a Number

非分離群では、野球 (9名), サッカー (2名), クラシックバレエ, 水泳, 陸上, テニスが各1名であった。

分離症群における罹患側の内訳は、片側性分離が14名、うち、右罹患6名、左罹患8名であった。両側性分離は6名であった。

股関節可動域検査の結果を表2に示す。右SLR角度は分離群が非分離群よりも有意に小さかった ($p = 0.02$, $d = -0.74$, 効果量大)。左SLR角度も同様に分離群が非分離群よりも有意に小さかった ($p = 0.04$, $d = -0.66$, 効果量大)。腹臥位右股関節外旋角度は分離群が非分離群よりも有意に小さかった ($p = 0.04$, $d = -0.75$, 効果量大)。

整形外科テストの結果を表3に示す。右TrAFD ($p = 0.01$, $d = 0.94$, 効果量大), 左TrAFD ($p = 0.03$,

$d = 1.09$, 効果量大), において両群に統計的有意差を認めた。

徒手筋力検査の結果を表4に示す。全ての項目で両群に統計的有意差を認めなかった。

考察

単変量解析による群間比較の結果、両側のSLR角度、両側のTrAFD、腹臥位右股関節外旋角度において統計的有意差が認められた。

SLR角度は、ハムストリングスの柔軟性評価として一般的に用いられ¹⁶⁻¹⁸⁾、SLR角度の低値はハムストリングスの柔軟性が低下していることが考えられる。中西ら¹⁹⁾は腰椎分離症アスリートにおけるハムストリングスの柔軟性低下を報告しており、さらに西良ら²⁰⁾はハムストリングス柔軟性の

低下が前屈時の骨盤前傾を制限し、脊椎への機械的負荷を増加させることを指摘している。本研究結果もこれに一致する傾向を示し、ハムストリングスの柔軟性低下は腰椎分離症患者に特有の身体的特徴である可能性が示唆される。

ハムストリングスの柔軟性を反映する理学療法評価は SLR 角度だけでなく、FFD も同様に多く用いられている検査法である²¹⁾。本研究において FFD の結果は両群間で有意差を認めなかつた。これは FFD が自動運動であり、体幹前屈時に脊柱、骨盤、股関節の複合的な運動を反映するだけでなく、身長や上肢・下肢長、体幹長といった体格的要因の影響を強く受ける²²⁾ため、群間差が検出されにくかった可能性が考えられる。

TrAFD について、小坂ら²³⁾は肩甲帶を含む胸郭の可動性の評価指標としての有用性を述べており、TrAFD の高値は胸郭可動性の低下を示すことが考えられる。Morimoto ら⁵⁾は胸椎可動性の制限が腰椎関節突起間部への機械的ストレスを増加させることを報告しており、本研究でも分離症群において TrAFD が有意に高値を示したことから、腰椎分離症患者の特徴の一つである可能性が考えられる。

本研究では、分離症群において股関節 0 度伸展位での右股関節外旋角度が有意に低下していた。先行研究の多くは 90 度屈曲位（背臥位）での股関節内外旋可動域を評価しており、0 度伸展位での外旋制限を報告した研究は筆者が渉猟した限り見当たらない。股関節 0 度伸展位での外旋制限には、中殿筋前部線維や大腿筋膜張筋といった屈曲・内旋筋群の短縮や過緊張、さらに股関節前方関節包の影響が関与する可能性がある。これらの組織は成長期スポーツ選手において繰り返される動作負荷により硬さを呈しやすく、その結果、股関節外旋の制限を介して腰椎への代償的ストレス増大に関連する可能性が示唆された。今後は、スポーツ種目や蹴り足・支持脚を考慮した解析、およびそれらを踏まえた 90°屈曲位との比較による評価肢位の違いの検討、さらに筋力発揮や画像所見を含めた多面的評価を組み合わせることで、股関節可動域制限の影響を左右差を含めてより明確にできると考える。

本研究では有意差のほか、95%CI と効果量を算出した。例として SLR（右）の 95%CI の上限値「-0.86」は、差の大きさとしては小さく、臨床的に意味のある差であるかは慎重に判断する必要がある。今後はより多くの症例を蓄積し、統計学的な有意差が臨床上意義のある差につながるのかを検討したい。

本研究の限界として、比較対象が健常者ではなくスポーツ障害患者であった点が挙げられる。対照群から腰部疾患を除外してはいるものの、他のスポーツ障害においても腰椎分離症と類似した身体機能や障害メカニズムが存在する可能性があり、本研究結果が腰椎分離症特有の身体的特徴を完全に反映しているとは言い切れない可能性がある。また本研究は単変量解析にとどまっており、多変量解析による検証が行われていない。今後は、スポーツ競技特異性や体格、さらに性差など複合的な要因解析を目指す必要があると考えられた。

結論

分離症群では、両側 SLR 角度と腹臥位右股関節外旋角度が有意に小さく、TrAFD は両側で有意に大きかった。これらの項目において 95%CI の幅はやや広いものの、効果量は中から大であり、群間差は臨床的にも意味のある水準であると考えられた。よってこれらの項目は成長期腰椎分離症患者に対する理学療法の主な介入対象となり得ることが示唆された。

謝辞

本研究の実施にあたり、ご協力いただきました全ての患者様とそのご家族、ならびに多大なご指導を賜りました、院長および当院スタッフに深く御礼申し上げます。

利益相反

本研究に関して、全ての著者に開示すべき利益相反事項はない。

【文 献】

- 木下大、酒井紀典・他：腰椎分離症の画像診断の歴史と進歩. 関節外科 基礎と臨床. 2024; 43 (5) : 486-493.
- 寺門淳：成長期腰椎分離症の特徴. 関節外科 基礎と臨床. 2024; 43 (5) : 19-25.
- 杉浦史郎、青木保親・他：腰椎分離症に対する運動療法-胸郭と骨盤帶を含む. 関節外科 基礎と臨床. 2024; 43 (5) : 51-62.
- Sanford orthopedics sports medicine. Lumbar Spondylolysis / Listhesis Rehabilitation Guideline. <https://www.sanfordhealth.org/-/media/org/files/medical-professionals/resources-and-education/spondylolysis-non-operative-rehabilitation-guideline.pdf> (2025年7月3日引用)

- 5) Morimoto M, Tripathi S, et al.: Biomechanical effects of thoracic flexibility and stiffness on lumbar spine loading: A finite element analysis study. *World Neurosurg.* 2024; 184: e282–e290.
- 6) 中西雄稔, 高木律幸・他: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. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2023; 31 (1) : 109–116.
- 7) 片岡大輔, 貴志真也・他:腰椎分離症治療歴のある中学生サッカー選手の身体的特徴. *Journal of Spine Research.* 2024; 15 (6) : 979–984.
- 8) 日本リハビリテーション医学会. 関節可動域表示ならびに測定法改訂について(2022年4月改訂). *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine.* 2021; 58 (10) : 1188–1200.
- 9) 松村将司, 三木貴弘:適切な判断を導くための整形外科徒手検査法 エビデンスに基づく評価精度と検査のポイント. *MEDICAL VIEW*, 東京, 2020, pp. 232–235.
- 10) 小坂健二, 神澤佑哉:肩関節周囲炎患者における胸郭可動性と肩関節機能との関連. *理学療法科学.* 2022; 37 (1) : 111–115.
- 11) 林典雄, 吉田徹・他: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 (1) : 165–170.
- 12) Humphries EL, MacLeod K, et al.: A brief history of eponymous orthopaedic examinations. *Journal of Orthopaedics, Trauma and Rehabilitation.* 2020; 27 (2) : 231–234.
- 13) Ely LW: A review of the iliopsoas muscle and its relation to low back and lower abdominal pain. *The Journal of Bone & Joint Surgery.* 1937; 19 (3) : 683–688.
- 14) Avers D, Brown M, et al.: 新・徒手筋力検査法 原著第9版, 協同医書出版社, 東京, 2014; 224–248.
- 15) Cohen J: *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Cohen J, Lawrence Erlbaum Associates, Hilladale, New Jersey, 1988; 25–79
- 16) 氷見量, 塚越祐太・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 (1) : 31–38.
- 17) 池野祐太郎, 福田航・他:中学生サッカー選手における身体機能とハムストリングス肉離れの関連性について. *体力科学.* 2014; 63 (3) : 343–348.
- 18) 中山朗, 長住達樹:成長期児童の下肢柔軟性と体格との関係. *理学療法科学.* 2022; 26 (1) : 19–22.
- 19) 中西雄稔, 高木律幸・他:成長期腰椎疲労骨折と股関節周囲柔軟性低下の関連性. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2016; 24 (4) : 979–984.
- 20) Sairyo K, Kawamura T, et al.: Jack-Knife stretching promotes flexibility of tight hamstrings after 4 weeks: a pilot study. 2013; *Eur J Ortho Surg Traumatol.* 23 (6) : 657–663.
- 21) Hansberger BL, Loutsch R, et al.: Evaluating the relationship between clinical assessments of apparent hamstring tightness: a correlational analysis. *Int J Sports Phys Ther.* 2019; 14 (2) : 253–263.
- 22) Becker L, Schömg F, et al.: Finger-Floor Distance Is Not a Valid Parameter for the Assessment of Lumbar Mobility. *Diagnostics.* 2023; 13 (4) : 638.
- 23) 小坂健二, 神澤佑哉・他:肩関節周囲炎患者における胸郭可動性と肩関節機能との関連. *理学療法科学.* 2002; 37 (1) , 111–115.