

新鮮腰椎分離症両側例において 対側分離のステージが骨癒合に与える 影響について

Effects of the stage of contralateral spondylolysis on fresh lumbar spondylolysis bone union

氷見 量*, 石川徹也*, 杉山貴哉*, 三宅秀俊*

キー・ワード : Lumbar spondylolysis, bone union, contralateral spondylolysis stage
新鮮腰椎分離症, 骨癒合, 対側分離

【要旨】 (はじめに) 腰椎分離症は腰椎関節突起間部に発生する疲労骨折であるが, 骨癒合に至らない例が一定数存在する. 本研究の目的は新鮮腰椎分離症両側例において対側分離のステージが対象となる分離の骨癒合に影響するか否かを検討することである.

(対象および方法) 2015年3月から2021年3月までに当院を受診し新鮮腰椎分離症と診断され, 骨癒合を目的とした保存療法を行い, 骨癒合判定まで行えた342例のうち, 両側例119例238分離を対象とした. CT分類にてIa-(MRIにて信号変化を認めるがCTにて骨折線なし), Ia(不全分離), Ib(完全分離)に分類し, 対側の分離のステージ別に対側の分離の骨癒合率を算出し, 比較した. また, 比較検討資料として片側例(211例), 対側に陳旧性分離を有する例(12例)の骨癒合率を算出した.

(結果) 対象の分離がIaの場合, 対側Ibは対側Iaと比較して有意に骨癒合率が低かった ($p<0.05$). 対象の分離がIbの場合, 対側Ibは対側Iaと比較して骨癒合率が低下していたが, 有意差を認めなかった. 対象分離がIa, Ibとも, 対側分離がIbの場合は, 片側例と比較して骨癒合率が低下していた.

(結語) ステージIb以上は完全分離であるため, 対側分離がIb以上であるとその不安定性が対象分離の骨癒合に影響する可能性が示された.

はじめに

腰椎分離症は腰椎関節突起間部に発生する疲労骨折である¹⁾. 骨癒合が見込まれる症例においては体幹硬性装具を用いた保存療法が選択される²⁾. コルセット装着による保存療法が実施されているが³⁻⁶⁾, 骨癒合率に関しては60~90%^{3,5,7,8)}と報告されており, 骨癒合せず偽関節となる症例が一定数存在する. 骨癒合阻害因子として両側例^{9,10)}や対側偽関節例^{11,12)}, 分離のステージ¹³⁾が報告されている. 両側腰椎分離症の骨癒合に関する報告^{9,10)}は存在するが, 対側分離のステージが骨癒合に与える影響を明らかにした報告は少ない. 本研究の目的

は, 新鮮腰椎分離症両側例において対側分離のステージが, 対象となる分離の骨癒合に影響を与えるか否かについて検討することである.

対象および方法

対象は2015年3月から2021年3月までに当院にて新鮮腰椎分離症と診断された342例461椎弓である. 新鮮腰椎分離症の診断は腰痛を主訴に当院を受診した高校生以下の患者のうち, スポーツ活動を定期的に行っており, 前屈時痛, 後屈時痛, Kemp signなどの運動時痛を有するものに対して, MRIを撮影し, STIR像において腰椎椎弓根に高信号を認めるものとした. 平均年齢は 14.6 ± 1.8 歳であり, 性別は男性269例, 女性73例であった. スポーツ種目に関しては, サッカー119例, 野球

* 静岡みらいスポーツ・整形外科

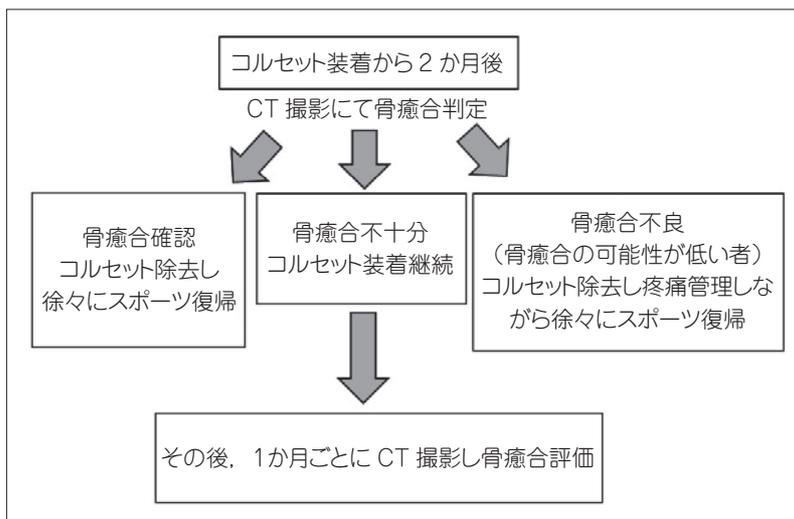


図1 当院における骨癒合判定の流れ
コルセット装着2か月後にCTを撮影し骨癒合が確認できればコルセット除去し徐々にスポーツ復帰する。2か月時点で骨癒合不十分な場合は、コルセットの装着を続行し、その後1か月ごとに骨癒合確認できるまでCTを撮影する。

54例，陸上53例，バレーボール29例，バスケットボール27例，テニス16例，その他（バドミントン，ハンドボール，新体操，柔道，水泳，空手，ダンス，剣道，ボルダリング）44例であった。新鮮腰椎分離症と診断された患者に関しては，骨癒合を目的とした体幹硬性装具（以下，コルセット）の装着と運動機能維持・改善を目的としたリハビリテーションを全例で施行した。新鮮腰椎分離症と診断された症例のステージはCTの水平断像と矢状断像を用いて小林による腰椎分離のCT分類¹⁴⁾に準じて分類した。MRIにて高信号を認めたがCTにて骨折線を認めないものをIa-，CT水平断像と矢状断像にて骨折線が椎弓根部の頭側にまで達していないものをIa，頭側まで達しているものをIbとした。当院の骨癒合判定の流れは以下の通りである（図1）。コルセット装着2か月後にCTを撮影し骨癒合が確認できればコルセット除去し徐々にスポーツ復帰する。2か月時点で初回CT撮影時と骨折線に変化がないものはこの時点での骨癒合は不十分とし，コルセット固定を継続し，その後1か月ごとに骨癒合確認できるまでCTを撮影する。骨癒合不良と判断した場合は，コルセットを除去し疼痛管理しながら徐々にスポーツ復帰する。尚，骨癒合の判定基準はCTの水平断像と矢状断像にて骨折線が消失しているか，骨折部が仮骨により充填され，縮小または不明瞭化している

ものとした。また，Ia-に関しては2か月後のCTにて異常所見がなく，骨折線を認めなかった場合を骨癒合と判断した。

本研究では，新鮮腰椎分離症両側例における対側分離のステージが骨癒合に影響するか否かを検討するために，両側例119例238分離を対象として比較検討した。対象分離はIa-，Ia，Ibとし，対側分離はIa-，Ia，Ibの3パターンとした。対象の分離の骨癒合率をステージ別に比較した。また，両側例の骨癒合率の比較検討資料として片側例（211例），対側に陳旧性分離を有する例（12例）の骨癒合率を算出した。

統計処理は，対象分離がIa-，Ia，Ibにおける対側のステージ別骨癒合率に対してFisherの直接確率検定を行った。さらに，有意差のあった項目に対して多重比較としてBonferroni法を行った。有意水準は5%とした。

倫理的配慮として，ヘルシンキ宣言に則り，対象者及び対象者家族には本研究の趣旨を口頭および書面にて説明し，同意を得た。

■ 結 果

新鮮腰椎分離症両側例は119例238分離であった。対側のステージ別の対象分離の骨癒合率を示す（図2）。対象の分離がIa-の場合は，対側分離のステージに関わらず全例で骨癒合しており，骨癒

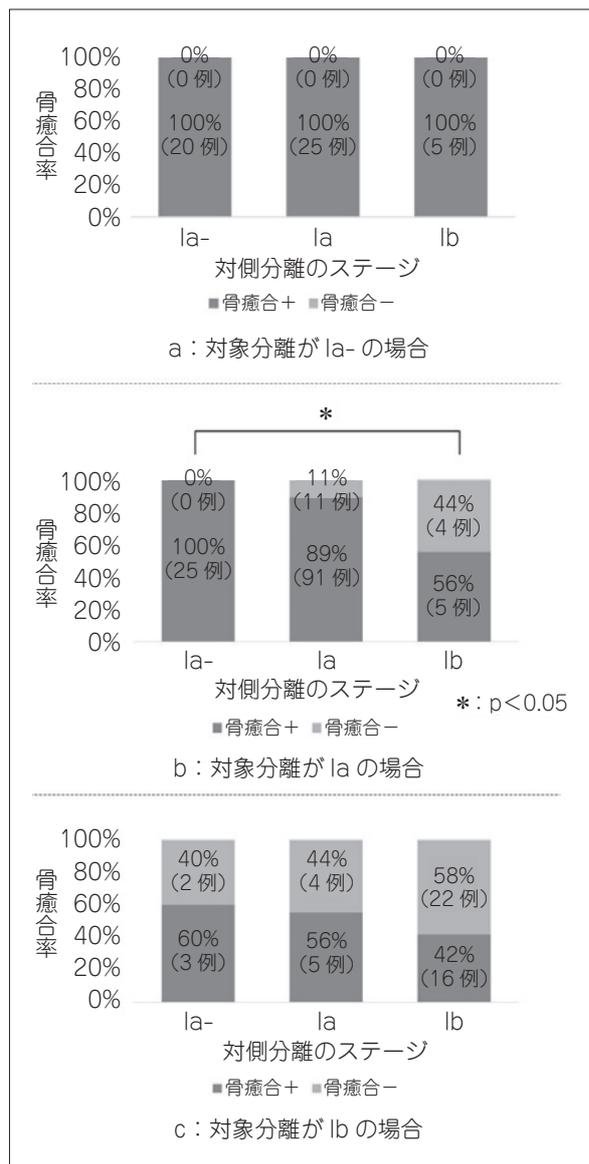


図2 対側ステージ別の対象分離の骨癒合率
 a: 対象分離が Ia- の場合, 対側分離のステージに関わらず全例で骨癒合した。
 b: 対象分離が Ia の場合, 対側 Ib は対側 Ia- と比較して有意に骨癒合率が低下していた (p<0.05)。
 c: 対象分離が Ib の場合, 有意差はなかった。

合率は 100% であった (図 2-a)。対象の分離が Ia の場合の骨癒合率は, 対側 Ia- は 100%, 対側 Ia は 89%, 対側 Ib は 56% であった。対側 Ib は対側 Ia- と比較して有意に骨癒合率が低下していた (P<0.05) (図 2-b)。対象の分離が Ib の場合の骨癒合率は, 対側 Ia- は 60%, 対側 Ia は 56%, 対側 Ib は 42% であった。対側 Ib は対側 Ia- と比較して骨癒合率は低下していたが, 有意差は認めなかった (図 2-c)。比較検討資料として, 新鮮腰椎分離症の片側例 211 例の各ステージにおける骨癒合率は,

Ia- は 100%, Ia は 95%, Ib は 78% であった (図 3)。また, 新鮮腰椎分離症のうち対側に陳旧性分離を有する例は 12 例の各ステージにおける骨癒合率は, Ia- は 100%, Ia は 50%, Ib は 20% であった (図 4)。

■ 考 察

蒲田ら¹²⁾ は骨癒合阻害因子について, 対側病変の存在が影響し, 対側偽関節例の存在はさらに影響すると述べており, 新鮮腰椎分離症において, 対側に分離があることは骨癒合に影響を与えることが示唆されている。本研究では, 対側に陳旧性分離を有する例の骨癒合率は Ia は 50%, Ib は 20% で, 片側 Ia の骨癒合率 95%, 片側 Ib の骨癒合率 78% と比較して低下しており, 対側偽関節例は骨癒合阻害因子であった。

本研究では, 新鮮腰椎分離症の両側例において, 対象分離が Ia の場合, 対側 Ib は対側 Ia- と比較して骨癒合率が有意に低下していた。また, 片側例 Ia の骨癒合率は 95% であるので, 対側に Ib の分離を有する場合, 骨癒合率 56% は明らかに低下していた。対象分離が Ib の場合, 対側に Ib の分離を有するときは骨癒合率は 42% としており, 片側例 Ib の骨癒合率 78% より明らかに低下していた。辰村ら¹⁵⁾ は対側に偽関節を認める場合のメカニズムを報告している。骨の連続性が絶たれた場合, 椎間関節への力学的負荷が左右不均等となるため対側に分離が生じやすく, 治癒しにくいとしている。また, Sairyō ら¹⁶⁾ は有限要素解析にて片側腰椎分離症における対側椎弓根にかかる応力に関して, 分離のない例と比較して椎弓根には 12.6 倍の応力が集中すると述べている。対側に分離があることで腰椎が不安定となり, 残存する椎弓に多大なストレスが加わることが骨癒合を阻害する要因と考えられる。先行研究では対側偽関節が骨癒合阻害因子と報告されている^{11, 12, 16, 17)} が, 本研究では対側に Ib の分離を有する場合, 骨癒合率が低下していた。Ib も陳旧性分離と同様に, 尾側から頭側にかけての完全分離であるので, 反対の分離部に応力が集中しやすいためと考えられる。そのため, 対側に Ib が存在する場合は, 骨癒合を目指した保存療法を選択するにあたって, 骨癒合しない可能性があることを患者自身や患者の保護者に十分説明する必要がある。また, 対象分離が Ib では, 対側の分離が Ib 以上の場合で骨癒合率が 20~40%

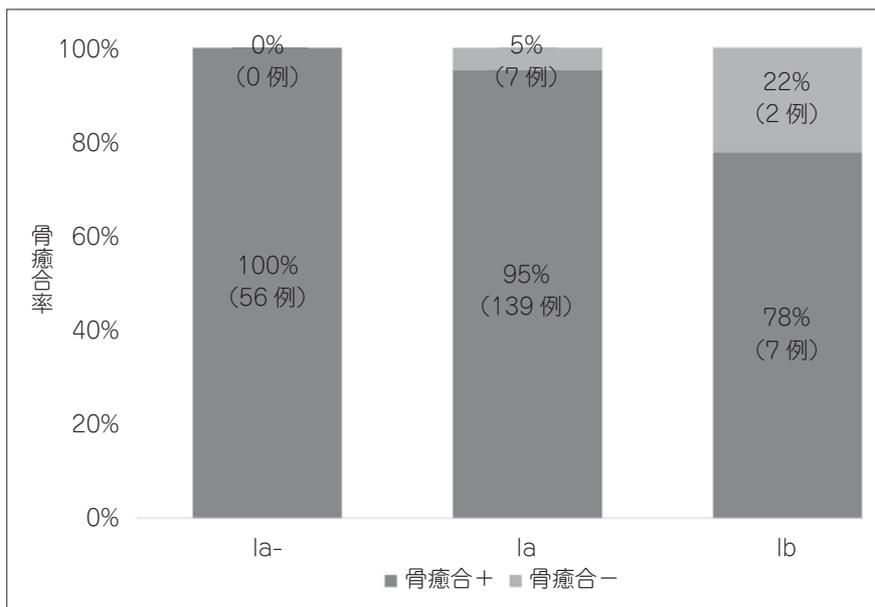


図3 片側例の各ステージの骨癒合率
各ステージの骨癒合率はIa-は、100%、Iaは95%、Ibは78%であった。

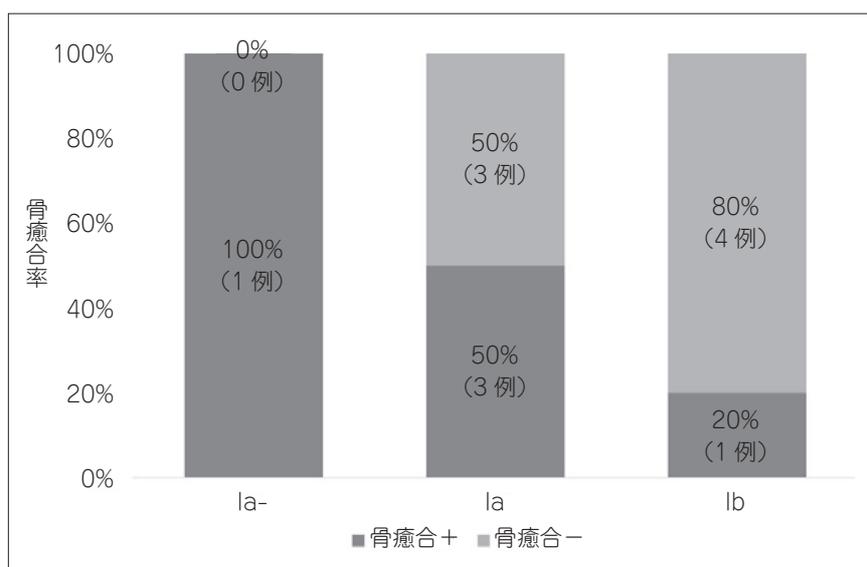


図4 対側に陳旧性分離を有する場合の各ステージの骨癒合率
各ステージの骨癒合率は、Ia-は100%、Iaは50%、Ibは20%であった。

のため、治療経過を慎重に観察し、骨癒合傾向がみられない場合は骨癒合を図らず、疼痛管理を行いスポーツ復帰を目指すような治療方針への転換が必要と思われる。

今後の展望として、本研究の結果を踏まえてリハビリテーションプロトコルの改善が挙げられる。例えば、対象分離がIaでは、対側分離がIbや陳旧性分離の場合は骨癒合率が低くなるため、骨癒合を目的とした保存療法を行う際は十分な安静期間を確保する必要がある。その為、コルセッ

ト装着から1か月間はセルフストレッチや体幹トレーニングを行わない完全安静期を設ける必要があるかもしれない。今後、完全安静期を設けた腰椎分離症患者に対する骨癒合率の検討をしていきたいと考えている。本研究の限界は、椎体高位別あるいは年代別に検討しておらず、これらの因子の影響が否定できないことである。今後は症例数を増やし、これらの因子の影響も検討していきたいと考えている。

結 語

新鮮腰椎分離症両側例において、対象分離がIa, Ibの場合、対側分離のステージが進行するにつれて骨癒合率は低下していた。特に、対象分離がIaの場合、対側Ibは対側Iaと比較して有意に骨癒合率が低下していた。また、対側にIbの分離を有する場合は、片側例と比べて骨癒合率は低下していた。ステージがIb以上は完全骨折であるため、対側分離がIb以上であると不安定性が対象分離の骨癒合に影響する可能性が示された。

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, Sakai T, Yasui N. Conservative Treatment of Lumbar Spondylolysis in Childhood and Adolescence: The Radiological Signs Which Predict Healing. *J Bone Joint Surg Br.* 2009; 91: 206-209.
- 2) Sairyo K, Sakai T, Natsuo Y, et al. Conservative treatment for pediatric lumbar spondylolysis to achieve bone healing using a hard brace: what type and how long?: Clinical article. *J Neurosurg Spine.* 2012; 16: 610-614.
- 3) 杉浦史郎, 青木保親, 大山隆人, 他. 病期に応じたゴール設定. *臨床スポーツ医学.* 2019; 36: 1094-1101.
- 4) 畠山健次. 骨癒合を目的とした装具療法と運動療法. *臨床スポーツ医学.* 2019; 36: 1114-1119.
- 5) Iwaki K, Sakai T, Hatayama D, et al. Physical features of pediatric patient with lumbar spondylolysis and effectiveness of rehabilitation. *The Journal of Medical Investigation.* 2018; 65: 177-183.
- 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) 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向き研究. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2013; 21: 105-110.
- 8) 杉浦史郎, 青木保親, 大山隆人, 他. 発育期腰椎分離症のリハビリテーション—装具療法期間からスポーツ完全復帰まで—. *臨床スポーツ医学.* 2019; 39: 279-282.
- 9) 酒巻忠範. 発育期腰椎分離症～新鮮例に必要なストラテジーとは～. *日本整形外科スポーツ医学会誌.* 2017; 37: 99-102.
- 10) 石本 立, 辰村正紀, 蒲田久典, 他. 潜在性二分脊椎併発の有無と片側・両側分離が腰椎分離症治療に及ぼす影響. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2018; 26: 442-449.
- 11) 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.
- 12) 蒲田久典, 辰村正紀, 江藤文彦, 他. 多変量解析による腰椎分離症が保存療法後に偽関節となる危険因子. *J Spine Rec.* 2021; 12: 766-772.
- 13) 奥脇 駿, 辰村正紀, 蒲田久典, 他. 発育期スポーツにおける腰椎分離症患者の解析と積極的保存療法. *日本整形外科スポーツ医学会誌.* 2018; 38: 172-176.
- 14) 小林良充. 成長期スポーツ選手の腰椎分離症に対する診断と治療. *臨床スポーツ医学会誌.* 2008; 16: 322-329.
- 15) 辰村正紀, 蒲田久典, 芋生祥之, 他. 片側終末期腰椎分離症の対側に発生した腰椎分離症における新鮮分離部の癒合率. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2017; 25: 367-372.
- 16) Sairyo K, Katoh S, Sasa T, et al. Athletes with unilateral spondylolysis are at risk of stress fracture at the contralateral pedicle and pars interarticularis: a clinical and biomechanical study. *Am J Sports Med.* 2005; 33: 583-590.

(受付：2022年1月7日, 受理：2022年3月14日)

Effects of the stage of contralateral spondylolysis on fresh lumbar spondylolysis bone union

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

* Shizuoka Mirai Sports Orthopedics

Key words: Lumbar spondylolysis, bone union, contralateral spondylolysis stage

[Abstract] We examined the effect of the stage of spondylolysis of the contralateral side on bone union in case of bilateral fresh lumbar spondylolysis. Our study comprised 342 fresh lumbar spondylolysis cases. We evaluated 119 bilateral cases of the original 342 cases. These patients received conservative treatment to achieve bone union from March 2015 to March 2021. These were classified into three stages: Ia-, Ia, and Ib based on the computed tomography findings. We compared the bone union rate of the target spondylolysis from the contralateral stage. We calculated and compared the bone union in unilateral cases (211) as well as that in cases of terminal stage on the contralateral side (12).

When the target was a stage Ia lesion, the bone union rate of the contralateral stage Ib lesions was significantly lower than that of contralateral stage Ia- lesions ($p < 0.05$). When the target was a stage Ib lesion, the bone union rate of the contralateral stage Ib lesion was lower than that of the contralateral stage Ia lesion, but the differences were not statistically significant. Ib or higher stage of the contralateral spondylolysis may be a bone union-inhibiting factor of the target spondylolysis.