

青少年の腰椎分離症における 両側分離の骨癒合率—対側病変の病期が 骨癒合に及ぼす影響—

The effect of the stage of the contralateral side lesion on the fusion rate in cases of bilateral lumbar spondylolysis

蒲田久典*^{1,2,3}, 辰村正紀*², 塚越祐太*³
武井隼児*⁴, 石本 立*⁵, 江藤文彦*²
小川 健*², 万本健生*², 平野 篤*²

キー・ワード : Lumbar spondylolysis, bilateral lesions, stage of the contralateral side lesion
腰椎分離症, 両側分離, 対側病期

【要旨】 腰椎分離症における両側分離は片側分離と比較し保存治療の骨癒合率が劣る。両側分離における対側病変の病期が骨癒合に及ぼす影響を検討したので報告する。

MRI の STIR 像で椎弓根に高信号変化を伴う病変を新鮮腰椎分離症と診断し、対側の末期病変を含み両側に病変を認める 39 例 62 分離 (平均 13.8 歳, 男性 30 例, 女性 9 例) を対象とした。保存療法を行い対側病変の病期別の骨癒合率を検討した。

対側病変の病期別の骨癒合率は、対側分離前期 87.5%, 対側初期 78.9%, 対側進行期 71.4%, 対側末期 23.1% であった。

両側分離において、主病変の病期よりも対側病変の病期が骨癒合率に影響しており、対側病変の病期が進行するほど骨癒合率は低下していた。特に主病変進行期、対側末期の症例は全例が偽関節化していた。対側病変も評価し、骨癒合の可能性が非常に低い病変においては長期間の運動制限が必要な保存療法よりも、疼痛管理を中心とした運動継続も考慮すべきである。

はじめに

青少年の腰椎分離症において、病変の病期が進行すると骨癒合率が低下すること¹⁾、片側分離と比較して両側に病変を認める両側分離は骨癒合率に劣ることが報告されている²⁾。さらに両側分離においては対側病変が末期の場合、骨癒合率が大きく

低下するが³⁾、対側病変の病期に注目した分離部の癒合率の報告は少ない。

青少年の腰椎分離症患者のうち、両側分離において対側病変の病期別の骨癒合率を評価したので報告する。

対象および方法

対象は、2015 年 4 月から 2017 年 3 月までの 2 年間、当院当科外来において MRI の STIR 像で椎弓根部に高信号変化 (HSC ; High Signal Change)⁴⁾ を認め新鮮腰椎分離症と診断した高校生以下の患者 91 例 117 分離のうち、対側の末期病変を含む両側性の分離を認める 39 例 62 分離、平均 13.8 歳 (8-18 歳) である。男児は 30 例 49 分離、

*1 社会医療法人社団光仁会総合守谷第一病院整形外科

*2 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科

*3 筑波大学医学医療系整形外科

*4 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/茨城県厚生連総合病院水戸協同病院リハビリテーション部

*5 筑波大学附属病院リハビリテーション科

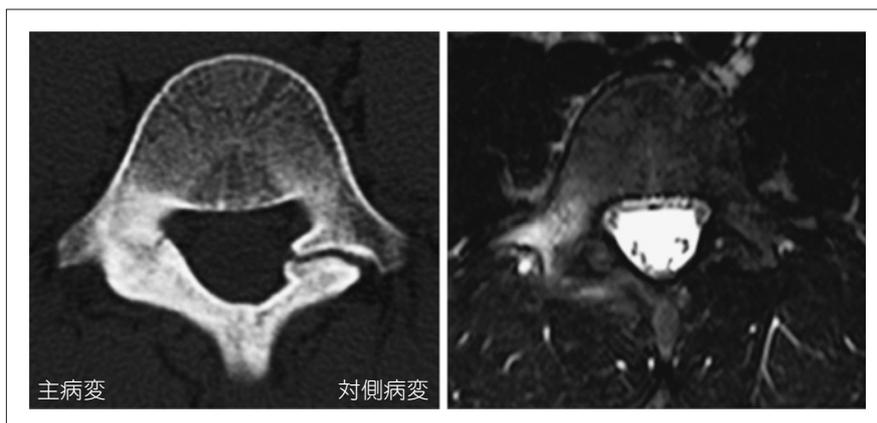


図1 主病変・対側病変の評価例

MRIのSTIR像でHSCを認める側を「主病変」、HSCを伴わない末期病変を含め反対側の病変を「対側病変」として主病変・対側病変の病期をそれぞれ評価する。

右：主病変 HSC (+) CT 初期

左：対側病変 HSC (-) CT 末期

表1 主病変，対側病変の病期，およびその骨癒合率

合計 62分離		対側病変病期			
		分離前期 16分離	初期 19分離	進行期 14分離	末期 13分離
主病変 病期	分離前期 19分離	10/10 100%	4/5 80.0%	1/2 50.0%	2/2 100%
	初期 22分離	3/4 75.0%	7/9 77.8%	3/5 60.0%	1/4 25.0%
	進行期 21分離	1/2 50.0%	4/5 80.0%	6/7 85.7%	0/7 0%
	末期 10分離	0/0 0%	0/0 0%	0/0 0%	0/0 0%

平均13.8歳(8-18歳)，女兒は9例13分離，平均13.9歳(12-17歳)である。

腰椎分離症の診断は，単純X線およびCTで骨折線を認めるもの，もしくはMRIのSTIR像でHSCを認めるものとした。

病期分類は，西良らのCT水平断分類⁵⁾を一部改変し，「初期」，「進行期」，「末期」にCTで骨折線を認めずMRIのSTIR像HSCを認める「分離前期⁶⁾」を加え，HSCを認める側を「主病変」，HSCを伴わない末期病変を含め反対側の病変を「対側病変」として主病変・対側病変の病期をそれぞれ評価した(図1)。両側ともに新鮮病変の場合は，2分離として扱い，主病変・対側病変をそれぞれカウントした。

新鮮腰椎分離症に対して保存療法を行った。治療プロトコルは体育を含めた運動の中止，腰椎伸展・回旋制限装具(テクノブレイス社製ナイト型半硬性コルセット)の装着，およびアスレチックリハビリテーションである。治療中は1か月ご

とにMRIを撮影し，STIR像におけるHSCが消失した時点でCTを撮影し対側病変の病期別に骨癒合を評価した。

統計学的処理は， χ^2 乗検定および主病変・対側病変を説明変数とし骨癒合の有無を目的変数としたロジスティック回帰分析を用い，有意水準は0.05とした。統計処理はSAS社のJMP[®]14を用いた。

結果

主病変，対側病変の病期，およびその骨癒合率は以下の通りで，保存療法を行った62分離中42分離(67.7%)で骨癒合を得た(表1)。

主病変が分離前期の19分離において，対側分離前期が10/10分離(100%)，対側初期が4/5分離(80.0%)，対側進行期が1/2分離(50.0%)，対側末期が2/2分離(100%)であった。

主病変が初期の22分離において，対側分離前期が3/4分離(75.0%)，対側初期が7/9分離(77.8%)，対側進行期が3/5分離(60.0%)，対側末期が1/4分離(25.0%)であった。

主病変が進行期の21分離において，対側分離前期が1/2分離(50.0%)，対側初期が4/5分離(80.0%)，対側進行期が6/7分離(85.7%)，対側末期が0/7分離(0%)であった。

主病変の病期別の骨癒合率は以下の通りであった。

主病変分離前期は17/19分離(89.5%)，主病変初期は14/22分離(63.6%)，主病変進行期は11/

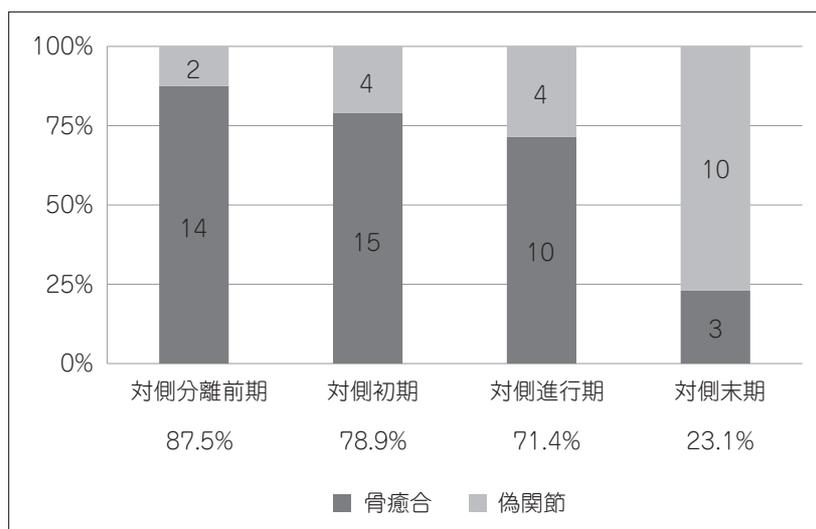


図2 対側病変別骨癒合率

21 分離 (52.4%) であった。

対側病変の病期別の骨癒合率は以下の通りであった (図 2)。

対側分離前期は 14/16 分離 (87.5%)，対側初期は 15/19 分離 (78.9%)，対側進行期は 10/14 分離 (71.4%)，対側末期は 3/13 分離 (23.1%) であった。

骨癒合と主病変の病期，対側病変の病期において重回帰分析を行うと，癒合に対して主病変の病期の影響は有意ではなく ($p=0.15$)，対側病変の病期は有意に影響していた ($p<0.01$)。また対側病期別の骨癒合率は χ^2 乗検定で有意な差をみとめ ($p<0.01$)，残差分析で対側末期の癒合率は有意に低かった ($p<0.01$)。

代表症例 1 癒合例

13 歳男児，野球。CT では明らかな骨折を認めず (図 3a)，MRI で両 L5 に HSC を認め (図 3b 矢印)，右 L5 分離前期，左 L5 分離前期と診断した。対側病変はそれぞれ分離前期とした。4 か月で HSC は消失し CT でも骨折にいたらず治癒した (図 3c)。運動復帰を許可し，その後は腰痛の再燃なく運動を継続している。

代表症例 2 偽関節例

13 歳女児，ソフトボール。CT (図 4a) では右 L5 末期，左 L5 進行期であり，MRI では左のみ HSC を認めた (図 4b)。主病変進行期，対側病変末期とした。4 か月で HSC は消失したが左が偽関節化した (図 4c)。徐々に運動復帰し，現在経過観

察中である。

考 察

正常な腰椎では椎体後面・椎弓根・椎弓により骨性輪状構造が構成される。腰椎分離症の両側分離において，辰村らは対側病変が末期の場合，骨性輪状構造の連続性が破綻し，比較的軽度のストレスで分離症が生じやすく，力学的負荷が大きく骨癒合が得られにくいいため，骨癒合率は非常に低いと報告している³⁾。

本研究においても対側病変が進行すると骨癒合率は低下し，特に対側末期においては 23.1% とその骨癒合率は有意に低下していた。両側分離においては主病変の病期よりも対側病変の病期が骨癒合に有意に影響するという結果が得られた。主病変は分離前期から進行期までの 3 カテゴリーに対し，対側病変は分離前期から末期までの 4 カテゴリーに分類し，対側末期が有意に主病変の癒合率を低下させていることが本研究の結果に影響している可能性が考えられる。両側分離では片側分離と異なり，対側病変の病期も踏まえて治療を行う必要がある。

力学的には，骨性輪状構造の後方が欠損する潜在性二分脊椎 (SBO: Spina Bifida Occulta) において，有限要素モデルで回旋・伸展での椎弓峡部への負荷が正常よりも大きく，はるかに少ない反復回数で疲労骨折を来しうると報告されている⁷⁾。同様に，対側病変が骨折線を認めない分離前期，hair line の初期に比べ，clear gap の進行期，及び偽関

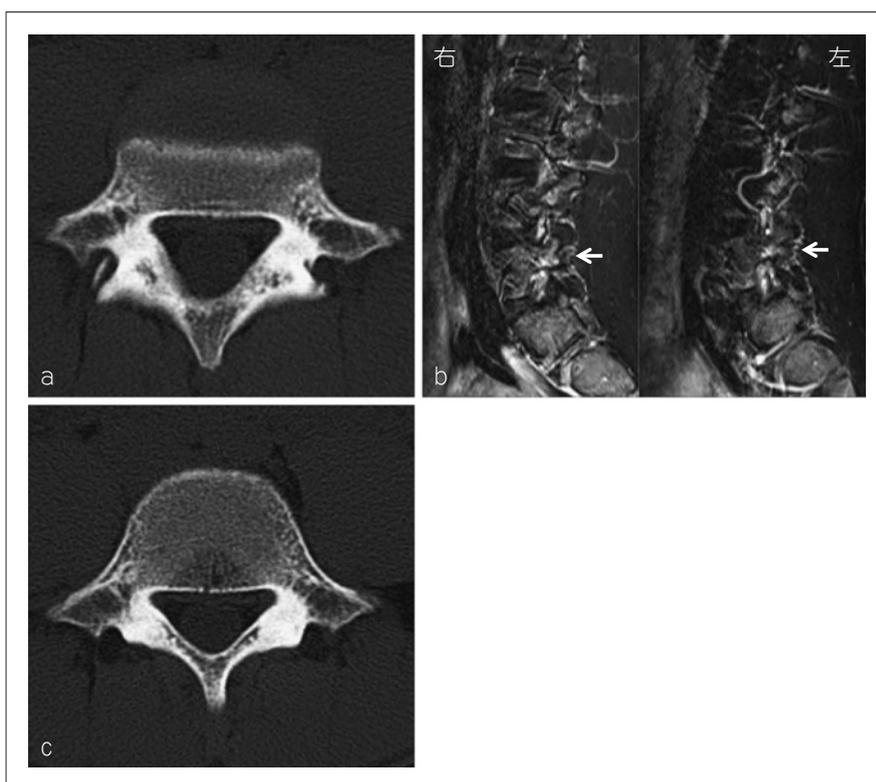


図3 代表症例1 癒合例

- a: 初診時 CT 水平断 (L5) 明らかな骨折を認めない。
- b: 初診時 MRI-STIR 矢状断 左右ともに L5 (矢印) に HSC を認める。
- c: 評価時 CT 水平断 (L5) 骨折にいたらず治癒した。

節の末期では骨性輪状構造における対側椎弓の間隙は増大し(図5), 不安定性が増加するため主病変の骨癒合が得られにくいと考えられる。

また腰椎分離症において特に保存療法の骨癒合率が悪い病変として, 両側分離で対側末期が0%³⁾, L5の両側分離で主病変進行期が46%²⁾と報告されている。本研究においては両側分離で主病変進行期, 対側末期7分離全てで骨癒合が得られず偽関節化した。

主病変が進行期の新鮮腰椎分離症においては5.4か月の治療期間で, 64%の骨癒合率と報告されている¹⁾。一方で, 同じ主病変進行期であっても, 対側が末期の症例では, 本研究において骨癒合率は0%であった。

骨年齢が若い二次骨化核が出現していないCartilaginous Stageに発症した腰椎分離症が偽関節化した場合, 80%がすべり症を発症するため⁸⁾, 骨癒合が厳しくともすべり症を防ぐために保存療法を行うべきである。しかし成長が終了したEpiphyseal stageの患者においてはすべり症の発症はほぼ認めないとされている⁸⁾。3年間の学生生

活, 多くは2年半程度にスポーツ活動期間に限られる中高生において, 半年近くの運動中止を強いが現実的に骨癒合がほぼ得られない病変に対する保存療法は疑問視される。短期間の安静と薬物療法, 分離部ブロックなどの疼痛管理により運動を継続させた方が患者の満足度を上げる可能性がある。骨年齢が成熟した患者の骨癒合が厳しい病変においては長期の運動制限を強い保存療法よりも, 疼痛管理を中心とした運動継続も考慮すべきである。

結 語

両側分離において, 対側病変の病期は独立して主病変の骨癒合率に影響していた。対側病変の病期が進行するほど骨癒合率は低下し, 特に対側末期での骨癒合率は低かった。両側分離では片側分離と異なり, 対側病変の病期も踏まえて治療を行う必要がある。

主病変進行期, 対側末期の症例は全例が偽関節化した。骨癒合の可能性が非常に低い病変においては長期間の運動制限が必要な保存療法よりも,

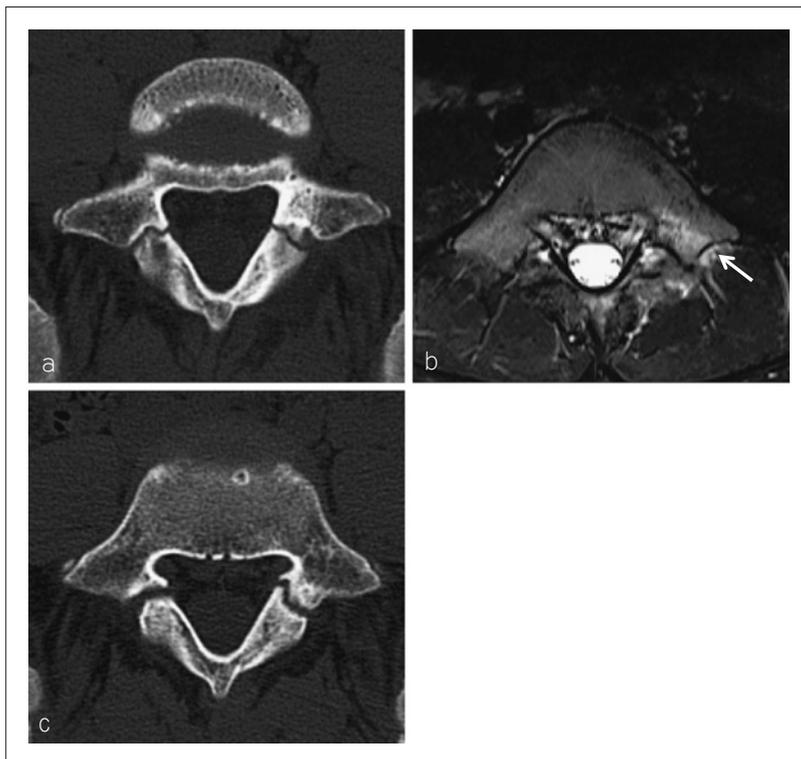


図4 代表症例2 偽関節例
 a: 初診時 CT 水平断 (L5) 右は骨硬化を伴う末期, 左は進行期であった.
 b: 初診時 MRI-STIR 水平断 (L5) 左のみ HSC を認める (矢印).
 c: 評価時 CT 水平断 (L5) 左も骨癒合を得られず偽関節化した.

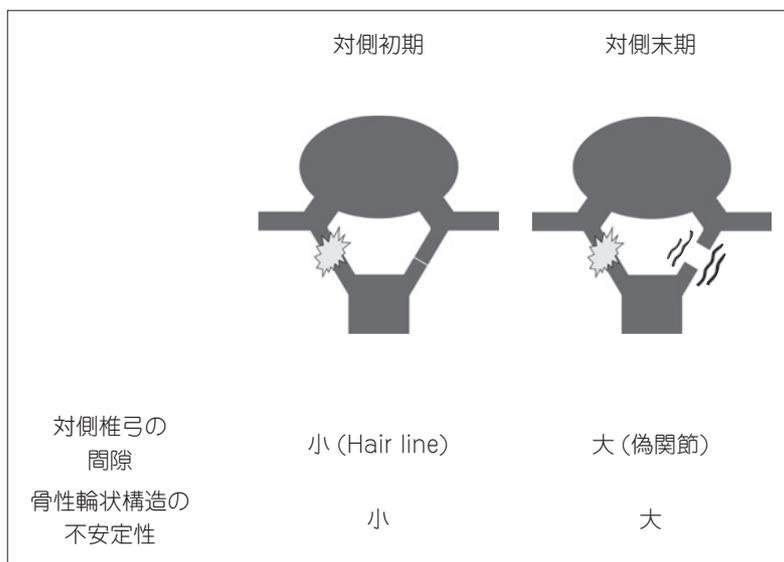


図5 対側病変の病期による骨性輪状構造の不安定性
 対側病変が初期の場合, 対側椎弓の間隙は Hair line 程度で不安定性も小さいが, 対側末期の場合, 偽関節化しているため間隙も大きく不安定性も強いと考えられる.

疼痛管理を中心とした運動継続も考慮すべきである.

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, Dezawa, A. Conservative treatment for pediatric lumbar spondylolysis to achieve bone healing using a hard brace: what type and how long? *J Neurosurg Spine*. 2012; 16(6): 610-614.
- 2) 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～. *整スポ会誌*. 2017; 37: 99-102.
- 3) 辰村正紀, 蒲田久典, 芋生祥之, 平林 匠, 石本立, 内田卓郎, 井伊聡樹, 浅川俊輔, 小川 健, 万本健生, 平野 篤. 片側終末期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. *日臨スポーツ医会誌*. 2017; 25: 367-373.
- 4) Sairyo, K, Katoh, S, Takata, Y, Terai, T, Yasui, N, Goel, VK, Masuda, A, Vadapalli, S, Biyani, A, Ebraheim, N. MRI signal changes of the pedicle as indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents; a clinical and biomechanical study. *Spine*. 2006; 31: 206-211.
- 5) Fujii, K, Katoh, S, Sairyo, K, Ikata, T, Yasui, N. Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents. The radiological outcome after conservative treatment. *J. Bone Joint Surg-B*. 2004; 86: 225-231.
- 6) 蒲田久典, 辰村正紀, 柴尾洋介, 江藤文彦, 山崎正志. 青少年の腰椎分離症における分離前期症例の検討. *J Spine Res*. 2018; 9: 1436-1442.
- 7) Conal, Q, Mark, SY, Andrius, C, Kevin, CC, Nick, SP, Donal, SM, Bronek, MB. Finite element investigation of the effect of a bifid arch on loading of the vertebral isthmus. *Spine J*. 2014; 14: 675-682.
- 8) Sairyo, K, Katoh, S, Ikata, T, Fujii, K, Kajiura, K, Goel, VK. Development of spondylolytic olisthesis in adolescents. *Spine J*. 2001; 1: 171-175.

(受付：2018年5月10日, 受理：2018年9月19日)

The effect of the stage of the contralateral side lesion on the fusion rate in cases of bilateral lumbar spondylolysis

Gamada, H.^{*1,2,3}, Tatsumura, M.^{*2}, Tsukagoshi, Y.^{*3}
Takei, S.^{*4}, Ishimoto, R.^{*5}, Eto, F.^{*2}
Ogawa, T.^{*2}, Mammoto, T.^{*2}, Hirano, A.^{*2}

*1 Dept. of Orthop. Surg., Moriya Daiichi General Hospital

*2 Dept. of Orthop. Surg. and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center/Mito Kyodo General Hospital

*3 Dept. of Orthop. Surg., University of Tsukuba

*4 Dept. of Rehabilitation, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center/Mito Kyodo General Hospital

*5 Dept. of Rehabilitation, University of Tsukuba Hospital

Key words: Lumbar spondylolysis, bilateral lesions, stage of the contralateral side lesion

[Abstract] The fusion rate of bilateral lesions of lumbar spondylolysis is known to be inferior to that of unilateral lesions. However, there are a few reports describing the effect of the stage on the contralateral side lesion on the fusion rate of the main lesion.

This study was intended to investigate the effect of the stage of the contralateral side lesion on the fusion rate of bilateral lumbar spondylolysis.

This study included 39 child and adolescent patients (9 girls and 30 boys; mean age, 13.8 years) with 62 fresh bilateral lesions.

When we diagnosed the spondylolysis, we investigated the CT axial staging by Sairyo of the main side lesion and the contralateral side lesion. We then compared the fusion rate of the main lesion after conservative therapy with the stage of the contralateral side lesion.

The fusion rate was 87.5% (14/16 lesions) in the pre-lysis stage group, 78.9% (15/19 lesions) in the early stage group, 71.4% (10/14 lesions) in the progressive stage group and 23.1% (3/13 lesions) in the terminal stage group of the contralateral side.

The fusion rate decreased as the stage of the contralateral lesion progressed. In particular, none of the 7 progressive stage main lesions with terminal stage on the contralateral side achieved bony healing.