

癒合不全と思われたが最終的に 癒合が得られた両側腰椎分離症の2症例

Two cases of bilateral lumbar spondylolysis that achieved bony union
after failed union had been judged

辰村正紀*1, 芋生祥之*2, 内田絢子*1, 藤居研考*1
道信龍平*1, 小川 健*1, 万本健生*1, 平野 篤*1
奥脇 駿*3, 蒲田久典*3, 江藤文彦*3, 山崎正志*3

キー・ワード：lumbar spondylolysis, disappearance of bone marrow edema, bone union
腰椎分離症, 骨髄浮腫消失, 骨癒合

〔要旨〕 腰椎分離症における MRI 撮像の有用性は骨折線の見えない病変を描出するだけでなく、保存療法のエンドポイントを判断する際にも有用とされている。今回、骨髄浮腫が消失した時点では CT における骨連続性を認めなかった癒合不全と思われた症例のうち、1年以上の間隔を開けて再度撮像した CT で骨癒合していた2症例の詳細を報告する。症例1は12歳、男児、陸上競技専門。L5の分離で癒合不全と判断した567日後のCTで骨連続性を認めた。症例2は11歳、男児、ソフトボール専門。L4の分離で癒合不全と判断した1194日後のCTで骨連続性を認めた。本研究では骨髄浮腫消失時の骨非連続性をもって癒合不全と判断した症例の26例(93%)が、その後も骨癒合を得られずに偽関節に至った。一方で学童期の症例で保存療法直後の場合はMRIにて骨髄浮腫が消失した際にCTで骨連続性がなく癒合不全と判断しても、数年後に癒合が得られる症例も存在する。

緒言

腰椎分離症におけるMRIは様々なタイミングで方針を判断するために用いられている。1つ目は骨折線の見えない病変を描出し腰椎分離症と診断する時¹⁾、2つ目は治療方針を選択するために関節突起間部に骨性の間隙が生じた分離部が偽関節かどうか判定する時²⁾、そして3つ目は保存療法中の経過の中で治癒機転の活動性を判定し治療のエンドポイントを判断する時である³⁾。腰椎分離症ではこの3つの局面で診断や治療においてMRIが有用とされている。我々はMRIにおける骨髄浮腫が消失した時点でCTを撮像し癒合もしくは癒合

不全を判断してきた⁴⁾。一方で骨髄浮腫が消失した時点で分離部に骨性架橋がなくても将来的に癒合が得られる症例が稀に存在することが知られている。今回、骨髄浮腫が消失した際に骨癒合が得られていなかったが、その後に癒合に至った2症例の詳細を報告する。

対象および方法

本院を受診した腰椎分離症患者のうち初診時からすでに骨髄浮腫が消失しており偽関節と判断した症例もしくは治療後に骨髄浮腫が消失した時点のCTで骨連続性を認めず癒合不全と判断した両側性の症例を抽出した。さらにその中から経過観察が可能であり、300日以上の間隔を開けて再度CTを撮像した高校生以下の28名(男性18例、女性10例、平均年齢14.1歳)のうち、最終的に骨癒合が得られた2例を詳細な報告の対象とした。

骨髄浮腫の判定にはMRIのShort Tau Inver-

*1 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

*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リハビリテーション部

*3 筑波大学医学医療系整形外科

表 1

	症例 番号	性別	年齢 (歳)	罹患高位	SBO 有無	初診時の 状態	癒合不全の 判定から最終CT までの日数	最終判定
U 群	1	男性	11	L4	あり	新鮮分離	1194	癒合
	2	男性	12	L5	あり	新鮮分離	567	癒合
P 群	3	男性	12	L5	あり	偽関節	1191	
	4	女性	13	L5	あり	新鮮分離	1308	
	5	男性	13	L4	あり	新鮮分離	630	
	6	男性	13	L5	あり	新鮮分離	549	
	7	男性	13	L5	なし	新鮮分離	366	
	8	男性	13	L5	あり	新鮮分離	870	
	9	女性	13	L5	なし	偽関節	1937	
	10	男性	13	L5	あり	偽関節	1911	
	11	男性	13	L5	あり	偽関節	1366	
	12	男性	14	L5	あり	新鮮分離	434	
	13	女性	14	L5	あり	偽関節	339	
	14	女性	14	L5	なし	偽関節	405	
	15	女性	14	L5	なし	偽関節	324	
	16	女性	14	L5	あり	偽関節	1122	
	17	男性	14	L5	あり	新鮮分離	679	
	18	女性	14	L5	あり	偽関節	318	
	19	男性	15	L5	あり	新鮮分離	1232	
	20	男性	15	L4 および L5	あり	偽関節	1429	
	21	女性	15	L5	なし	偽関節	385	
	22	男性	15	L4	なし	偽関節	1394	
	23	男性	15	L5	あり	偽関節	440	
	24	女性	16	L4	なし	新鮮分離	526	
	25	女性	16	L5	なし	偽関節	378	
	26	男性	16	L5	あり	偽関節	850	
	27	男性	17	L5	あり	新鮮分離	490	
	28	男性	17	L5	あり	偽関節	798	

sion Recovery (STIR) 条件画像を用いた。骨髄浮腫の消失を確認した後から再度 CT を撮影するまでには特に運動制限は設けなかった。最終的な癒合の判定は、CT における分離部の骨性架橋の有無で判断した。

今回の対象である最終的に癒合した 2 症例を U 群として、また比較対照として最終的に癒合が得られなかった 26 例を P 群とした。それぞれ性別、初診時年齢、分離罹患高位、潜在性二分脊椎 (SBO) の有無、癒合不全の判定のタイミング (初診時は新鮮分離で治療後に癒合不全となったのか、初診時から偽関節か)、癒合不全の判定後に CT を撮像するまでの期間に関して調査した。

結 果

U 群 2 症例と P 群 26 症例の一覧を表 1 に示す。

性別は U 群が男性 2 例、女性 0 例に対して、P

群が男性 16 例、女性 10 例であった。

初診時の平均年齢は U 群が 11.5 歳 (11-12 歳)、P 群が 14.3 歳 (12-17 歳) であった。

罹患高位は U 群は L4 が 1 例で L5 が 1 例であった。P 群は L4 が 4 例で L5 が 23 例、そのうち 1 例は L4 と L5 の 2 椎弓の偽関節例であった。

SBO を有したのは U 群が 2 例、P 群が 18 例であった。

癒合不全の判定のタイミング (治療後の癒合不全か、初診時から偽関節か) に関しては U 群は治療後の癒合不全が 2 例で初診時から偽関節が 0 例であった。P 群は治療後の癒合不全が 10 例で初診時から偽関節が 16 例であった。

骨髄浮腫消失後に最終 CT を撮るまでの平均期間は U 群が 881 日 (567-1194)、P 群が 834 日 (324-1937 日) であった。

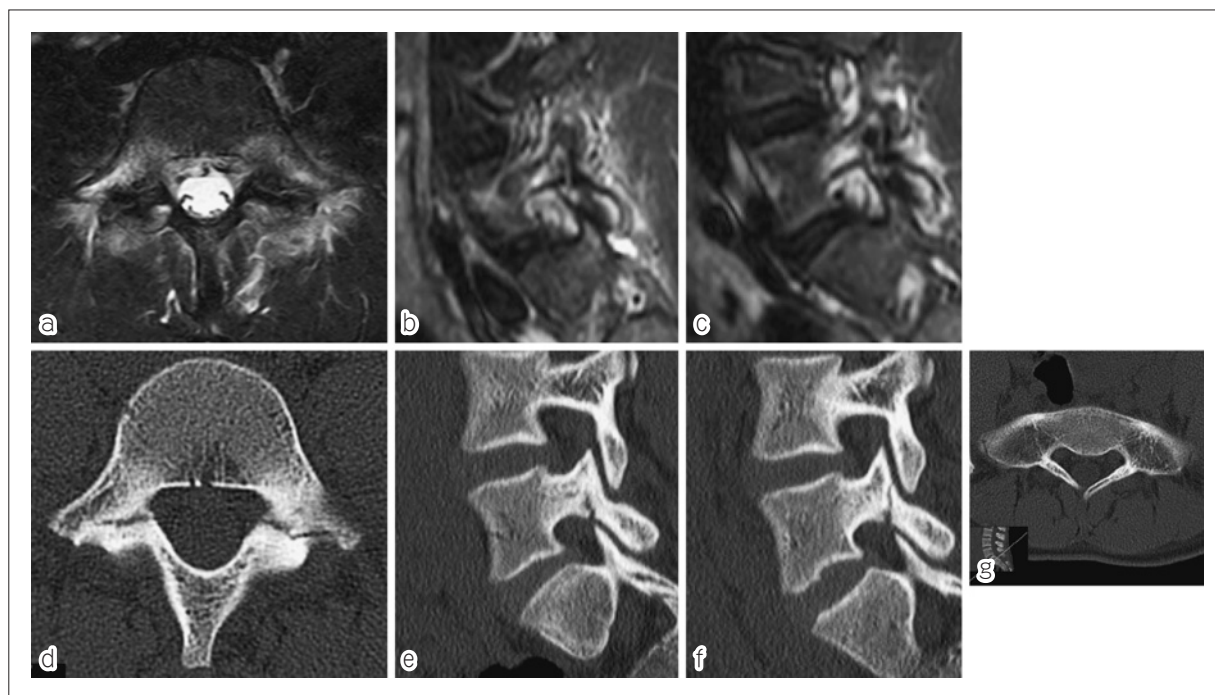


図1 a-c : MRI の STIR 条件で両側の L5 椎弓根周囲に骨髄浮腫を認める。a が水平断, b が右傍正中矢状断, c が左傍正中矢状断。
 d-f : CT 水平断で右初期, 左進行期 (d) で矢状断で右 1C 期 (e), 左 2 期 (f) と判定した。
 g : S1 に潜在性二分脊椎を認めた

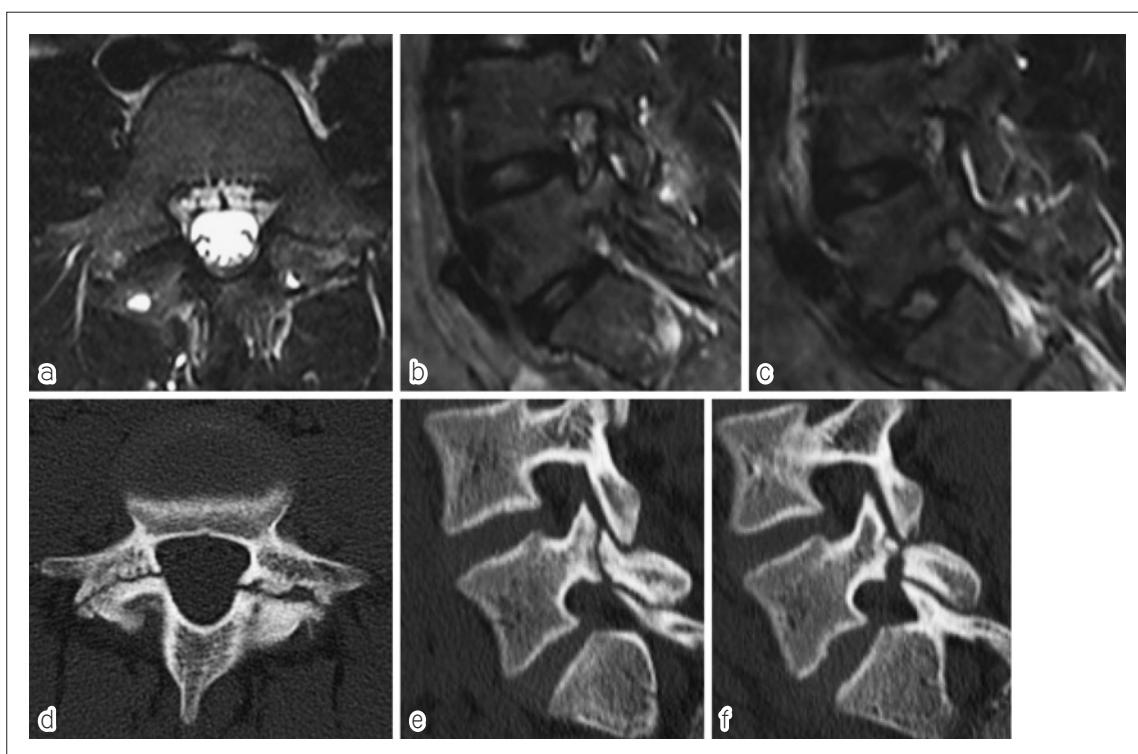


図2 a-c : MRI の STIR 条件で両側の L5 椎弓根周囲に骨髄浮腫の消失を認める。a が水平断, b が右傍正中矢状断, c が左傍正中矢状断。d-f : CT の水平断および傍正中矢状断で両側とも癒合が得られていないと判断した。d が水平断, e が右傍正中矢状断, f が左傍正中矢状断。

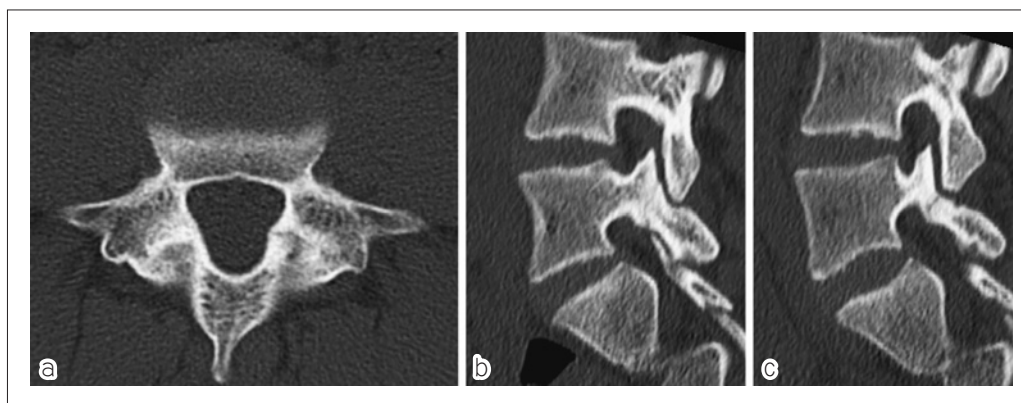


図3 a-c：骨髄浮腫消失と判定してから567日後のCTで両側とも骨癒合が得られている。aが水平断，bが右傍正中矢状断，cが左傍正中矢状断

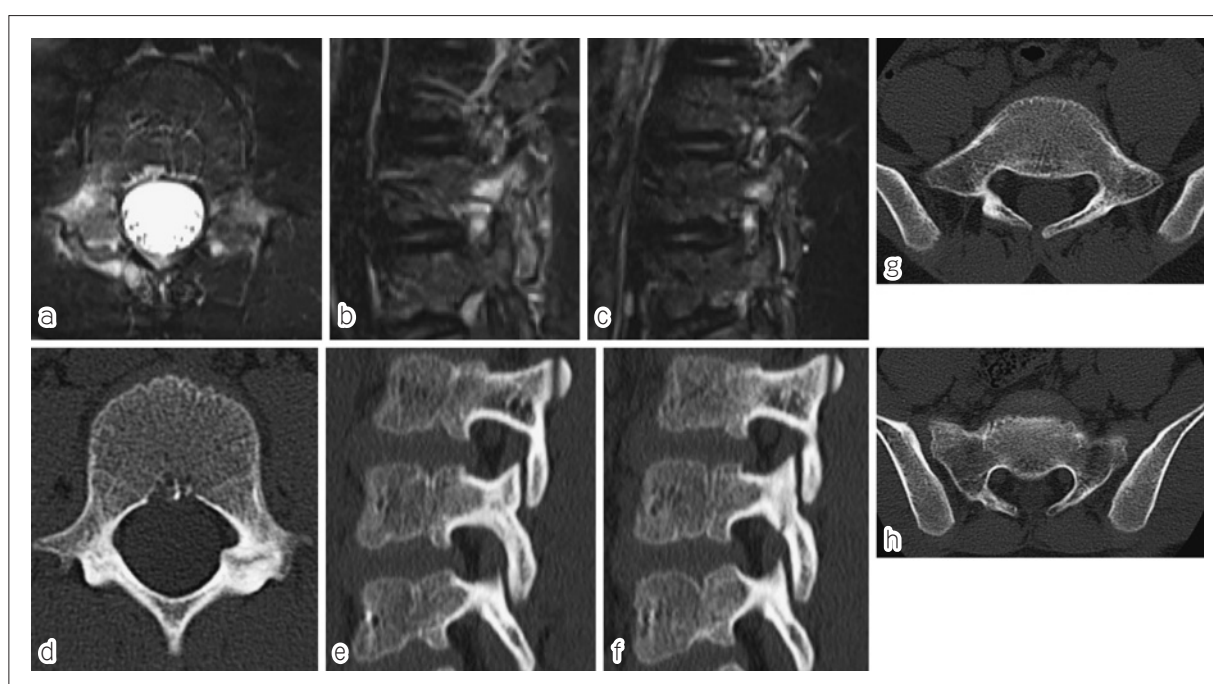


図4 a-c：MRIのSTIR条件で両側のL4椎弓根周囲に骨髄浮腫を認める。aが水平断，bが右傍正中矢状断，cが左傍正中矢状断。
d-f：CTの水平断で右が分離前期，左が初期（d），右傍正中矢状断で0期（e），左傍正中矢状断で1c期（f）と判定した。
g，h：潜在性二分脊椎（SBO）をL5（g），S1（h）に認めた

代表症例

症例1

12歳，男児，陸上競技専門。

初診時に両側に骨髄浮腫を伴うL5分離症と診断し（図1a-c），病期はCT水平断で右初期，左進行期で矢状断で右1C期，左2期と診断した（図1d-f）。SBOはS1に認めた（図1g）。

保存療法を導入して112日後に骨髄浮腫の消失

を認め（図2a-c），CTで骨連続性がないため癒合不全と判断した（図2d-f）。そのため運動再開を指示した。

骨髄浮腫消失と判定してから567日後のCTで骨連続性を認め（図3a-c），癒合と判断した。

症例2

11歳，男児，ソフトボール専門。

初診時に両側に骨髄浮腫を伴うL4分離症と診断し（図4a-c），病期はCT水平断で右分離前期，

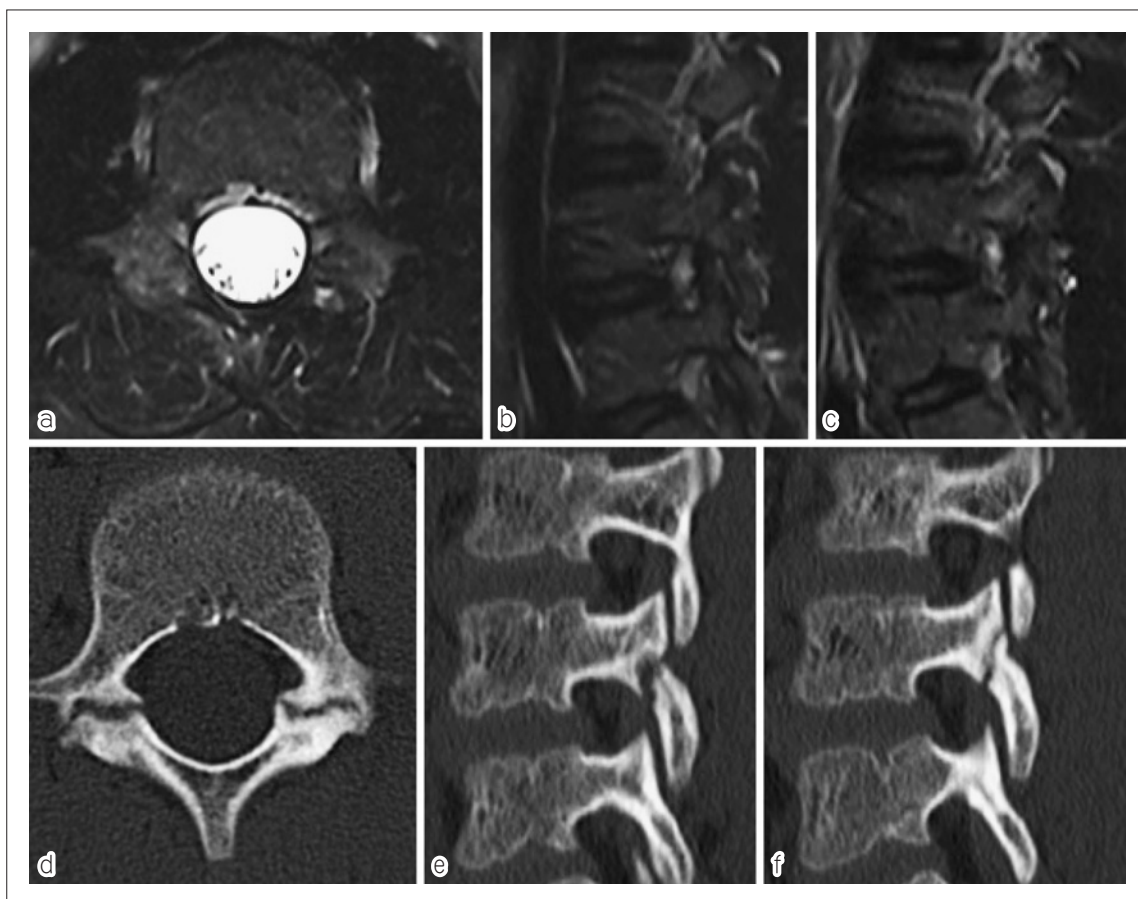


図5 a-c : MRI の STIR 条件で両側の L4 椎弓根周囲に骨髄浮腫の消失を認める。a が水平断, b が右傍正中矢状断, c が左傍正中矢状断。
d-f : CT の水平断および傍正中矢状断で両側とも癒合が得られていないと判断した。d が水平断, e が右傍正中矢状断, f が左傍正中矢状断。

左初期で矢状断で 0 期, 1c 期と診断した (図 4d-f)。SBO は L5, S1 に認めた (図 4g, h)。

保存療法を導入して 136 日後に骨髄浮腫の消失を認め (図 5a-c), CT で骨連続性がないため癒合不全と判断した (図 5d-f)。そのため運動再開を指示した。

骨髄浮腫消失と判定してから 1194 日後の CT で骨連続性を認め (図 6a-c), 癒合と判断した。

考 察

我々は癒合後の分離再発率が高くないことから, 運動再開が適切な時期は MRI における骨髄浮腫が消失した時点としてきた⁵⁾。かつては腰椎分離症の診断には MRI の T1 強調が用いられていた⁶⁾。その後に MRI の条件でも脂肪抑制条件が有用とされ³⁾, 現在でも広く利用されている。MRI の脂肪抑制条件は保存治療の効果判定として有用

とされており, 患者側の治療コンプライアンスが不良な症例では信号が正常化しないと報告されている³⁾。現在我々は STIR 条件を用いて骨髄浮腫の評価を行っており⁵⁾, 脂肪抑制条件の中でも最も有用であると考えている。

今回 MRI の骨髄浮腫消失をもって癒合不全と判断した 28 例のうち, その後も骨癒合が全く見られなかった症例は 26 例 93% と, ほとんどの症例が偽関節に至った。したがって MRI で骨髄浮腫が消失した時点で骨癒合が得られていない癒合不全症例の多くは偽関節に至る。運動再開を望んでいる症例であれば, 偽関節に至る可能性が非常に高い状態であるにもかかわらず効果の得られにくい保存療法を継続する価値は低いことから, MRI の骨髄浮腫を運動再開の判断基準として良いと考える。

我々が調べた限りでは骨髄浮腫が消失した後に

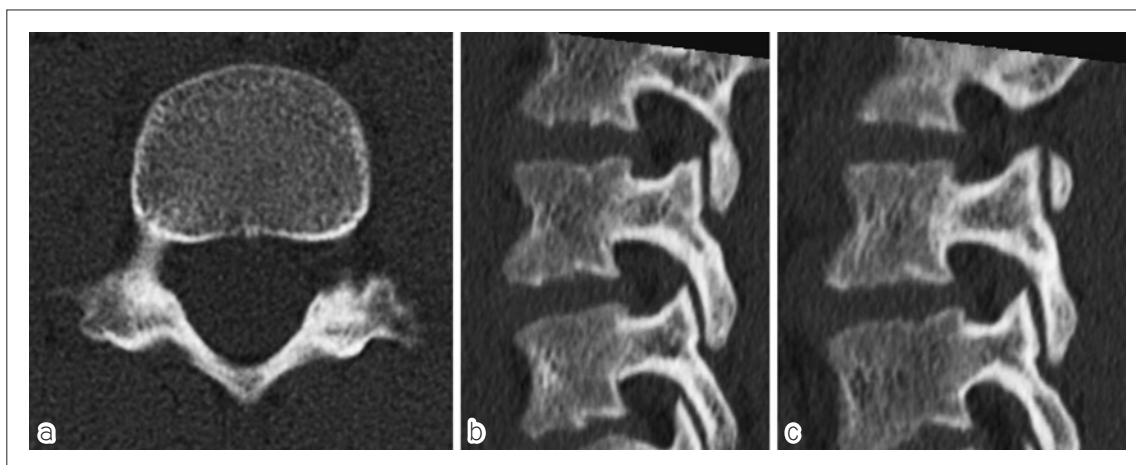


図6 a-c: 骨髄浮腫消失と判定してから1194日後のCTで両側とも骨癒合が得られている。aが水平断, bが右傍正中矢状断, cが左傍正中矢状断。

も治癒機転が働き、癒合が得られたという報告は渉猟し得なかった。報告が少ない原因は次の二つが考えられる。原因の一つはMRIで骨髄浮腫の消失を保存治療のエンドポイントとすると、治療が終了となった後は通院の必要性が低くなり画像評価の頻度が低くなるためと考える。原因のもう一つは症状が軽快することで画像評価の頻度が低くなるためと考える。代表症例2のように最終的な判定から2年以上経過してから癒合と判定できるような症例も存在するため、癒合という判定に必要な長期的な観察が難しいことから、癒合と判断される症例が少ないと考える。

癒合した2例は学童期であった。年齢が若いと骨髄浮腫が消失しても治癒能力が残っている可能性があると言える。また骨髄浮腫消失後は運動しながらでも癒合する症例が存在することが証明された。小学生に関しては骨髄浮腫消失後も運動の制限を加えることなく経過観察を継続して、癒合を見極める必要があると考える。

また今回癒合が得られた2例は本院で保存治療を行い、結果的に癒合が得られなかった症例であった。来院時にすでに偽関節となっていた症例は発生時期不明であり偽関節となってから来院までの時間の経過の長いものが多い。保存治療後に骨髄浮腫が消失したばかりの時には癒合能が残っている可能性もあるため、将来的に骨癒合に至ることもあると考えた。一方で癒合不全と判定してから再撮影までの期間はU群とP群は同等であり、最終的な癒合には関与していないと考える。

年齢以外に腰椎分離症の癒合に影響する因子と

して、SBO⁷⁾、高位⁸⁾などが挙げられるため骨髄浮腫消失後の癒合に影響を及ぼす可能性もあると考え調査項目としたが、本研究結果からはそのような傾向はないと考えられた。

本研究の限界としては治療後に癒合不全と診断した後の経過観察から脱落して経過を追っていない症例が本研究には含まれていないため、全ての症例の経過が把握できているわけではない。またP群で初診時に偽関節と診断した症例の中には、先天的な分離により癒合が得られない症例も含まれている可能性がある。

結 語

骨髄浮腫が消失した際には骨癒合が得られていなかったが、その後に癒合に至った腰椎分離症の2症例を経験した。稀ではあるが学童期で保存療法直後の場合はMRIで骨髄浮腫が消失した際にCTで骨連続性がなく癒合不全と判断しても癒合が得られる症例が存在する。

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) 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 (Phila Pa 1976)*. 2006; 31: 206-211.
- 2) Kaneko H, Murakami M, Nishizawa K. Prevalence

- and clinical features of sports-related lumbosacral stress injuries in the young. Arch Orthop Trauma Surg. 2017; 137: 685-691.
- 3) Sakai T, Sairyō K, Mima S, et al. Significance of magnetic resonance imaging signal change in the pedicle in the management lumbar spondylolysis. Spine (Phila Pa 1976). 2010; 35: E641-E645.
 - 4) 蒲田久典, 辰村正紀, 内田卓郎, 他. 初期・進行期腰椎分離症の病期分類からみた癒合率: 水平断分類と矢状断分類の特徴. 整スポ会誌. 2017; 37: 299-302.
 - 5) 辰村正紀, 蒲田久典, 奥脇 駿, 他. 腰椎分離症に対する保存的治療後の競技復帰判定には MRI が有用である. 別冊整形. 2019; 76: 23-27.
 - 6) Yamane T, Yoshida T, Mimatsu K. Early diagnosis of lumbar spondylolysis by MRI. J Bone Joint Surg Br. 1993; 75: 764-768.
 - 7) 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. 日臨スポーツ医会誌. 2018; 26: 442-450.
 - 8) 辰村正紀, 奥脇 駿, 蒲田久典, 他. 不成功例から学ぶ腰椎分症の治療予後不良因子. 整スポ会誌. 2019; 39: 269-272.
-
- (受付: 2020年11月27日, 受理: 2021年8月18日)

Two cases of bilateral lumbar spondylolysis that achieved bony union after failed union had been judged

Tatumura, M.^{*1}, Imoo, Y.^{*2}, Uchida, A.^{*1}, Fujii, K.^{*1}
Michinobu, R.^{*1}, Ogawa, T.^{*1}, Mammoto, T.^{*1}, Hirano, A.^{*1}
Okuwaki, S.^{*3}, Gamada, H.^{*3}, Eto, F.^{*3}, Yamazaki, M.^{*3}

^{*1} Dept. of Orthop. Surg. and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center/Mito Kyodo General Hospital

^{*2} Dept. of Rehabilitation, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center/Mito Kyodo General Hospital

^{*3} Dept. of Orthop. Surg., Faculty of Medicine, University of Tsukuba

Key words: lumbar spondylolysis, disappearance of bone marrow edema, bony union

[Abstract] MRI in lumbar spondylolysis is not only useful for detecting lesions with invisible fracture lines, but also to determine the endpoint of conservative therapy. We report 2 cases of spondylolysis that resulted in bony union after intervals of more than 1 year after bilateral union failure had been judged based on bone discontinuity on CT and disappearance of bone marrow edema on MRI.

Case 1 is a 12-year-old male track and field athlete. Bony continuity was confirmed on CT 567 days after spondylolysis of L5 had been judged as union failure. Case 2 is an 11-year-old male softball player. CT showed bone continuity 1194 days after spondylolysis of L4 had been judged as union failure.

Twenty-six cases of spondylolysis who were treated using the same protocol resulted in pseudarthrosis at the final observation.

Ninety-three percent of cases in whom bony discontinuity had been judged when bone marrow edema disappeared on MRI resulted in pseudarthrosis. Although it is rare, some elementary school children finally achieved bony union, even after union failure of spondylolysis had been judged based on bone discontinuity on CT and disappearance of bone marrow edema on MRI immediately after conservative therapy.