

両側進行期の第4腰椎分離症に 対する低侵襲スクリュー固定術により早期の 競技復帰に至った野球選手の1例

A case of a baseball player with bilateral progressive-stage spondylolysis of the fourth lumbar vertebrae who underwent minimally invasive screw fixation and achieved early return to competition after operation

澤地由介*¹, 辰村正紀*¹, 蒲田久典*²
浅井玲央*², 照屋翔太郎*¹, 塚越祐太*²
万本健生*¹, 平野 篤*¹, 山崎正志*²

キー・ワード : lumbar spondylolysis, minimally invasive screw fixation, percutaneous
腰椎分離症, 低侵襲スクリュー固定術, 経皮的

〔要旨〕 13歳11か月の男子, 野球部だった。初診36日前に腰痛を自覚したが野球を継続した。初診18日前に腰痛が増悪し, 第4腰椎分離症の診断で当院紹介受診した。保存療法を提案したが, 早期競技復帰の希望が強く保存療法では予後不良となる病態であったため, 手術の方針とした。初診後1か月で小皮切のスクリュー固定術を行い, 術後は半硬性コルセットを装着した。術後2か月でCT上骨癒合が得られ, 競技に復帰した。腰椎分離症に対してはまずは保存的治療を行い, 偽関節に至れば手術を行うことが一般的な方針とされている。本症例のように両側進行期の症例に対する早期の手術報告は乏しいが, 我々は今回早期の競技復帰希望や保存療法の癒合率を踏まえて手術が望ましいと考え, 過去の報告を応用した手術を行なった。両側進行期の腰椎分離症に対する低侵襲スクリュー固定術は早期の競技復帰および骨癒合に有用な治療法である。

緒言

腰椎分離症は発育期運動選手に好発する関節突起間部の疲労骨折である。保存療法が第1選択とされているが, 両側進行期の病変は骨癒合阻害因子であり¹⁾, 進行期は初期と比較して治療期間が長く²⁾, 病期が進行期だと癒合率が下がり, 対側が進行期でも癒合率が下がる^{1,3)}。従って両側進行期の腰椎分離症の治療は, 保存療法だけでなく, 治療期間がより短く, 骨癒合率がより高い治療法を選

択肢に含める必要がある。

低侵襲スクリュー固定術はこれまで保存治療が奏功しない症例での手術が報告されており⁴⁾, 我々も再発を繰り返す症例に対して同術式を施行した経験がある⁵⁾。しかしながら, 本症例のように両側に分離間隙を伴う進行期の症例に対して, 低侵襲スクリュー固定術を行うことで早期に癒合が確認できた報告は乏しいが, 我々は今回患者の希望を勘案して, 過去の報告を応用した手術を行なった。

同じ運動選手に発生する骨折として, 舟状骨骨折の例を挙げる。外固定による保存療法とスクリューを用いた内固定による手術療法という大きく分けて2つの治療選択肢がある。近年行われたメタアナリシスでは, スポーツへの復帰率と復帰

*1 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター/総合病院水戸協同病院整形外科

*2 筑波大学医学医療系整形外科

Corresponding author : 澤地由介 (wachi0309@tsukuba-seikei.jp)

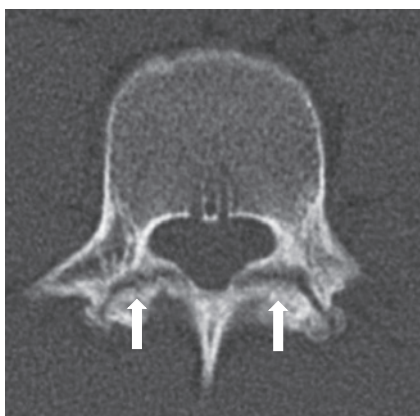


図1 初診時の画像
初診時のCT水平断像である。両側ともにCT水平断分類進行期であった。



図2 術中写真
皮膚切開後、ダイレーターを用いて拡張し外筒を挿入した術中写真である。経皮的にscrewを挿入するために横方向に1cmの皮膚切開を用いた。

までの時間は、保存療法が90%、9.6週なのに対して、内固定は98%、7.3週であり、スクリューによる内固定が早期の可動化をきたし、スポーツ復帰に良い影響を与えることが報告された⁶⁾。スポーツ選手にとってはより確実な骨癒合、早期のスポーツ復帰が競技生活で重要である。骨折に対するスクリュー固定による治療は早期の治療と競技復帰につながる可能性がある。

今回我々は両側進行期の第4腰椎分離症に対して高い癒合率に期待して、低侵襲スクリュー固定術を行い、早期の骨癒合と競技復帰を得た症例を経験したため報告する。

症例

13歳11か月(中学2年生)の男子、主訴は腰痛。所属する部活動は軟式野球部で、ポジションはレフト、右投げ右打ちの選手だった。活動は週5回、1回あたり2-3時間の練習をしていた。特記すべき既往歴はない。

現病歴について記す。初診36日前の試合中に腰痛を自覚したが痛みが自制内であり野球を続けた。初診18日前にスライディングをした後から腰痛が増強し、前医受診。第4腰椎分離症の診断にて治療目的に当院紹介受診した。

身体所見としてL4-5の正中部から傍脊柱起立筋にかけて安静時痛、圧痛、動作時痛を認め、背屈とKemp動作での背屈で腰痛が誘発された。下肢筋力低下はなく、腱反射は正常だった。下肢のしびれや感覚障害はなかった。指床間距離は30cm、背屈は30度、Straight Leg Raisingテスト、

Femoral Nerve Stretchingテストは両側で陰性だった。

CTにおいて第4腰椎関節突起間部での骨折線を認めた(図1)。CTを用いて判定した病期は水平断分類⁷⁾で両側いずれも進行期、矢状断分類⁸⁾で両側いずれもII期であった。MRIにおいて同部位にSTIR条件で椎弓根付近に高信号あり、骨髄浮腫を認めた。骨盤単純X線正面像ではRisser分類4であった。上記の所見より両側進行期第4腰椎分離症と診断した。

半硬性コルセットによる保存療法を提案したが、早期競技復帰の希望が強かった。両側進行期であり保存療法における癒合阻害因子を認めたため、低侵襲スクリュー固定術を行う方針とした。

分離部が進行しないように、手術待期間中は半硬性コルセット着用し、体育を含めた競技の禁止、安静とした。初診1か月で全身麻酔、腹臥位で手術を行った。使用機材は透視装置1台使用とし、脊椎外科用手術カーボンフレームを使用した。術前に透視装置を用いてスクリューの刺入方向を2方向で確認した。術前に確認した位置で正中にscrew headが通過する1cmの、横方向の皮膚切開を置いた。左右の腰背筋膜と傍脊柱筋膜は縦切し、ダイレーターで広げた(図2)。透視装置で確認しながら、L4椎弓上にハイスピードドリルで骨孔を作成し、骨孔からガイドピンを挿入した。位置が問題ないことを透視で確認したうえで、径3.5mm、長さがそれぞれ30mm(右側)、36mm(左側)のジンマーバイオメット社の中空スクリューを挿



図3 術直後の画像

- (a) 術直後の腰椎単純X線正面像である。
- (b) 術直後の腰椎単純X線側面像である。
- (c) 術直後のCT水平断像である。予定通りの設置が可能であった。



図4 術後2か月時の画像

術後2か月時のCT水平断像である。水平断でも骨癒合を確認できる。

入した。

術後、単純X線・CTで挿入位置に問題ないことを確認した(図3 a,b,c)。

術後1日目から半硬性コルセットを装着の上、疼痛の自制内で可及的に歩行訓練を開始した。歩行時に軽度の創部痛を認めたが、歩行は可能であった。術後2日目も症状の増悪無く、大胸部、大腿前面、大腿後面を中心としたストレッチと体幹トレーニングを指導し、同日退院とした。術後9日目には疼痛が消失し、腹圧エクササイズを主体とした体幹トレーニング、胸椎伸展エクササイズなどの可動域訓練、バランストレーニングを継続した。術後6週でコルセット着用下でのジョギ

ング、キャッチボール、素振りを開始した。術後2か月でCT上、骨癒合が得られたため、コルセットを終了し全力投球、フリーバッティング、全力疾走を許可した(図4)。術後2か月で制限を解除して程なく練習試合にも出場した。それ以降も疼痛の自覚なく経過し、術後3か月でリハビリ終了とした。練習試合出場後も走攻守において、疼痛の自覚はなかった。術後から1年2か経過しているが創部感染やインプラントの脱転等の術後合併症は認めない。野球の試合にも問題なく出場できている。

考察

腰椎分離症の治療の第1選択は保存療法であり、一般的に3-4か月の運動中止を要する。癒合までにかかる平均日数は106日と報告されている⁹⁾。一方、競技復帰希望や治療期間に対する不安が強い場合、安静度が守れない場合は、画一的な保存療法は不利である。一般的に腰椎分離症全体の保存療法での骨癒合率は78%と報告されているが、病変が進行期の場合、骨癒合率は46%まで落ちる¹⁾。また、対側の病変がなければ骨癒合率は97%と高いが、今回のように対側病期が進行期であれば骨癒合率は68%と報告されている¹⁾。したがって両側進行期であれば、確実に骨癒合が得られるとはいえない。また、骨癒合まで至る期間も進行期の場合には平均264日までかかるとの報告もある²⁾。本症例では3か月でも休めないとの要望があ

り、手術療法の提案に至った。比較的侵襲なBuck法が本症例の適応と考えた。

Buck法は1970年にBuckが報告¹⁰⁾して以降、一般人からアスリートに至るまで優れた治療成績が報告されている¹¹⁾。Buck法を改良した低侵襲スクリュー固定術は2008年にBrennanらが報告¹²⁾し、それ以降複数の症例報告がされている^{4,11)}。2019年にFayedらが2例の症例を提示し低侵襲スクリュー固定術は従来のBuck法と比較して入院期間の短縮、偽関節率の低下につながると報告している¹³⁾。Kolcunらによるアスリートの腰椎分離症に対する治療のレビューでは低侵襲手術によって以前の活動レベルにより早く復帰できることを示唆すると論じられている⁴⁾。これまでは保存治療が奏功しない症例に対しての手術が報告されており⁴⁾、我々も再発を繰り返す症例に対して同術式を施行した経験がある⁵⁾。腰椎分離症は保存療法が第1選択とされているが、両側進行期の病変は骨癒合阻害因子であり¹⁾、進行期は初期と比較して治療期間が長く²⁾、病期が進行期だと癒合率が下がり、対側が進行期でも癒合率が下がる^{1,3)}。従って両側進行期の腰椎分離症の治療は、保存療法だけでなく、治療期間がより短く、骨癒合率がより高い治療法を選択肢に含める必要がある。しかしながら、本症例のように両側に分離間隙を伴う進行期の症例に対して、低侵襲スクリュー固定術を行うことで早期に癒合が確認できた報告は乏しかった。我々は今回患者の希望を勘案して、過去の報告を応用した手術を行なった。

低侵襲スクリュー固定術の適応については、①保存療法で早期の骨癒合が困難な病態であること、②骨癒合が期待できること、③解剖学的な成熟を認めること、いずれも満たすことが必要である。まず、保存療法で早期の骨癒合が困難な病態に関しては本症例では両側進行期であることが該当する¹⁾。前述のように両側進行期では骨癒合率は低く、治療期間も長く、内固定術の良い適応になる。次に、骨癒合が期待できるとは本症例では骨髄浮腫を伴うことに該当する。骨髄浮腫があると骨の治癒機転があるとされている¹⁴⁾。骨癒合が期待できなければ、内固定のみでは癒合が得られないので、内固定に加えて骨移植が必要になる。最後に解剖学的な成熟度はRisser分類4以上が骨成熟とされており¹⁵⁾、本症例ではRisser分類4のため該当する。

本症例では固定による分離部の安定化により、早期の疼痛緩和が得られ、2か月で競技復帰が可能であり、最終的な骨癒合も得られた。保存療法でも癒合が得られた可能性はあるが、治療期間はこの2か月を超えることが予想されるため、治療期間の短縮にも寄与できた。

今後の課題であるが、早期のスポーツ復帰を目標としていながら手術まで1か月かかっている点、CT撮影回数の多さ、スクリューが残存する点などが挙げられる。本症例では患者自身が未成年であり、外来受診時は母親のみ同席であったことから父親の意向確認まで時間を要した。現状では熟練する脊椎外科医が執刀しているが、今後手技が広く普及すると執刀医が増えて、手術待機時間が減ることが期待できる。CT撮影回数の多さについてであるが、本症例では初診時、手術後、骨癒合の評価目的で単純CTを撮影している。近年ではMRIにおいてCT画像に類似した骨条件画像の作成が普及してきており¹⁶⁾、金属アーチファクトのない術前はCTの代替として被曝のないMRIでの評価の可能性が期待される。また、まだ症例数が少ないため確認するための術後CTを撮影しているが、手技が確立すれば省略可能であると考えられる。スクリューに関しては希望があれば抜釘を行うことが可能である。ただし突出するのがscrew headのみであり皮膚への刺激症状はほとんどないことも利点である。また、今回は全身麻酔下での手術を行ったが、より低侵襲にすることを考慮すれば局所麻酔での手術も選択肢と考え、今後期待される。

最後に、改めて偽関節に至っていない腰椎分離症の手術適応については今後も慎重に検討すべき課題であると考えられる。本症例のように、腰椎分離症の病期が両側進行期で偽関節リスクが高い症例の他に、保存療法で癒合が遷延している症例が考えられる。また、本症例では2か月で競技復帰に至っており、当施設では同様の症例が多いが、保存療法のみで癒合がその2か月を超えることが予想されて、それより早期の競技復帰を希望する症例は手術適応があると考えられる。

両側進行期の腰椎分離症症例に対する、低侵襲スクリュー固定術は低侵襲かつ早期に骨癒合が得られるため、競技復帰に有用といえる。

謝 辞

研究費の資金提供者はなし。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

Yusuke Sawachi: Writing-original draft; Writing-review & editing (lead); Visualization. Masaki Tatsumura: Conceptualization; Data curation; Formal Analysis; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Supervision; Visualization; Writing-original draft; Writing-review & editing (lead). Hisanori Gamada: Writing-review & editing (supporting). Yuta Tsukagoshi: Writing-review & editing (supporting). Reo Asai: Writing-review & editing (supporting). Shotaro Teruya: Writing-review & editing (supporting). Takeo Mammoto: Supervision. Atsushi Hirano: Supervision. Masashi Yamazaki: Supervision.

文 献

- 1) 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. *Journal of Spine Research*. 2021; 12: 766-772 doi: 10.34371/jspineres.2020-0027.
- 2) 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: 442-450.
- 3) 蒲田久典, 辰村正紀, 塚越祐太, 他. 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. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2019; 27: 34-40.
- 4) Kolcun JPG, Chieng LO, Madhavan K, et al. Minimally-Invasive versus Conventional Repair of Spondylolysis in Athletes: A Review of Outcomes and Return to Play. *Asian spine journal*. 2017; 11: 832-842 doi: 10.4184/asj.2017.11.5.832.
- 5) Gamada H, Tatsumura M, Okuwaki S, et al. Minimally Invasive Screw Fixation of Non-Pseudoarthrotic Lumbar Spondylolysis for Early Return to Sports. *Cureus*. 2021; 13: e18323 doi: 10.7759/cureus.18323.
- 6) Goffin JS, Liao Q, Robertson GA. Return to sport following scaphoid fractures: a systematic review and meta-analysis. *World J Orthop*. 2019; 10: 101-114 doi: 10.5312/wjo.v10.i2.101.
- 7) Fujii K, Katoh S, Sairyo K, et al. 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 Br*. 2004; 86: 225-231 doi: 10.1302/0301-620x.86b2.14339.
- 8) 大場俊二. 腰椎疲労骨折の治療と復帰—治療開始3ヵ月が重要. *整スポ会誌*. 2014; 34: 82-91.
 - 9) Tatsumura M, Gamada H, Okuwaki S, et al. Union evaluation of lumbar spondylolysis using MRI and CT in adolescents treated conservatively. *J Orthop Sci*. 2022; 27: 317-322 doi: 10.1016/j.jos.2021.01.002.
 - 10) Buck JE. Direct repair of the defect in spondylolysis. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Br*. 1970; 52: 432-437.
 - 11) Debnath UK. Lumbar spondylolysis - Current concepts review. *J Clin Orthop Trauma*. 2021; 21: 101535 doi: 10.1016/j.jcot.2021.101535.
 - 12) Brennan RP, Smucker PY, Horn EM. Minimally invasive image-guided direct repair of bilateral L-5 pars interarticularis defects: Technical note. *Neurosurgical Focus FOC*. 2008; 25: E13 doi: 10.3171/FOC/2008/25/8/E13.
 - 13) Fayed I, Conte AG, Voyadzis JM, et al. Success and Failure of Percutaneous Minimally Invasive Direct Pars Repair: Analysis of Fracture Morphology. *World neurosurgery*. 2019; 126: 181-188 doi: 10.1016/j.wneu.2019.03.026.
 - 14) Sakai T, Sairyo K, Mima S, et al. Significance of magnetic resonance imaging signal change in the pedicle in the management of pediatric lumbar spondylolysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010; 35: E641-E645 doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c9f2a2.
 - 15) Biondi J, Weiner DS, Bethem D, et al. Correlation of Risser sign and bone age determination in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 1985; 5: 697-701 doi: 10.1097/01241398-198511000-00013.
 - 16) 辰村正紀, 山崎正志. 骨髄浮腫消失を装具着用期間とした保存治療による急性期腰椎分離症の骨癒合率. *関節外科*. 2024; 43: 70-77.

(受付：2023年8月22日, 受理：2024年6月21日)

A case of a baseball player with bilateral progressive-stage spondylolysis of the fourth lumbar vertebrae who underwent minimally invasive screw fixation and achieved early return to competition after operation

Sawachi, Y.^{*1}, Tatsumura, M.^{*1}, Gamada, H.^{*2}

Asai, R.^{*2}, Teruya, S.^{*1}, Tsukagoshi, Y.^{*2}

Mammoto, T.^{*1}, Hirano, A.^{*1}, Yamazaki, M.^{*2}

^{*1} Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center/Mito Kyodo General Hospital

^{*2} Department of Orthopaedic Surgery, Institute of Medicine, University of Tsukuba

Key words: lumbar spondylolysis, minimally invasive screw fixation, percutaneous

[Abstract] The patient was a 13 years and 11 months old male baseball player. He experienced low back pain 36 days before his first visit but continued to play baseball. The back pain worsened 18 days before his first visit; therefore, he was referred to our hospital with a diagnosis of lumbar spondylolysis. We suggested conservative treatment, but he hoped to return to playing baseball as soon as possible. The lesion was progressive bilaterally, which is one of the factors that inhibits bone union during conservative treatment. Therefore, we decided to perform surgery. One month after the first visit, he underwent pars defect repair with minimally invasive screw fixation and wore a semi-rigid brace postoperatively. Two months after surgery, bone union was achieved, and he returned to playing baseball. In general, lumbar spondylolysis is first treated conservatively and then surgery is recommended when pseudoarthrosis develops. However, we performed surgery based on previous reports, considering the patient's desire to return to sports activities at an early stage and the union rate of conservative treatment. Minimally invasive screw fixation of lumbar spondylolysis through a small skin incision is a useful treatment that ensures early return to competition and bone union.