

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

The effect of posterior and/or lateral vertebral arch defects on conservative treatment of lumbar spondylolysis

石本 立*¹, 辰村正紀*¹, 蒲田久典*², 芋生祥之*³
平林 匠*¹, 浅川俊輔*¹, 井伊聡樹*¹, 小川 健*¹
万本健生*¹, 平野 篤*¹

キー・ワード : Lumbar spondylolysis, spina bifida occulta, unilateral/bilateral spondylolysis
腰椎分離症, 潜在性二分脊椎, 片側/両側分離症

〔要旨〕 保存療法を行った初期および進行期の腰椎分離症 33 例を対象に癒合率と癒合に要する期間を後ろ向きに調査し, 潜在性二分脊椎の有無と片側・両側例における比較を行った. 癒合率は二分脊椎あり群 (SBO+群) で 72%, 二分脊椎なし群 (SBO-群) で 100% と SBO+群の癒合率は低く, SBO+群内では片側例より両側例の方が癒合率は低かった. SBO-群内では全例で癒合が得られたが, 初期より進行期, 片側例より両側例の方が癒合に要する期間は長い傾向が見られた. 潜在性二分脊椎や分離症診断時に対側に分離症がすでに存在している両側例では, 脊柱管の骨性輪状構造の破綻により椎弓根への応力負荷が左右不均等に分布するため, 骨癒合が難しくなると考えられる.

はじめに

腰椎分離症は椎弓峡部の疲労骨折である^{1,2)}. 一般人口に比べ体幹の激しい伸展・回旋運動を伴うラグビー, 柔道, サッカー, 野球などのスポーツ選手に多く見られることが知られており, 腰椎分離症に伴う腰痛が原因で競技成績が低下することや競技継続が不可能となることもある¹⁾. 画像診断や治療技術の向上により, 腰椎分離症は早期に診断できるようになり, 良好な治療成績を得ることが可能になった³⁾. 早期に治療が開始されることで, 多くの症例で分離部の偽関節化を防ぐことが可能である⁴⁾. しかし, 癒合に影響を及ぼす因子に関してはまだ不明な点も多い.

腰椎分離症は二分脊椎と併発することが知られ

ている^{2,5)}. 特に潜在性二分脊椎は麻痺などの臨床症状を呈することが少ない脊椎奇形である. 潜在性二分脊椎の頻度は一般人口の 1.2~30% であるのに対し, 潜在性二分脊椎が腰椎分離症と併発する頻度は 5.3%~67% である⁵⁻⁸⁾.

正常な脊柱管では椎体後面・椎弓根・椎弓が輪状に連続して骨性輪状構造が構成される (図 1a). 一方で, 二分脊椎では椎弓の正中で (図 1b), 分離症診断時にすでに対側に末期分離症が存在する例では椎弓の外側で (図 1c), 骨性輪状構造が破綻している. このような場合, 椎間関節の一侧に特に負荷がかかるような後側屈姿勢をとった際に, 力学的負荷が左右不均等に分布するため, 骨性輪状構造が保たれている例と比較してより大きな力学的負荷が椎弓根に集中すると考えられる. そのため, 潜在性二分脊椎例や対側にすでに分離症が存在する例では分離症が生じやすく, 治療しにくい可能性がある.

腰椎分離症例の癒合率と癒合に要する期間を後ろ向きに調査した我々の先行研究では, 両側分離

*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 茨城西南医療センター病院整形外科

*3 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リハビリテーション部



図1 矢印は力学的負荷の方向と大きさを示している。正常な脊柱管では椎体後面・椎弓根・椎弓が輪状に連続している (a)。二分脊椎では椎弓の正中 (b) で、分離症で対側に末期分離症を認める例では外側 (c) で骨の連続性が断たれている。このような場合、椎間関節への力学的負荷が左右不均等に分布するため、分離症が生じやすく、治癒しにくいと考えられる。

症例や潜在性二分脊椎併発例の癒合率が低く、予後不良である可能性が示された⁹⁾。しかし、対象者数が限られていたため更なる研究が必要であると考えられた。本研究では、先行研究では対象としなかった症例において保存療法を行った腰椎分離症例の癒合率・癒合に要する期間を後ろ向きに調査した。潜在性二分脊椎の有無および片側例と両側例における癒合率・癒合に要する期間の比較を行ったので報告する。

方法

2015年4月から2016年3月までにMRI STIR像で信号変化を認め、保存加療を施行した初期および進行期の腰椎分離症33例を対象とした。分離部の病期と潜在性二分脊椎の有無はCTでL1からS1まで確認した。分離部の分類についてはMoritaらの分類¹⁰⁾を参考に骨折線が線状に見える例を初期、骨折線が明瞭な例を進行期と分類した。MRI STIR像で信号変化を認めない偽関節化した末期分離部は調査対象から除外した。また、CTで多椎間に腰椎分離症を認める症例も調査対象から除外した。両側分離例ではMRI STIR像で高信号を認める分離部のみ調査対象とした。また患者の強い希望から癒合が確認される前に治療を中断し、競技復帰した症例は除外した。今回の調査例で腰椎すべり症を合併していた症例はなかった。

保存療法では、診断時から運動を中止し、半硬性コルセットを作製・装着し、アスレチック・リハビリテーションを施行した。1か月に1度の頻度でMRI STIR像を撮像し、分離部の信号変化の

有無を確認した。MRI STIR像で高信号の消退を確認した後に、CTで分離部の骨性架橋の有無を確認した。MRI STIR像で、信号変化が消退した後に、CTで骨性架橋が得られた例を癒合あり、CTで骨性架橋が得られなかった例を癒合なし（偽関節化）とし、癒合率を求めた。初診からMRI STIR像で高信号の消退およびCTで骨性架橋の確認がなされるまでの日数を癒合期間と定義した。

分離当該椎弓と異なる高位であってもL1からS1の間に潜在性二分脊椎が存在する症例を二分脊椎あり群（SBO+群）とし、いずれの椎弓にも二分脊椎を認めない症例を二分脊椎なし群（SBO-群）とした。それぞれの癒合率と癒合期間について後ろ向きに調査し、統計学的検討として癒合率についてはカイ二乗検定、癒合期間についてはt検定を用いた。

また、診断時に分離部が片側である症例を片側群（UL群）、診断時に対側にも分離を認めた症例を両側群（BL群）の二群に分け、それぞれの癒合率と癒合期間について後ろ向きに調査した。統計学的検討として癒合率についてはカイ二乗検定、癒合期間についてはt検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

結果

対象は33症例で平均年齢は13.8歳（8-17歳）、性別は男性26例、女性7例であった。分離高位はL3が3例、L4が9例、L5が21例であった（図2a）。対象のうち二分脊椎を認めたSBO+群は21例（男性18例、女性3例）で、二分脊椎を認めな

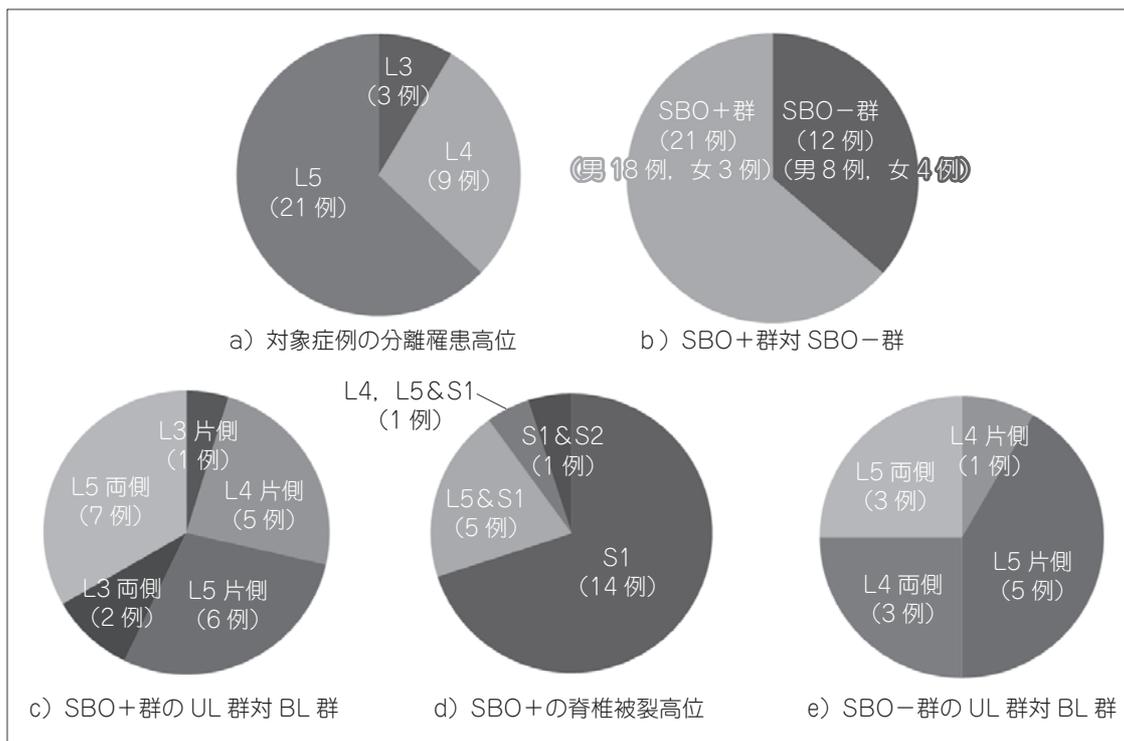


図2 対象症例特徴・症例数の分布. 各症例群の母数と比率を円グラフとした. 対象33例のうち, 21例(64%)の分離はL5に罹患し(a), 21例(64%)はSBO+群であった(b). SBO+群の14例(67%)はS1のみに, 残りの7例ではS1を含む多椎体に二分脊椎を認めた(d). (c)と(e)にSBO+群とSBO-群におけるUL群とBL群と比較を示す.

かったSBO-群は12例(男性8例, 女性4例)であった(図2b).

＜二分脊椎の有無での比較＞

二分脊椎の有無での比較を表1と図2cから2eに示す. 平均年齢はSBO+群が13.1歳(8-17歳), SBO-群が15.0歳(13-17歳)であり, SBO+群の方が有意に年齢が低かった(p=0.008)(表1). SBO+群のうち両側は9症例, 片側は12症例の合計30ヶ所に分離を認め, そのうち末期分離だった5ヶ所を除外した25ヶ所を調査対象の分離とした. SBO+群における分離高位はL3が3例4分離, L4が5例5分離, L5が13例16分離であった(図2c). 二分脊椎の被裂存在高位はS1が14例, L5とS1の両椎体に二分脊椎を認めたのが5例, L4, L5とS1に二分脊椎を認めたのが1例, S1とS2に二分脊椎を認めたのが1例であった(図2d). SBO-群のうち両側は6症例で, 片側は6症例の合計18箇所に分離を認めた. 分離18ヶ所すべてを調査対象とした. SBO-群における分離高位はL4が4例7分離, L5が8例11分離であった(図2e).

SBO+群とSBO-群の癒合率と癒合期間の比

較を図3の棒グラフに示す. 癒合が得られたのはSBO+群では25分離中18分離(72%), SBO-群では18分離中18分離(100%)とSBO+群の癒合率はSBO-群より低かった(p=0.01). 平均癒合期間に関してはSBO+群では121.6日, SBO-群では130.9日と平均癒合期間に有意差はなかった(p=0.63).

＜片側と両側での比較＞

SBO+群における片側分離(UL群)と両側分離(BL群)の比較を表2に示す. SBO+群21例のうちUL群は12例12分離(初期11例, 進行期1例)で, 罹患高位はL3が1例, L4が5例, L5が6例であった. BL群は9例18分離で, 末期分離だった5ヶ所を除外した13ヶ所を調査対象の分離とした. BL群の罹患高位はL3が2例3分離, L5が7例10分離であった. 平均年齢はUL群が13.8歳, BL群が12.3歳であった.

SBO+群におけるUL群とBL群の癒合率と癒合期間の比較を図4に示す. SBO+群では, UL群初期11例の全例で癒合が得られたのに対し, BL群初期の癒合率は6例7分離中4分離(57%)とBL群の癒合率は有意に低かった(p=0.02).

表1 SBO+群とSBO-群の特徴の比較. SBO+群のほうがSBO-群よりも平均年齢が有意に低かった ($p=0.008$). SBO+群の癒合率はSBO-群より有意に低かった ($p=0.01$). 癒合期間は両群に有意差を認めなかった ($p=0.63$).

	SBO+群	SBO-群
対象症例数	21例	12例
対象分離数	25ヶ所	18ヶ所
UL群対象	12例 12分離	6例 6分離
BL群対象	9例 13分離*	6例 12分離
平均年齢	13.1歳	15.0歳
分布年齢	8-17歳	13-17歳
性別	男性18例, 女性3例	男性8例, 女性4例
癒合率	72%	100%
平均癒合期間	121.6日	130.9日

*両側症例のうち5例は片側が末期であり, 末期でない分離部を対象とした.

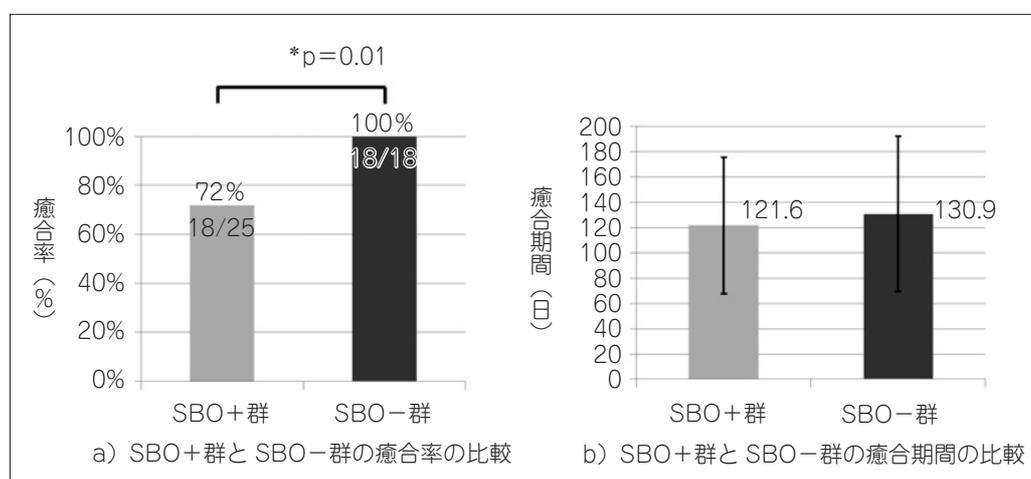


図3 SBO+群とSBO-群の比較

- a) SBO-群に比べてSBO+群の癒合率は有意に低かった ($p=0.01$).
 b) SBO-群とSBO+群の癒合期間に有意差はなかった ($p=0.63$).

UL群進行期では1例1分離中, 癒合が得られた症例はなかった. BL群進行期では4例6分離中3分離(50%)で癒合が得られた. BL群9例のうち片側に初期, 対側に進行期が併発していた症例は1例であった. 平均癒合期間についてはUL群初期で96日, BL群初期で124日, BL群進行期で212日であった. BL群では初期より進行期の方が癒合期間は有意に長かった($p=0.026$). UL群初期よりBL群初期の方が癒合期間は長い傾向が見られたが, 有意差はなかった ($p=0.22$).

SBO-群におけるUL群とBL群の比較を表3に示す. SBO-群12例のうちUL群は6例6分離(初期6例)で罹患高位はL4が1例1分離, L5が5例5分離であった. BL群は6例12分離(初

期10例, 進行期2例)で罹患高位はL4が3例6分離, L5が3例6分離であった. 平均年齢はUL群15.3歳, BL群14.7歳であった.

SBO-群におけるUL群とBL群の癒合率と癒合期間の比較を図5に示す. SBO-群の癒合率は, UL群初期で6症例6分離中6分離, BL群初期で5症例10分離中10分離, BL群進行期で1症例2分離中2分離と全症例で癒合率は100%であった. 平均癒合期間についてはUL群初期で91日, BL群初期で128日, BL群進行期で264日であった. BL群の初期と進行期の比較では進行期の方が長い傾向が見られたが統計学的有意差は見られなかった($p=0.12$). UL群初期とBL群初期の比較では, BL群の方がUL群よりも平均癒合期間

表2 SBO+群におけるUL群とBL群の特徴の比較. 両者のプロフィールに明らかな差異を認めなかった. 癒合率はUL群初期よりBL群初期のほうが有意に低かった (p=0.02). 癒合期間はUL群初期よりBL群初期の方が長い傾向がみられた (p=0.22). BL群では初期より進行期の方が平均癒合期間が有意に長かった (p=0.026).

SBO+群	UL群	BL群
対象症例数	12例	9例
対象分離数	12分離 初期11例, 進行期1例	13分離* 初期7例, 進行期6例
平均年齢	13.8歳	12.3歳
分布年齢	10-17歳	8-15歳
性別	男性12例, 女性0例	男性6例, 女性3例
癒合率(初期)	100% (11/11)	57% (4/7)
癒合率(進行期)	0% (0/1)	50% (3/6)
平均癒合期間(初期)	96日	124日
平均癒合期間(進行期)	n/a	212日

*両側症例のうち5例は片側が末期であり, 末期でない分離部を対象とした.

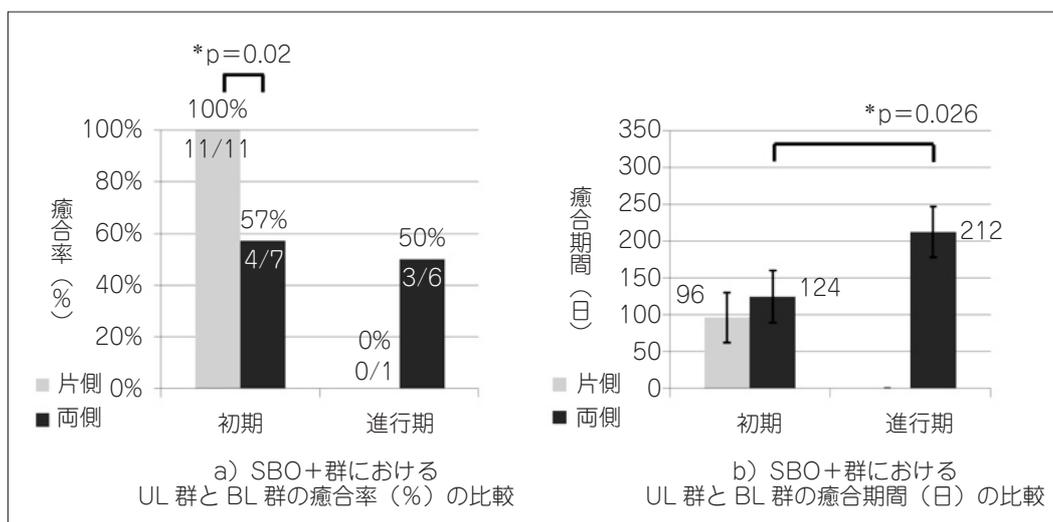


図4 SBO+群におけるUL群とBL群の比較

a) UL群初期の全例で癒合が得られたのに対し, BL群初期の癒合率は57%とBL群の癒合率は有意に低かった (p=0.02). UL群進行期では1例1分離中, 癒合が得られた症例はなかった. BL群進行期では50%で癒合が得られた.

b) BL群では初期より進行期の方が癒合期間は有意に長かった (p=0.026). UL群初期よりBL群初期の方が癒合期間は長い傾向が見られた (p=0.22).

は長い傾向が見られた (p=0.06). 本研究ではUL群進行期の症例は認めなかった.

考 察

<潜在性二分脊椎と腰椎分離症について>

潜在性二分脊椎は麻痺などの臨床症状を呈することが少ない脊椎奇形で, 臨床的に良好な経過をたどる²⁾. 潜在性二分脊椎の多くは無症候性であるが, 腰椎分離症を併発することが知られている. その頻度は5.3%~67%と報告は様々である⁵⁻⁸⁾.

30人の小児における腰椎分離症と腰椎すべり症を調査した過去の報告では, 腰椎分離症の67%に二分脊椎が見られた⁶⁾. 脊椎とは関係のない理由で施行された20~92歳までの腹部・骨盤部CTの腰仙椎部を調査した研究では, 腰椎分離症の21.4%に潜在性二分脊椎が併発していた⁷⁾. 4~15歳までの腹部・骨盤部CTを調査した研究では, 腰椎分離症の5.3%に潜在性二分脊椎が併発していた⁸⁾. 潜在性二分脊椎は, 成人より小児でより高率にみられ, 年齢によってその頻度は様々であ

表3 SBO-群におけるUL群とBL群の特徴の比較. 両者のプロフィールに明らかな差異を認めなかった. 検討症例では癒合率はいずれの群でも100%であった. 癒合期間についてはUL群初期よりBL群進行期の方が癒合期間が長い傾向が見られた ($p=0.06$). BL群初期よりBL群進行期の方が癒合期間が長い傾向が見られたが, 有意差はなかった ($p=0.12$).

SBO-群	UL群	BL群
対象症例数	6例	6例
対象分離数	6分離	12分離
	初期6例, 進行期0例	初期10例, 進行期2例
平均年齢	15.3歳	14.7歳
分布年齢	13-17歳	13-16歳
性別	男性3例, 女性3例	男性5例, 女性1例
癒合率(初期)	100% (6/6)	100% (10/10)
癒合率(進行期)	n/a	100% (2/2)
平均癒合期間(初期)	91日	128日
平均癒合期間(進行期)	n/a	264日

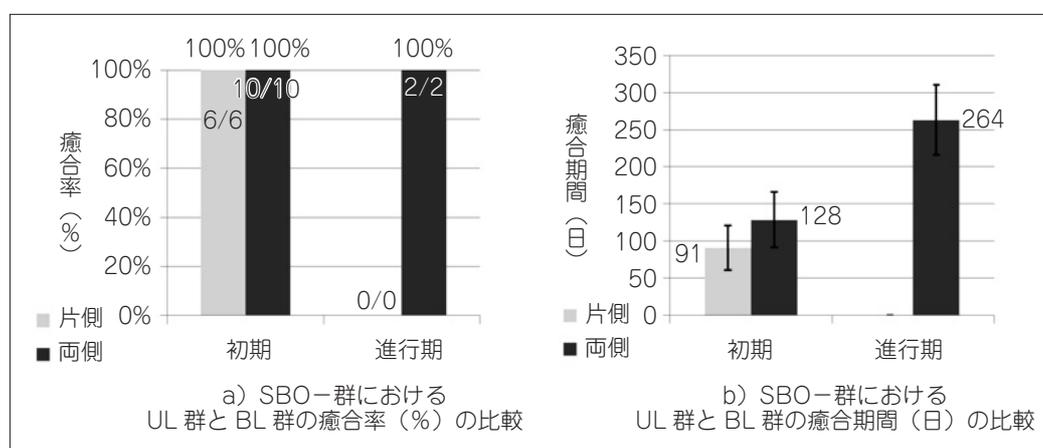


図5 SBO-群におけるUL群とBL群の比較

a) UL群初期, BL群初期, BL群進行期の全症例で癒合率は100%であった.

b) BL群の初期と進行期の比較では進行期の方が長い傾向が見られた ($p=0.12$). UL群初期とBL群初期の比較では, BL群の方がUL群よりも平均癒合期間は長い傾向が見られた ($p=0.06$).

る⁸⁾. 一方で, 腰椎分離症の頻度は人種や民族, スポーツ歴などによって多様である²⁾. 腰痛を主訴に来院し, CTとMRIで腰椎分離症と診断された患者を対象とした本研究では腰椎分離症の64%に潜在性二分脊椎の併発が見られた.

潜在性二分脊椎と腰椎分離症の関連性については, 個体的要因と力学的要因が考えられている. 骨代謝などの先天的異常により骨の脆弱性・修復作用の低下などが生じるとするのが個体的要因である^{5,11)}. 一方で, 椎弓後方正中での骨欠損により骨性輪状構造が破綻し, 椎間関節からの応力負荷が左右不均等に分布して分離が生じるという考えが力学的影響である^{5,13)}. 潜在性二分脊椎と腰椎分離症併発の遺伝的要因についてその詳細を調査し

た報告はない. しかし, 腰椎分離症は家族性に発生することがある. 一卵性双生児を含む3人の兄弟に腰椎分離症が見られた本邦の報告では, そのすべてに潜在性二分脊椎が併発していた¹¹⁾. また, 潜在性二分脊椎は, 腰椎分離症に限らず股関節形成不全にも関連する可能性が指摘されている¹²⁾. このことから, 潜在性二分脊椎と腰椎分離症の併発には, 先天異常が関与している可能性が指摘されている.

一方で, 潜在性二分脊椎と腰椎分離症の併発における力学的要因については, 有限要素法を用いて椎弓峡部の力学的負荷を解析した研究がある. Sairyoらは, 潜在性二分脊椎で見られるように, 椎弓後方に骨欠損が生じてても椎弓峡部に生じる応

力に変化は見られなかったと報告している⁵⁾。一方で、Quahらは椎弓根下面における力学的負荷をより広範囲に解析した結果、Sairyoらが解析した部位よりさらに椎弓根腹側では、椎弓後方の骨欠損例で力学的負荷が増加すると報告している¹³⁾。腰椎分離症に二分脊椎が併発している場合は、手術所見からも椎弓の可動性が増加し、椎弓が不安定である印象がある¹⁴⁾。以上より、潜在性二分脊椎と腰椎分離症の関連性については力学的要因も関与していると考えられる。

<腰椎分離症の癒合率・癒合期間について>

本調査でSBO-群では、病期に関わらずUL例・BL例の全症例で癒合が得られた(図5)。一方でSBO+群では、UL例の癒合率は高かったが、BL例の癒合率は低かった(図4)。過去に片側分離症における対側の椎弓根に加わる応力に関して有限要素法を用いて解析した研究では、分離のない例と比較して、椎弓峡部には最大で12.6倍応力集中が生じると報告されている¹⁵⁾。分離症が両側の場合は、椎間板にかかる力学的負荷も増加し、椎体間の不安定性が増加する⁵⁾。両側分離症に加えて潜在性二分脊椎が併発している場合は、椎弓の不安定性が更に増加すると考えられる。そのため、両側分離症例の癒合率は片側分離症例より低く、二分脊椎併発例では更に癒合率が低くなるのが推測される。本研究で病期に関わらずSBO-群ではUL例・BL例の全症例で癒合が得られたのは、脊柱管の輪状構造破綻により生じた分離部の不安定性が保存療法により十分に制限されたためであると考えられる。椎弓頸部への応力負荷が軽減されたと推測する。一方で、SBO+群BL例の癒合率が他の群より低かったのは、脊柱管輪状構造が複数で離断されたために保存療法によっても分離部の不安定性が十分に制限されなかったからであると考えられる。二分脊椎併発例であっても片側初期腰椎分離症例では癒合率が高かったことから、早期で片側のうちに分離症を発見し保存治療を開始することで、分離部の偽関節化は予防することが可能である。

本研究で癒合が得られた症例については、二分脊椎の有無によって平均癒合期間に有意差は見られなかった。また、二分脊椎の有無に関わらず初期より進行期、片側例よりも両側例で癒合期間が長くなる傾向が見られた。腰椎分離症に対して半硬性コルセットを用いて保存療法を施行した他家

の報告では、診断確定から復帰許可までの期間が初期で平均52.2日、進行期例で平均67.2日であった⁴⁾。硬性コルセットを用いて保存療法を施行した研究では、癒合までの期間が初期2.6か月、進行期3.6か月であった³⁾。いずれの報告でも初期より進行期の方がより長期的な治療を要した点は本研究と矛盾しない。一方で、類似した病期であっても癒合までの期間については報告によりばらつきがある。検査時期やコルセットの違い、リハビリテーションの頻度や内容などについてはコンセンサスがなく施設間で異なるためであると考えられる。

一方で、両側分離症例の癒合期間や潜在性二分脊椎併発例における腰椎分離症の癒合期間について言及した他家の報告はない。15症例を対象とした我々の先行研究では、本研究と同様に片側例よりも両側例のほうが平均癒合期間は長くなる傾向が見られた⁹⁾。しかし、先行研究でSBO-群の平均癒合期間がSBO+群より短く、統計学的有意差が見られた点は本研究と矛盾する。本研究ではSBO群の21例25分離中18分離で癒合が得られたのに対し、先行研究ではSBO群の5症例7分離中3分離のみでしか癒合が得られなかった。本研究と比較して先行研究の対象者数が限られていたことから、正確な平均癒合期間が得られなかった可能性が考えられる。

本研究では、SBO+群BL例の癒合率が他の群より低かったが、二分脊椎の有無に関わらず癒合が得られた症例の癒合期間に有意差はなかった。癒合が得られた症例においては、二分脊椎の有無に関わらず保存療法により分離部の不安定性が十分に制限され、椎弓頸部への応力負荷が軽減されたためであると考えられる。

本研究の限界として、我々の報告は対象者数が少ないことから、より正確な癒合率・癒合期間を求めるには更なる研究が必要である。また、本研究では多椎体に腰椎分離症を認める症例と保存治療で癒合の見込みのない偽関節化した分離症は対象外とし、MRI STIR像で信号変化が見られない症例は解析対象としていない。診断時に多椎体に腰椎分離症を認める症例は多いことから、それらについても今後の調査対象となると考える。

結 語

潜在性二分脊椎併発の腰椎分離症例であっても、片側初期分離症では早期に保存療法を開始す

ることで、偽関節化を予防することができる。一方で、二分脊椎併発の両側例では骨癒合が困難であることを踏まえた治療計画を立てる事が重要である。

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?: Clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2012; 16: 610-614.
- 2) Sakai, T., Sairyo, K., Suzue, N., Kosaka, H., Yasui, N. Incidence and etiology of lumbar spondylolysis: review of the literature. *J Orthop Sci*. 2010; 15: 281-288.
- 3) Sakai, T., Tezuka, F., Yamashita, K., Tanaka, Y., Higashino, K., Nagamachi, A., Sairyo, K. Conservative Treatment for Bony Healing in Pediatric Lumbar Spondylolysis. *Spine*. 2016; 42: 716-720.
- 4) 大場俊二, 南 和文, 伊藤博元. 腰椎疲労骨折の早期診断と早期スポーツ復帰. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2007; 15: 429-440.
- 5) Sairyo, K., Goel, V.K., Vadapalli, S., Vishnubhotla, S.L., Biyani, A., Ebraheim, N., Terai, T., Sakai, T. Biomechanical comparison of lumbar spine with or without spina bifida occulta. A finite element analysis. *Spinal Cord*. 2006; 44: 440-444.
- 6) Oakley, R.H., Carty, H. Review of spondylolisthesis and spondylolysis in paediatric practice. *Br J Radiol*. 1984; 682: 877-85.
- 7) Sakai, T., Sairyo, K., Takao, S., Nishitani, H., Yasui, N. Incidence of lumbar spondylolysis in the general population in Japan based on multidetector computed tomography scans from two thousand subjects. *Spine*. 2009; 34: 2346-2350.
- 8) Urrutia, J., Cuellar, J., Zamora, T. Spondylolysis and spina bifida occulta in pediatric patients: prevalence study using computed tomography as a screening method. *Eur Spine J*. 2016; 25: 590-595.
- 9) 石本 立, 辰村正紀, 小川 健, 村上真慧, 内田卓郎, 井伊聡樹, 平野 篤, 山崎正志. 腰椎分離症に対し保存療法を施行した症例の検討: 潜在性二分脊椎併発の有無と片側・両側分離が癒合率・癒合期間に及ぼす影響. *関東整形労災外科学会誌*. 2017; 48: 76-81.
- 10) Morita, T., Ikata, T., Katoh, S., Miyake, R. Lumbar spondylolysis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Br*. 1995; 77: 620-625.
- 11) Yamada, A., Sairyo, K., Shibuya, I., Kato, K., Dezawa, A., Sakai, T. Lumbar Spondylolysis in juveniles from the same family: a report of three cases and a review of the literature. *Case Rep Orthop*. 2013; 2013: 1-6.
- 12) Ucar, D.H., Ömeroglu, H., Eren, A., Inan, M., Baktir, A., Aksoy, M.C., Omeroglu, S. Occult spinal dysraphism and its association with hip dysplasia in females. *Int Orthop*. 2003; 27: 70-72.
- 13) Quah, C., Yeoman, M.S., Cizinauskas, A., Cooper, K.C., Peirce, N.S., McNally, D.S., Boszczyk, B.M. Finite element investigation of the effect of a bifid arch on loading of the vertebral isthmus. *The Spine Journal*. 2014; 14: 675-682.
- 14) Yamamoto, T., Inuma, N., Miyamoto, K., Sugiyama, S., Nozawa, S., Hosoe, H., Shimizu, K. Segmental wire fixation for lumbar spondylolysis associated with spina bifida occulta. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008; 128: 1177-1182.
- 15) Sairyo, K., Katoh, S., Sasa, T., Yasui, N., Goel, V.K., Vadapalli, S., Masuda, A., Biyani, A., Ebraheim, N. 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: 2017年11月8日, 受理: 2018年6月14日)

The effect of posterior and/or lateral vertebral arch defects on conservative treatment of lumbar spondylolysis

Ishimoto, R.^{*1}, Tatsumura, M.^{*1}, Gamada, H.^{*2}, Imoo, Y.^{*3}
Hirabayashi, T.^{*1}, Asakawa, S.^{*1}, Ii, S.^{*1}, Ogawa, T.^{*1}
Mammoto, T.^{*1}, Hirano, A.^{*1}

^{*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, Ibaraki Seinan Medical Center Hospital

^{*3} Department of Rehabilitation, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center/Mito Kyodo General Hospital

Key words: Lumbar spondylolysis, spina bifida occulta, unilateral/bilateral spondylolysis

[Abstract] Spondylolysis is a stress fracture of the pars interarticularis. Conservative treatment is one of the common therapeutic options for spondylolysis with early- or progressive-stage defects. Early diagnosis and treatment can lead to successful bone union. However, other factors that influence bone union are not well understood. Spina bifida occulta (SBO) is known to be associated with lumbar spondylolysis. The presence of defects in the posterior and/or contralateral vertebral arch may lead to altered biomechanics of the spine that result in a poor outcome. The purpose of the present study was to investigate the rate and time to achieve bone union of spondylolysis. Results were compared with or without SBO, and unilateral or bilateral lumbar spondylolysis. A total of 33 patients from 8-17 years old were included in this study. Patients' CT image and MRI were reviewed retrospectively. The presence of SBO and staging of spondylolysis were examined using CT images. Spondylolytic defects involving multiple vertebral levels and a terminal-stage defect were excluded from this study. Union rates with and without SBO were 72% and 100%, respectively. Within the SBO+ group, union rates of early-stage defects were 100% in the unilateral group and 57% in the bilateral group. With those that achieved bone union, the average time until reaching union were not significantly different between the SBO+ and SBO- groups. Although statistically not significant, progressive-stage defects and bilateral cases required a longer treatment period than early-stage or unilateral cases. Lumbar spondylolysis can be treated conservatively in many cases. However, the presence of SBO and/or bilateral spondylolysis may lead to unfavorable outcomes. In these cases, altered biomechanics cause the spine to become more unstable. Unequal distribution of stress on the pars interarticularis may interfere with the healing process at the fracture site. For a better prognosis, early recognition and intervention are required, especially in SBO and bilateral cases.