

発育期陸上競技選手における 腰椎分離症の特徴

Clinical characteristics of lumbar spondylolysis in adolescent track and field athletes

武井隼児*¹, 辰村正紀*², 芋生祥之*¹, 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, track and field, adolescence
腰椎分離症, 陸上競技, 発育期

【要旨】 【緒言】 陸上競技選手における腰椎分離症を検討した報告は少ない。陸上競技には単一動作を反復する競技特性があるため、同一動作の頻度が高くなり身体の特定期間への応力集中が生じやすい。本研究の目的は、陸上競技選手における腰椎分離症の競技種目別の特徴を明らかにすることである。

【方法】 腰椎分離症と診断され、3ヶ月以上経過観察可能であった陸上競技選手15例（平均年齢15.5歳）を対象とした。CTもしくはMRIを用いて分離症の病期と発生高位を調査項目として、競技種目別（短距離・中長距離・障害種目・跳躍種目・投擲種目）に群分けし解析を行った。

【結果】 競技種目別の分布は短距離8例14カ所、中長距離3例5ヶ所、障害種目2例4ヶ所、跳躍種目2例3ヶ所であった。種目別の病期は短距離では分離前期2ヶ所、進行期4ヶ所、末期8ヶ所、中長距離では初期1ヶ所、進行期1ヶ所、末期3ヶ所、障害種目では初期2ヶ所、進行期2ヶ所、跳躍種目では初期1ヶ所、末期2ヶ所を認めた。種目別の発生高位は短距離ではL4で4ヶ所、L5で10ヶ所、中長距離ではL5で5ヶ所、障害種目ではL3で4ヶ所、跳躍種目ではL4で1ヶ所、L5で2ヶ所であった。

【結論】 短距離選手に分離症発生が多く、L3分離症は障害種目に発生した。3名ではあったが腰椎運動の小さい中長距離種目においても腰椎分離症が発生していた。

緒 言

腰椎分離症はスポーツ選手に好発することが知られており、発生率は一般人の3倍とも言われている¹⁾。腰椎分離症の発生には腰部の伸展動作ならびに回旋動作による腰椎椎間関節突起間部への力学的負荷の増加が関係していると考えられており²⁾、特に筋力の発達が十分でない発育期のスポーツ選手においては運動の強度・頻度が腰椎分離症の発生に大いに影響していると考えられる。

当院の過去の調査では、腰椎分離症と診断され

たスポーツ選手の競技種目別内訳では野球(32.2%)とサッカー(18.5%)が高率であったのに対し、陸上競技は8.0%と他競技よりも少数であった³⁾。ただし他家の報告では腰椎分離症罹患者のうち陸上競技選手が占める割合は14.6%と野球、サッカーに次いで3番目に多く⁴⁾、1970年代の報告においても陸上競技における腰椎分離症の発生頻度は13.2%と野球(15.4%)、テニス(15.1%)、バスケットボール(13.6%)に次いで上位から4番目⁵⁾と発生頻度は必ずしも少なくない。また動作に関して他の競技と比較すると、対人競技においては相手の動きに応じて局面ごとに異なる身体動作が必要となるのに対して、陸上競技で必要とされる動作は跳躍・投擲のような単発の同一動作あるいは走動作のように同一動作の反復という点が特徴的である。そのため陸上競技では練習を含め

*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リハビリテーション部

*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

表 1 患者一覧.

患者番号	年齢	性別	病期	高位	患側	種目
1	14	女性	分離前期	L4	片側	短距離
2	17	男性	L4 分離前期, L5 末期	L4, L5	片側	短距離
3	14	男性	進行期	L5	両側	短距離
4	16	男性	進行期	L5	両側	短距離
5	16	男性	末期	L5	片側	短距離
6	15	男性	末期	L4	両側	短距離
7	16	男性	末期	L5	両側	短距離
8	17	男性	末期	L5	両側	短距離
9	14	男性	初期	L5	片側	中長距離
10	12	男性	右進行期, 左末期	L5	両側	中長距離
11	16	男性	末期	L5	両側	中長距離
12	18	男性	初期	L3	両側	障害種目
13	17	男性	進行期	L3	両側	障害種目
14	17	女性	初期	L4	片側	跳躍種目
15	14	女性	末期	L5	両側	跳躍種目

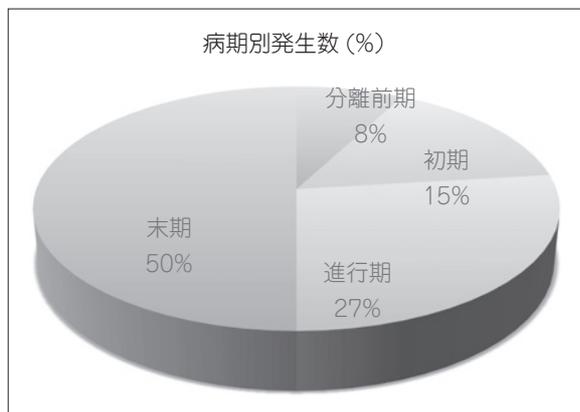


図 1a 病期別発生数の分布を示す.

て同じ動作の反復が非常に多くなることから、特に下肢に疲労骨折が多いと報告されている⁶⁾。一方で陸上競技選手における腰椎分離症の特徴は解明されておらず、検討の余地があると考え、そこで本研究では、陸上競技における腰椎分離症の競技種目別の特徴を明らかにすることを目的に検討を行った。

対象および方法

対象は2014年4月から2016年3月までに当院を受診し、腰椎分離症と診断され、3ヶ月以上経過観察可能であった12~18歳(平均年齢15.5歳)の所属校の陸上競技部に所属している陸上競技選手15例(男性12例, 女性3例)とした。腰椎分離症の診断はMRI STIR像で椎弓根の骨髄浮腫を認めるもの、もしくはCTで関節突起間部の骨欠損

を認めるものと定義した。CTは全例で撮像し、MRIは同意が得られなかった偽関節症例4例を除き、11例で撮像した。

検討項目は分離病変の数(1椎弓で両側存在する場合は2ヶ所とカウント)、水平断分類による病期、発生高位、患側(片側もしくは両側)とした。対象者を競技種目別(短距離・中長距離・障害種目・跳躍種目・投擲種目)に群分けを行い、さらに競技種目別の分離病変の数、病期、発生高位、患側を調査した。水平断分類は先行研究と同様に分離前期、初期、進行期、末期に分類した⁷⁾。

尚、本研究は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の倫理委員会で承認(受付番号NO17-01)を受け、被験者より口頭にて参加同意を取得した。

結 果

分離の発生数は全体で26ヶ所であった(表1)。病期別では分離前期2ヶ所(8%)、初期4ヶ所(15%)、進行期7ヶ所(27%)、末期13ヶ所(50%)を認めた(図1a)。発生高位別ではL3で2例4ヶ所(15%)、L4で4例5ヶ所(19%)、L5で10例17ヶ所(66%)であった(図1b)。うち1例はL4とL5の2椎に片側の分離を有していた。患側別では片側5例6ヶ所(23%)、両側10例20ヶ所(77%)であった(図1c)。

競技種目別の分布は短距離8例(53%)、中長距離3例(20%)、障害種目2例(13%)、跳躍種目2例(13%)であった。尚、投擲種目は競技選手0

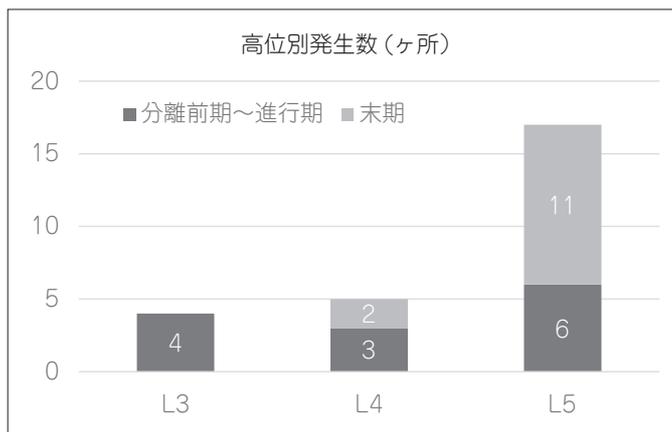


図 1b 高位別発生数の分布を示す。

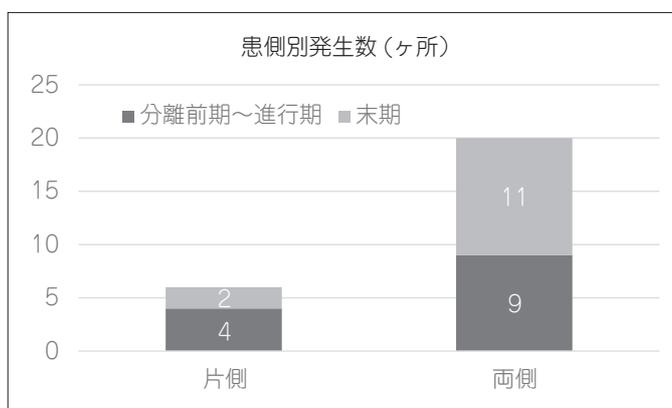


図 1c 両側と片側の発生数の分布を示す。

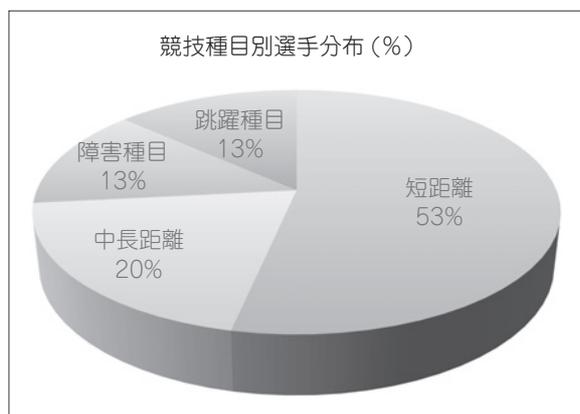


図 2 競技種目別症例数の分布を示す。

例であった(図 2)。競技種目別の病期は短距離では分離前期 2ヶ所, 進行期 4ヶ所, 末期 8ヶ所, 中長距離では初期 1ヶ所, 進行期 1ヶ所, 末期 3ヶ所, 障害種目では初期 2ヶ所, 進行期 2ヶ所, 跳躍種目では初期 1ヶ所, 末期 2ヶ所を認めた(図 3a)。種目別の発生高位は短距離では L4 で 4ヶ

所, L5 で 10ヶ所, 中長距離では L5 で 5ヶ所, 障害種目では L3 で 4ヶ所, 跳躍種目では L4 で 1ヶ所, L5 で 2ヶ所であった(図 3b)。競技種目別の患側分布では短距離では片側 3例 4ヶ所, 両側 5例 10ヶ所, 中長距離では片側 1例 1ヶ所, 両側 2例 4ヶ所, 障害種目では両側 2例 4ヶ所, 跳躍種目では片側 1例 1ヶ所, 両側 1例 2ヶ所であった(図 3c)。

■ 考 察

陸上競技選手の疲労骨折は低骨密度もしくは脚長不均等などが危険因子とされており⁸⁾, 特に下肢に多いと報告されている⁶⁾。一方で, 腰椎分離症に関する報告は少なく種目別の分布などの特徴が不明である。

腰部障害は発生部位から腰椎分離症に代表される後方要素障害と椎間板変性に代表される前方要素障害に大別される。Hangai らが陸上競技選手は非運動者に比べて椎間板変性の発生頻度が低いと

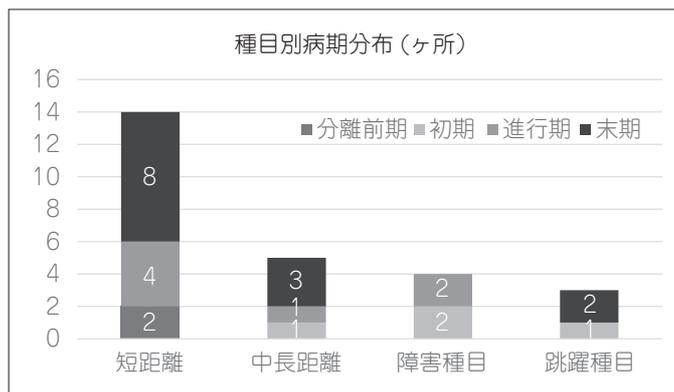


図 3a 種目別病期の分布を示す.

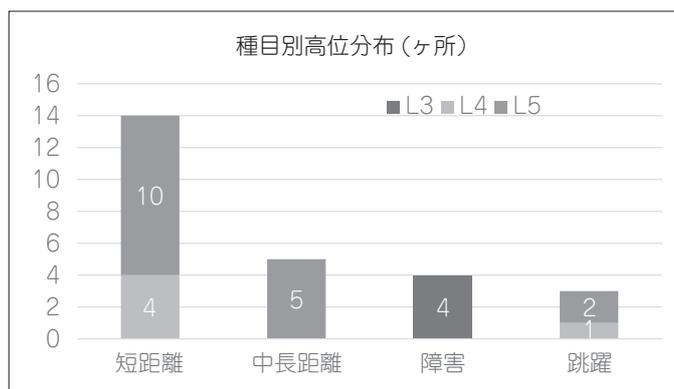


図 3b 種目別高位の分布を示す.

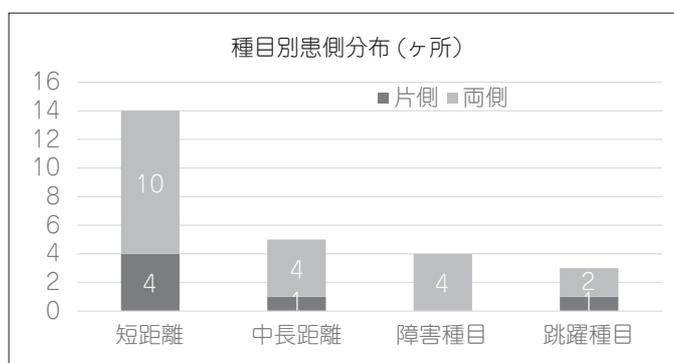


図 3c 種目別両側と片側の分布を示す.

報告⁹⁾しており,陸上競技選手の腰部障害の内訳は相対的に後方要素障害の頻度が高くなる.また陸上競技選手では7日間以上の腰痛を訴えて来院する患者のうち腰椎分離症を含めた腰仙部疲労骨折が占める割合が多く,腰痛42人中20人が腰仙部疲労骨折であったと Kaneko らは述べている¹⁰⁾.したがって発育期陸上競技選手の腰部障害の原因としては後方要素障害が多く,腰椎分離症も決して少なくはないと言える.

Malliaropoulos らは腰部後方要素障害の種目別内訳は短距離43%,跳躍種目35%,投擲22%と報告しており¹¹⁾,短距離や跳躍種目など下肢の瞬発的な動作を伴う種目において後方要素障害が多いという点で本研究と共通している.特に本研究において種目別では短距離の割合が最も多く,短距離走における動作特性が腰椎分離症の発生に影響していると考えられた.疾走時には歩行時と比べてストライドが増加するため骨盤が前傾し,結

果的に腰椎が伸展することが知られている¹²⁾。特に短距離のように疾走時のストライドが大きく増加する場合には腰椎伸展および骨盤前傾が大きくなり、第5腰椎の関節突起間部の剪断力が増加するため腰椎分離症が発生しやすくなると報告されている¹³⁾。またGotoらは、サッカーにおけるインステップキックの動作における腰椎回旋が腰椎分離症に関係しており、ダッシュ動作もそれと類似した回旋角度を呈するため短距離選手においても腰椎分離症を発生しやすいと述べている⁴⁾。短距離選手の動作特性として高強度かつ周期的な動作は下肢のみならず腰椎骨盤股関節複合体にも高いストレスを与えやすく、短距離選手は他の種目の選手よりも腰椎分離症を発生しやすいと言える。

またGotoらの報告ではジョグ動作はダッシュ動作と異なり腰椎の回旋は少ないとしている⁴⁾。しかし本研究では短距離・跳躍のように瞬発的に大きな伸展や回旋動作が強いられる種目だけでなく、比較的低負荷で腰椎運動の小さい中長距離種目においても腰椎分離症の発生が認められた。これは中長距離選手に関しては競技レベルの低さおよび疲労の蓄積との関連性が考えられる。エリートランナーにおいては疾走速度が増加しても胸椎がより直立位で保持されるとPreeceらが報告し¹⁴⁾、Maasらは疲労時においても体幹が前傾せずに疾走開始時の肢位が保たれると報告している¹⁵⁾。一方で非エリートランナーは疾走時にストライドを増加させるために骨盤前傾および腰椎伸展が見られるとFranzらは報告しており¹²⁾、疲労時には姿勢の側方動揺が大きくランニングパターンも乱れるとLe Brisらは報告している¹⁶⁾。したがって競技レベルが低い場合は胸郭や腰椎骨盤股関節複合体の機能が不十分であることが疲労などと相まって特定の部位への応力集中につながると考える。本研究の中長距離選手は学校の部活動所属のアマチュア選手であるため腰椎骨盤股関節複合体の機能が不十分であったと予想される。さらに中長距離選手は比較的練習量が多く、体幹回旋運動の反復回数も増加するなど量的要因が組み合わさった結果として腰椎分離症が生じたと考える。また長距離選手は脊椎でも骨密度が低くなることが知られており¹⁷⁾、たとえ男性であっても低骨密度は疲労骨折が生じやすいとされていることから¹⁸⁾、長距離選手における腰椎分離症の発生には特徴的な骨代謝も影響したと考える。

障害種目は短距離と同様の発生メカニズムに加え、ハードリング時に股関節を深屈曲させる必要があるため大きな腰椎回旋が生じると報告されている¹⁹⁾。本研究で特徴的であったのは分離症の発生高位である。他の種目がL4もしくはL5であるのに対して、障害種目ではL3にのみ分離が生じていた。一般的に腰痛分離症はL4,L5に比べL3の発生頻度は少ないとされている³⁾。L3に発生する要因を検討したが、L3を対象とした有限要素法による力学的負荷を解析した報告は渉猟し得なかった。L3は椎体の傾斜がなく力学的負荷がかからないため分離発生には遺伝的な要素が大きいとする報告もある²⁰⁾。本研究では症例数が少ないため推測にはなるが、ハードリング動作において骨盤・腰椎回旋動作が大きくなるためL3の椎間関節突起間部に力学的負荷を及ぼした可能性が示された。

跳躍種目も短距離と同様に腰椎に強い負荷の反復が生じるため腰椎分離症が発生しやすいと言える。さらに跳躍における踏切は常に同一側であるため片側に応力が集中しやすい。非対称性の動作は片側の分離を発生する要因となると考えられており、例えば投球動作を行う利き手と反対側に分離症が発生しやすいことが知られている²¹⁾。そのため跳躍種目選手には片側の分離が多くなると予想したが、本研究では片側1例、両側1例と一定の傾向を認めなかった。両側の分離症は片側が先行した後に対側の分離に至ることも珍しくなく²²⁾、今後も症例数を増やして跳躍と分離発生側の関係について検討する必要がある。

今回は投擲種目の選手の分離症は認めなかった。過去に報告されている腰椎分離症における陸上競技種目の内訳でも13例のうち短距離9例、長距離3例、障害種目1例と投擲種目の該当者は存在しなかった⁴⁾。投擲種目は練習・試合時において腰椎の伸展あるいは回旋を高強度かつ頻回に行う競技であり、なおかつ試合期以外でもウエイトトレーニングなどやはり高強度のトレーニングで身体機能を強化する傾向があることから、その反復により腰椎分離症が発生すると推察する。しかし本研究では学校の部活動所属の陸上競技選手のみを対象としており、専用の練習環境を必要とする投擲種目は競技人口が限られる。このため本研究においては対象となる症例が存在しなかったと考えられた。一方、短距離種目は特殊な環境がなく

とも練習は可能であり，中高生では専門とする者が必然的に多くなり，症例数も多くなったと考えられた。

本調査の限界として対象選手数が限られているため，症例を蓄積することでより正確な傾向が見出せると考える。

結 語

陸上競技における腰椎分離症の特徴として，短距離選手に発生が多いことが示された。また少数ではあったが比較的低負荷で腰椎運動の小さい中長距離種目においても腰椎分離症が発生していた。分離症の発生頻度が低いとされるL3分離症を障害種目2例全員で認めており，ハードリング動作がL3分離症の発生メカニズムに関連してい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) Crawford CH 3rd, Ledonio CG, Bess RS, et al. Current evidence regarding the etiology, prevalence, natural history, and prognosis of pediatric lumbar spondylolysis: A report from the scoliosis research society evidence-based medicine committee. *Spine Deformity*. 2015; 3: 12-29.
- 2) Chosa E, Totoribe K, Tajima N. A biomechanical study of lumbar spondylolysis based on a three-dimensional finite element method. *J Orthop Res*. 2004; 22: 158-163.
- 3) Tatsumura M, Gamada H, Ishimoto R, et al. Prevalence of curable and pseudoarthrosis stages of adolescent lumbar spondylolysis. *J Rural Med*. 2018; 13: 105-109.
- 4) Goto T, Sakai T, Sugiura K, et al. Dash-Associated Spondylolysis Hypothesis. *Spine Surg Relat Res*. 2019; 3: 146-150.
- 5) 河野左宙, 林 侃, 笠原俊昭, 他. スポーツとの関連における脊椎分離発生過程の追及. *日本整形外科学会雑誌*. 1975; 49: 125-133.
- 6) Reinking MF, Austin TM, Bennett J, et al. Lower extremity overuse bone injury risk factors in collegiate athletes: a pilot study. *Int J Sports Phys Ther*. 2015; 10: 155-167.
- 7) 蒲田久典, 辰村正紀, 奥脇 駿, 他. 学童期腰椎分離症の治癒阻害因子の検討. *整スポ会誌*. 2020; 40: 6-11.
- 8) Bennell KL, Malcolm SA, Thomas SA, et al. Risk factors for stress fractures in track and field athletes. A twelve-month prospective study. *Am J Sports Med*. 1996; 24: 810-818.
- 9) Hangai M, Kaneoka K, Hinotsu S, et al. Lumbar intervertebral disk degeneration in athletes. *Am J Sports Med*. 2009; 37: 149-155.
- 10) 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.
- 11) Malliaropoulos N, Bikos G, Meke M, et al. Mechanical low back pain in elite track and field athletes: An observational cohort study. *J Back Musculoskeletal Rehabil*. 2017; 30: 681-689.
- 12) Franz JR, Paylo KW, Dicharry J, et al. Changes in the coordination of hip and pelvis kinematics with mode of locomotion. *Gait Posture*. 2009; 29: 494-498.
- 13) Lawrence KJ, Elser T, Stromberg R. Lumbar spondylolysis in the adolescent athlete. *Phys Ther Sport*. 2016; 20: 56-60.
- 14) Preece SJ, Mason D, Bramah C. How do elite endurance runners alter movements of the spine and pelvis as running speed increases? *Gait Posture*. 2016; 46: 132-134.
- 15) Maas E, De Bie J, Vanfleteren R, et al. Novice runners show greater changes in kinematics with fatigue compared with competitive runners. *Sports Biomech*. 2018; 17: 350-360.
- 16) Le Bris R, Billat V, Auvinet B, et al. Effect of fatigue on stride pattern continuously measured by an accelerometric gait recorder in middle distance runners. *J of Sports Med Phys Fitness*. 2006; 46: 227-231.
- 17) Gremion G, Rizzoli R, Slosman D, et al. Oligoamenorrhic long-distance runners may lose more bone in spine than in femur. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33: 15-21.
- 18) Kraus E, Tenforde AS, Nattiv A, et al. Bone stress injuries in male distance runners: higher modified Female Athlete Triad Cumulative Risk Assessment scores predict increased rates of injury. *Br J*

- Sports Med. 2019; 53: 237-242.
- 19) McDonald C, Dapena J. Angular momentum in the men's 110-m and women's 100-m hurdles races. Med Sci Sports Exerc. 1991; 23: 1392-1402.
- 20) Nourbakhsh A, Von Ritschl RH, Garges KJ. Bilateral isthmic L3 spondylolisthesis in an adult female. J Manipulative Physiol Ther. 2008; 31: 160-163.
- 21) 照屋翔太郎, 辰村正紀, 江藤文彦, 他. 発育期野球選手における投球/打撃動作と腰椎分離症発生側との関連性. Journal of Spine Research. 2020; 11: 22-26.
- 22) Tatsumura M, Okuwaki S, Gamada H, et al. Characteristics of adolescent lumbar spondylolysis with acute unilateral fatigue fracture and contralateral pseudoarthrosis. J Rural Med. 2020; 15: 170-177.
-
- (受付: 2020年1月17日, 受理: 2021年6月22日)

Clinical characteristics of lumbar spondylolysis in adolescent track and field athletes

Takei, S.^{*1}, Tatsumura, M.^{*2}, Imoo, Y.^{*1}, Eto, F.^{*2}
Ogawa, T.^{*2}, Mammoto, T.^{*2}, Hirano, A.^{*2}

^{*1} Department of Rehabilitation, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center, Mito Kyodo General Hospital

^{*2} Department of Orthopaedic Surgery and Sport Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center, Mito Kyodo General Hospital

Key words: lumbar spondylolysis, track and field, adolescence

[Abstract] BACKGROUND: A characteristic of track and field athletes is to repeat simple movements. This study clarifies the characteristics of lumbar spondylolysis in athletics by event.

METHODS: The subjects were 15 track and field athletes with spondylolysis. We surveyed the pathological stage and the vertebral level of the spondylolysis by the discipline event.

RESULTS: The distribution by event was 8 sprinters, 3 long-distance runners, 2 hurdlers and 2 jumpers. The lesion by stage in sprinters was 2 in the early stage, 4 in the progressive stage and 8 in the terminal stage; that in long-distance runners was 1 in the early stage, 1 in the progressive stage and 3 in the terminal stage; that in hurdlers was 2 in the early stage and 2 in the progressive stage; and that in jumpers was 1 in the early stage and 2 in the terminal stage. The lesion by vertebral level was 4 at L4 and 10 at L5 in sprinters, 5 at L5 in long-distance runners, 4 at L3 in hurdlers, and 1 at L4 and 2 at L5 in jumpers.

CONCLUSION: There is a high prevalence of spondylolysis among sprinters, and L3 spondylolysis occurred in hurdlers. Three long-distance runners with small lumbar movements had spondylolysis.