

Japanese Journal of  
**ORTHOPAEDIC  
SPORTS  
MEDICINE**



一般社団法人日本整形外科スポーツ医学会

# 目 次

<第44回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「腰椎分離症：～100%を超える復帰～」>

## 1. 緒 言

医療法人大場整形外科 大場 俊二 …… 1

<第44回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「腰椎分離症：～100%を超える復帰～」>

## 2. 緒 言

徳島大学大学院医歯薬学研究部運動機能外科学 酒井 紀典 …… 2

<第44回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「腰椎分離症：～100%を超える復帰～」>

## 3. 成長期腰椎分離症（疲労骨折）の保存療法における治療成績と問題点

The Outcomes and Problems of Conservative Treatment for Pediatric Lumbar Spondylolysis (Lumbar Stress Fracture)

村上整形外科クリニック 兼子 秀人ほか … 3

<第44回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「腰椎分離症：～100%を超える復帰～」>

## 4. 不成功例から学ぶ腰椎分離症の治療予後不良因子

Prognostic Factors of Fusion of Lumbar Spondylolysis Clarified from Pseudoarthrosis Cases

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 辰村 正紀ほか … 9

<第44回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「腰椎分離症：～100%を超える復帰～」>

## 5. 思春期腰椎分離症の分離部骨癒合促進を目的とした低出力超音波パルス治療(LIPUS)の応用 Application of Low-intensity Pulsed Ultrasound Stimulation (LIPUS) for Promoting Bone Union of Pediatric Lumbar Spondylolysis

浜松医科大学整形外科 有馬 秀幸ほか … 13

<第44回日本整形外科スポーツ医学会学術集会「腰椎分離症：～100%を超える復帰～」>

## 6. 発育期腰椎分離症のリハビリテーション—装具療法期間からスポーツ完全復帰まで—

Rehabilitation of Early Stage Spondylolysis from Bracing Therapy to Returning Sports

医療法人社団西川整形外科 杉浦 史郎ほか … 19

7. Bリーグ・プロバスケットボールチームにおける3年間の傷害分析  
Injury in the Japanese Professional Basketball Team “B League” : a 3-year Study  
筑波大学附属病院整形外科 朝田 智之ほか … 25
8. サッカー競技への復帰を強く希望される患者の両側変形性膝関節症に対して両側  
double level osteotomy を行なった1例  
A Case Report of Performing Bilateral Double Level Osteotomy on Bilateral  
Osteoarthritis of Patient Who Is Eager to Play Football Again  
豊川市民病院整形外科 斐 漢成 …… 30
9. 高校生アスリートに発症した仙骨部 perineurial cyst に対する2手術例  
Two Cases of Surgically Treated Sacral Perineurial Cyst of High-school Athlete  
紀南病院整形外科 西井 佑介ほか … 34
10. ショパール関節脱臼骨折に対し、リング型創外固定器にて早期荷重を行なった1症例  
Chopart Joint Fracture Dislocation Treated with External Ring Fixator and Carried  
out Early Weight Bearing : a Case Report  
筑波大学附属病院救急・集中治療部 柳澤 洋平ほか … 38
11. 胸郭出口症候群における超音波検査所見の特徴—野球選手における検討—  
Features of Ultrasound Findings in Thoracic Outlet Syndrome — Investigation in  
Baseball Player —  
慶友整形外科病院リハビリテーション科 井上 彰ほか … 41
12. 野球投手に発生した脛骨天蓋骨軟骨損傷  
Osteochondral Lesion of the Tibial Plafond : a Report of Two Cases of Baseball  
Pitcher  
札幌医科大学医学部整形外科 濱岡 航大ほか … 47
13. 高校野球選手における腰痛は非投球側股関節の柔軟性低下と関連する  
Lower Flexibility of Hip Joint in Non-throwing Side Is Related to the Low Back  
Pain in High School Baseball Players  
山形大学医学部附属病院リハビリテーション部 浦山 樹ほか … 53
14. 偽関節・変形治癒となった尺骨茎状突起疲労骨折の2例  
Two Cases with Stress Fracture of the Ulnar Styloid Process, One in Non Union,  
One in Malunion  
秋田労災病院整形外科 関 展寿ほか … 59

15. Limitation of Hip Internal Rotation Involves with Shoulder and/or Elbow Pain Among Youth Baseball Players  
少年野球選手の肩肘痛には股関節内旋制限が関与する  
栗原市立栗原中央病院整形外科 永元 英明ほか … 65
16. 柔道選手とラグビー選手の頸椎アライメント解析  
Analysis of Cervical Spine Alignment of Judo and Rugby Players  
早稲田大学スポーツ科学研究科 濱田 麗ほか … 72
17. チアリーディング中に生じた Lisfranc 関節脱臼を伴わない第 1 楔状骨単独骨折の 1 例  
A Case Report of Isolated Fracture of the Medial Cuneiform without Dislocations at Lisfranc's Joint in a Cheerleader  
京都岡本記念病院整形外科 杉本 一樹ほか … 76
18. 金鷲旗高校柔道大会（体重無差別団体戦）における外傷調査  
Investigation of Injury in Kinshuki Judo Contest (Open-weight Team Competition)  
久留米大学医療センター整形外科・関節外科センター 木内正太郎ほか … 81
19. 審美系アスリートにおける爪先立ち動作の研究—第 1 報：健常人における開眼爪先立ち位での重心動揺と足関節底屈角度の関係—  
Study of Standing on Tiptoe at Aesthetic Athlete — 1st Report : Relationship Between Center of Gravity Fluctuation and Ankle Joint Plantar Flexion Angle at Standing on Tiptoe with Eyes Open in Common Man —  
阪奈中央病院スポーツ関節鏡センター 小林 佑介ほか … 86
20. 荷重による内側・外側半月板の変位～立位 MRI 検査による評価～  
Evaluation of Medial and Lateral Meniscal Shift with Upright Loading Magnetic Resonance Imaging  
金沢大学附属病院整形外科 下崎 研吾ほか … 91
21. 内側半月板後根断裂に対する pullout 修復術後の脛骨回旋変化の検討  
Transtibial Pullout Repair of Medial Meniscus Posterior Root Tear Restores Physiological Internal Rotation of the Tibia in the Knee-flexed Position  
岡山大学大学院整形外科 岡崎 勇樹ほか … 96

22. 野球肘として加療されていた滑膜性骨軟骨腫症の1例

A Case of Synovial Osteochondromatosis Treated as Baseball Elbow

横浜総合病院スポーツ整形外科 杉山 公一ほか … 101

## 緒 言

大場 俊二 Shunji Oba

近年、整形外科学会およびスポーツ現場での腰椎疲労骨折（成長期腰椎分離症）の認識は徐々に拡がりをみせており、本学術集会では約 40 題の関連演題がみられるまでになった。今回、「腰椎分離症：～100%を超える復帰～」というテーマで徳島大学の酒井紀典先生とともに座長を務めさせて頂いたが、テーマからその治療においてのリハビリテーションの重要性を示唆するものであった。

6 題の演題のうち前半 3 題は、診断と保存的治療とその結果に関する発表であり、筆者が担当し、後半 3 題はアライメントと治療期間中のリハビリテーションに関するもので、これらを酒井先生に担当して頂いた。

兼子秀人先生は MRI による早期診断の重要性、治療期間中ドロップアウト対策としてのクリニカルパスの導入を紹介し、今後、予後予測の精度をあげ患者別の治療プランの提案を工夫することを考えている、と述べられた。

辰村正紀先生は保存的治療の不成功例を後ろ向きに調査し、その結果として分離部の病期のほかに学童期、高位（L5）、対側病期、両側性、SBO の合併などが影響すると述べられた。今後の課題として癒合に関する因子を明らかにすることにより、癒合の可能性の低い症例においては保存療法を長期化させないことも考慮すべきと述べられた。

有馬秀幸先生は分離部癒合促進を目的とした低出力超音波パルス治療（LIPUS）の効果について述べられ、骨癒合が困難である進行期症例に対する LIPUS の有効性が示されたが、骨癒合期間短縮効果は明らかではなかった、とのことであった。

3 名の先生とも診断は MRI で行ない骨癒合をめざした保存的治療を行っており、この点に関しては一致していたが、治療期間の長期化、難治例への対応に苦慮しており、予後予測の精度向上、患者への治療内容、期間の説明が今後の課題と伺えた。

後半 3 題は酒井先生に担当して頂いたが、家里典幸先生は脊柱骨盤矢状面アライメントが分離症の発症に関与している可能性を示され、杉浦史郎先生は積極的な運動療法が患者の長期に及ぶ治療継続への意欲の維持に寄与している可能性を示された。後藤強先生は保存療法中のリハビリテーションプログラムについて、時期に応じてその内容を工夫していると発表された。いずれも保存療法中のリハビリテーションの内容が再発防止に重要であり、スポーツ復帰までの内容をより高めることを強調されていた。

全体を通してのディスカッションとして、MRI による早期診断、CT による進行期分類の必要性は共通認識として確立されてきてはいたが、成長期子どもたちがまず訪れる一般診療所において、これらの知識の普及とともにその検査の適応をどのように判断していくかが今後の検討課題と考えられた。また骨癒合をめざした保存的治療において、ただ単にスポーツ活動中止、コルセット装着という治療ではなく、積極的リハビリテーションの導入による再発防止対策、無駄に治療期間が長引くことのないよう症例に応じた対応、説明の重要性が示され、今後ますます、多くの知見を集めたうえで、さらに検討を重ね、治療内容を向上させていくことの必要性が確認された。

## 緒 言

酒井 紀典 Toshinori Sakai

本パネルディスカッションでは、前半は腰椎分離症の保存治療について3名の先生方に述べて頂き、後半はスポーツ復帰へ向けての取り組みについて3名の先生方に述べて頂いた。前半は主に大場俊二先生が、後半を筆者が moderate させて頂いた。すべてのパネリストに素晴らしい内容のご講演を賜ったこともあり、多くの聴衆者にご参加頂き、本疾患がいかに注目されているかということが、実感できた。会場からも沢山のご意見・ご質問も頂き、大変内容のあるパネルディスカッションになったかと思えます。この場をお借りして御礼申し上げます。

腰椎分離症に対する骨癒合を目的とした保存治療の方法と成績については、現在ある程度までは、安定した成績が得られるようになってきたと思う。しかしながら、そのなかにも治療抵抗性の難治例が存在し、いかにそのような予後不良性を見抜き、いかに取り組みをしていくべきかが、今後われわれに与えられた使命であると感じている。

また、腰椎分離症の病態が疲労骨折であるという前提で、仮に保存治療が成功し骨癒合が得られたとしても、その疲労骨折を起こした原因を改善しない限り、再発を繰り返すことになる。疲労骨折を起こす原因については、患者背景（その患者がもつ身体的要因など）、環境

因子（練習方法・練習量など）など、さまざまな要因が考えられる。復帰に向けてわれわれ医療サイドにできることは、その患者の身体的要因（弱点）を見つけ、復帰に向けて改善（肉体改造）していくことであろう。またそのように患者を見つめることにより、練習内容などについても、より深い内容で現場と相談することができるかと思う。

これまですでに各施設でさまざまな取り組みもされており、さまざまな経験もされてきたであろうが、現状では、科学的根拠に基づいた腰椎分離症治療後のリハビリテーションプログラムが確立されているとはいえない。このようなプログラムの確立のためには、単一施設では気が遠くなるほどの時間と労力が必要となるであろう。沢山の方々のご経験・情報を共有することにより、よりよいものが確立できると思う。

さまざまな医療従事者が、さまざまな思いをもって治療・研究に取り組んでいるかと思うが、すべての方々が「患者さん（子どもたち）を治してあげたい」という同じ思いをもっていることはまちがいないと思う。本パネルディスカッションで認識できた今後の課題も多かったと思う。ぜひ今後の治療向上、100%を超える復帰の実現のため、次の課題に向かって取り組んでいければと思う。

# 成長期腰椎分離症（疲労骨折）の保存療法における 治療成績と問題点

## The Outcomes and Problems of Conservative Treatment for Pediatric Lumbar Spondylolysis (Lumbar Stress Fracture)

兼子 秀人 Hideto Kaneko

村上 元庸 Gen-you Murakami

### ● Key words

Spondylolysis : Lumbar stress fracture : Conservative treatment

### ● 要旨

腰椎分離症の急性期である腰椎疲労骨折は、成長期腰痛に対する MRI 検査例 1,091 例中、約 30% に存在した。癒合率は 70～100% 以上と概ね良好であったが、進行度に応じて癒合率は低下したため、早期発見が重要である。早期発見のためには少なくとも腰痛が 1 週間以上続けば MRI を考慮したほうがよいと考えている。とくに中学生男子、サッカー、野球、陸上では約 40% 以上の頻度で疲労骨折が存在していたため、注意が必要である。スポーツからの長期離脱と治療中断が問題点としてあげられるが、疾患に対する理解を深めることと病期に応じた運動処方などによって治療に対するアドヒアランスの向上が望めると考える。

検討した。

### はじめに

腰椎分離症は関節突起間部の疲労骨折が原因であるため、偽関節化した慢性期の状態ではその癒合率は極めて低いが、疲労骨折の段階で診断・治療にあれば癒合させることが可能である<sup>1)</sup>。治療方法に関しては、偽関節・疲労骨折ともにまずは保存療法が選択されるが、治療の目的に関しては、偽関節化した分離症では癒合する可能性が低いいため疼痛管理が主体となるのに対し、疲労骨折の段階で診断された場合には癒合をめざした治療が選択可能である。今回、成長期分離症の急性期、すなわち、疲労骨折の段階で診断された症例に対し、癒合をめざした保存療法における治療成績とその問題点について

### 対象と方法

2008 年 10 月から 2018 年 9 月までの 10 年間に、腰痛を主訴に当院を受診し、MRI を施行した 18 歳以下の症例を対象にして後ろ向きに調査を行なった。疲労骨折の段階での早期診断に関しては、Sairyō らの報告<sup>2)</sup>に準じた MRI 診断、すなわち、椎弓根部に骨髄浮腫像を認めた場合を疲労骨折と診断した。MRI での信号異常を伴わない、偽関節化した分離症は疲労骨折には含めなかった。また、MRI にて疲労骨折と診断された症例に対し、罹患椎に限局した CT 撮影を行ない、再構築法による矢状断像を作成し、骨折進行度を評価した。CT による進

行度分類は大場分類<sup>3)</sup>を使用した。治療は原則的にスポーツ活動の中止と硬性コルセット装着を行ない、約2ヵ月ごとにCTにより経時的に骨折部を評価し、骨折部が仮骨により充填され、なおかつ縮小・不明瞭化した状態をもって癒合とした。

## 結 果

対象期間にMRIを施行した症例は1,091例、男子674例、女子417例、平均年齢は14.4歳(6~18歳)であった。そのうち、326例(29.9%)が腰椎疲労骨折の診断となった。当初のMRI適用条件は原則として「神経症状または安静時痛あり、または腰痛が2週間以上持続する場合」としていた。この適用条件での18歳以下のMRI施行例は294例で、そのうち疲労骨折は73例(24.8%)であった。この結果を受けて、2012年12月からMRI適用条件の「2週間以上」を「1週間以上」に拡大したところ、疲労骨折はMRI施行797例中の254例(31.9%)と有意に上昇した( $p=0.026$ ) (図1)。性別でみた疲労骨折の頻度は、男子では266例39.5%、女子では60例14.4%であり、男子に有意に頻度が高かった( $p<0.001$ )。年齢別に、12歳以下、13~15歳、16~18歳に分類して比較すると、疲労骨折の頻度はそれぞれ24.9%、32.5%、28.8%となり、各年齢層での有意差はなかった。しかし、性別も考慮して検討すると、図2のようになり、男子では13~15歳の中学生期で44.1%と有意に多く、12歳以下の小学生期で有意に少ない結果となった。一方、女子では有意差はないものの小学生期に最も多く発生していた(図2)。

スポーツ種目別にみると、MRI施行例はサッカー204例が最も多く、野球、バスケットボール、陸上、と続き、以下テニス、バレーボール、ソフトボール、卓球の順であった。そのうち、疲労骨折の頻度をみると、最も高かったのはサッカーの48.5%であり、次に野球と陸上が40%弱で、バスケットボール、テニス、バレーボール、ソフトボール、卓球、その他では20%程度となった。統計学的にはサッカー、野球、陸上が多かった。一方で、スポーツなし、すなわち、体育以外のスポーツ活動に関わっていない症例でも8.5%の頻度で疲労骨折が存在していた(図3)。

次に、CTによる進行度と癒合率を示す。CTで治療結果を評価できたものは208部位であった。そのうち、硬性コルセット装着・運動中止によって治療した189部位についてみると、I<sub>0</sub>では100%(8/8)、I<sub>a</sub>では96.8%(90/93)、I<sub>b</sub>では92.1%(35/38)、I<sub>c</sub>では84.8%(28/33)、IIでは70.6%(12/17)であり、進行度とともに

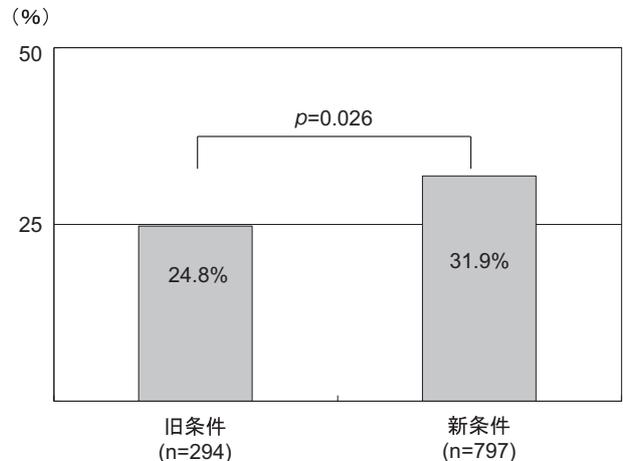


図1 MRI施行例中の腰椎疲労骨折の頻度  
MRI適用条件は「神経症状または安静時痛があること」のほか、当初は「2週間以上持続した場合(旧条件)」としていたが、これを「1週間以上持続した場合(新条件)」に拡大したところ、腰疲労骨折の頻度は30%以上に増加した。

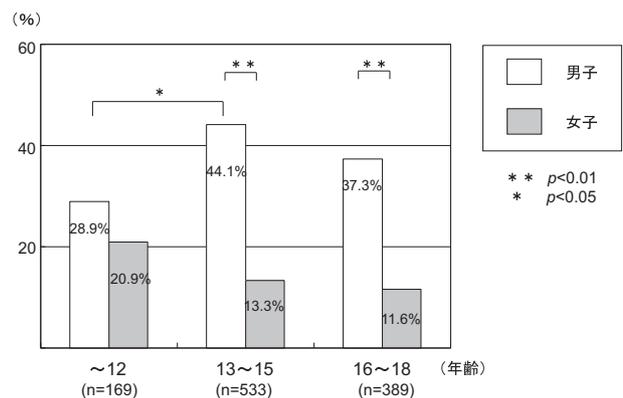


図2 年齢・性別による疲労骨折の頻度  
男子では中学生期に有意に多かった。女子では年齢層別の頻度に有意差はなかった。男女差は中学生期と高校生期で男子に有意に多かった。小学生期では男女差では有意差はなかったが、ともに20%以上の頻度であった。

に癒合率は低下していた。癒合確認までの平均日数をみると、I<sub>0</sub>では71.3±34.5日、I<sub>a</sub>では88.1±29.7日、I<sub>b</sub>では105.3±47.6日、I<sub>c</sub>では149.6±108.4日、IIでは250.7±116.2日で、これも進行度に応じて延長していた(図4)。

また、諸事情により運動中止またはコルセット装着ができず、疼痛状況をみながらコルセットの適時装着や運動量の調節によって治療を行なった19部位についてみ

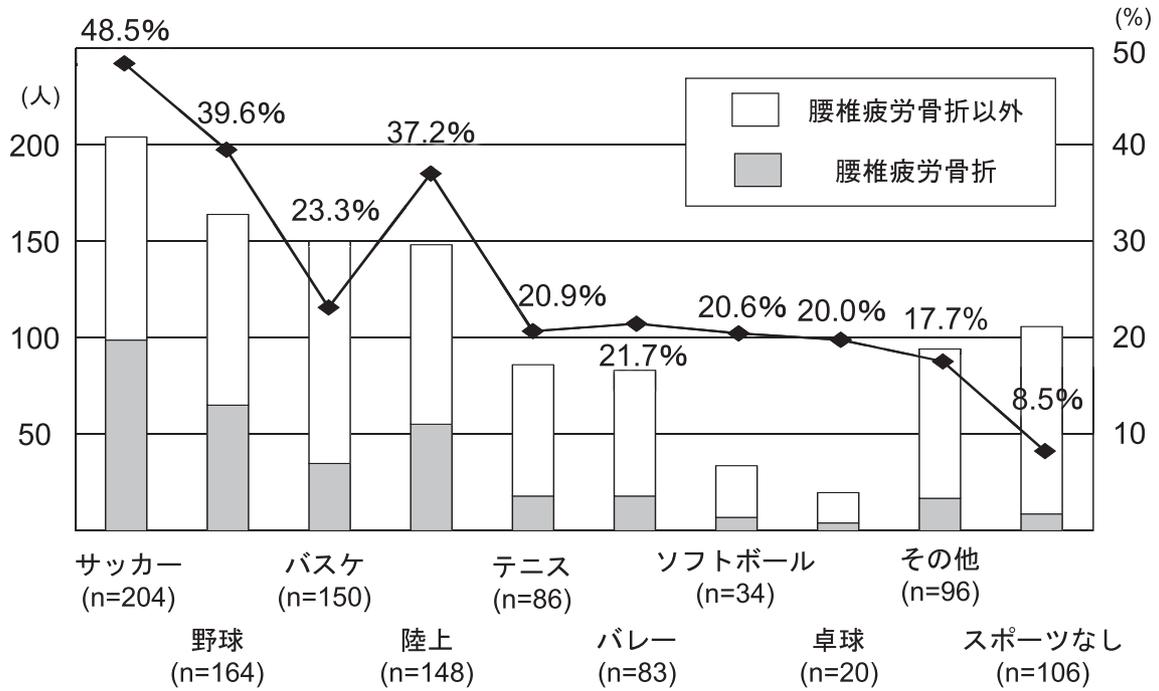


図3 種目別にみたMRI施行患者数と腰椎疲労骨折の頻度  
 サッカーでは約半数，野球と陸上では約40%が腰椎疲労骨折の診断となった。一方で，スポーツ活動のないものでも約10%の頻度で疲労骨折が存在した。

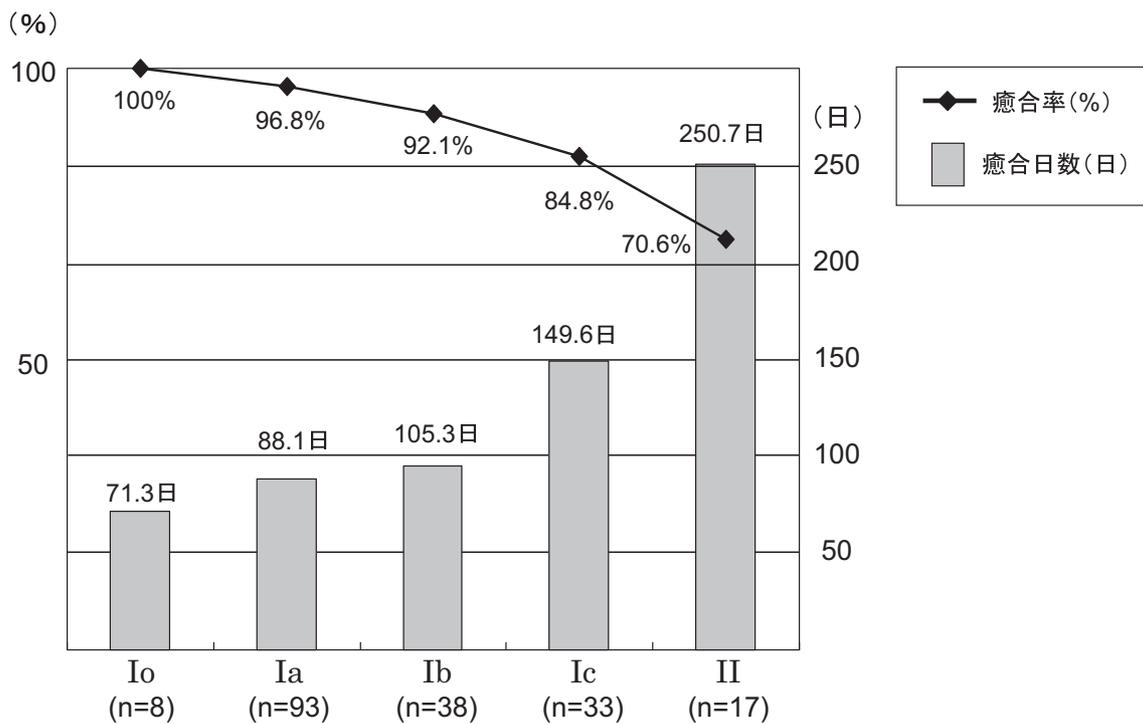


図4 進行度別にみた癒合率と癒合期間  
 進行度とともに癒合率は低下，癒合期間は長くなる。

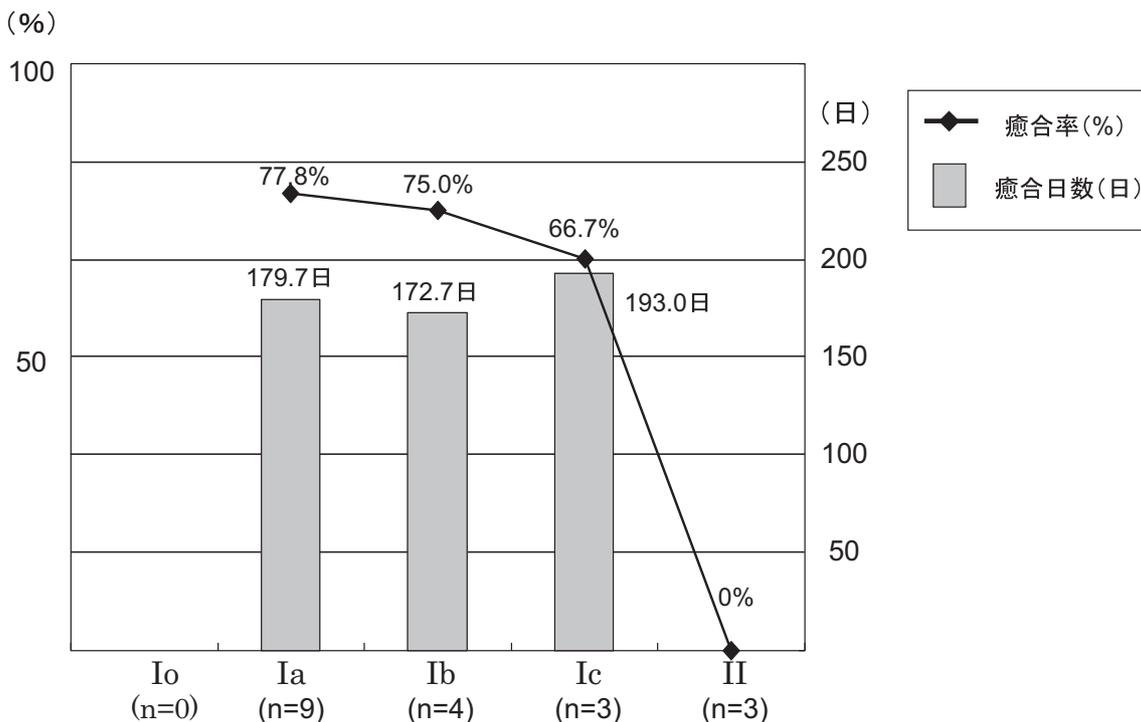


図5 運動中止はせずに運動量軽減のみで治療した場合の成績  
癒合率、癒合期間ともに成績は低下傾向にあるが、タイプII以外では約2/3~3/4の症例で癒合が得られた。

てみる。症例数は多くなく、プロトコルも一定したものではないが、進行度別にみた癒合率では、Iaでは77.8%(7/9)、Ibで75.0%(3/4)、Icで66.7%(2/3)であったが、IIでは3部位すべてが偽関節化した。また、癒合までの平均日数もIaでは179.7±43.2日、Ibでは172.7±86.1日、Icでは193.0±134.4日と長期を要する傾向にあった(図5)。

次に、治療継続率について検討する。当初の治療方法としては、医師による運動中止指示を中心とし、物理療法中心のリハビリを行っていたが、当時の中断率(治療判定まで通院しなかったもの)は111例中56例(50.5%)であった。その後、リハビリメニューを単純なストレッチから等尺性運動・体幹強化など、病期に応じて段階的に行ない、理学療法士や看護師を含めたチームで指導にあたるようリハビリを導入したところ、中断率は188例中37例(19.7%)と有意に減少した( $p < 0.001$ )(図6)。

### 考 察

疲労骨折の治療においては、早期診断することが早期復帰につながる大切なポイントである。腰椎分離症の急

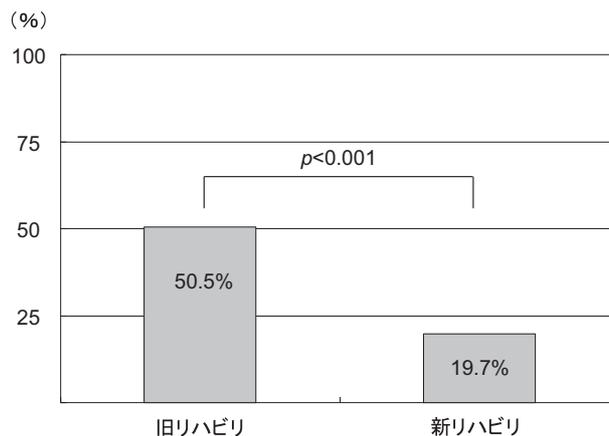


図6 リハビリ方法と治療中断率  
医師による安静指示と物理療法中心の治療(旧リハビリ)から、病期に応じて理学療法士や看護師を含めたチームで段階的に指導するリハビリ(新リハビリ)に切り替えたところ、治療中断率は有意に低下した。

性期である腰椎疲労骨折も同様で、今回の調査においても過去の報告<sup>1,4-6)</sup>と同様、進行度に応じて癒合期間は長くなり、癒合率も低下した。したがって、早期に高い

確率で癒合させるには可及的早期にMRIを施行し、早期診断することが望ましいが、腰椎分離症の診断に有用とされる後屈時痛<sup>7,8)</sup>を含め、腰椎疲労骨折に特徴的な身体所見は少ないという報告<sup>8~11)</sup>もあることから、MRIを早期に施行すべき明確な判断基準はない。今回の調査では、症状持続が2週間以上の場合より1週間以上で検査したほうが疲労骨折の頻度は有意に高くなったことから、少なくとも1週間以上腰痛が続けばMRI検査を積極的に考慮してもよいと思われる。年齢・性別では男子の中学生期に最も多かったが、小学生期でも男女とも20%以上の頻度であったため、この年齢層でも注意が必要である。また、疲労骨折の頻度が約40~50%あったサッカー、野球、陸上の選手はとくに注意すべきであろう。

癒合に不利な影響を与える危険因子としては、進行度のほか、対側椎弓の状態や二分脊椎の有無、L5罹患であること、低年齢であることなどが報告されている<sup>12~17)</sup>。今回の調査では危険因子については検討を加えていないが、スポーツの関与しない症例での発症が少数ながら認められた。これは、体育を含めた日常生活の範囲内で自然発生的に疲労骨折が生じたことを示すものであり、身体的に分離症になりやすい個体的要因の関与が考えられる。酒井らはこの点につき、関節突起間部の血流障害の可能性を指摘している<sup>18)</sup>。われわれも過去にスポーツ活動のないことが癒合期間延長の危険因子であることを報告している<sup>17)</sup>が、このような個体的要因のある場合は通常の安静だけでは癒合しにくい可能性が高いため、治療方法についても今後さらに検討していく必要があるであろう。

治療に関する問題点としては、治療が長期にわたるためチーム事情などによって治療を受け入れられない、または自己判断で治療を中断してしまう場合のあることである。今回の調査では、病状の程度に応じた段階的な指導を含めたりハビリの導入によって治療中断率が有意に低下したことから、治療の受け入れ改善には病状を理解してもらうためのチーム医療による対応やリハビリメニュー提供の工夫が大切であると考えられる。また、本調査では運動中止を受け入れられない場合に運動中止ではなく、1から2ヵ月間の運動量軽減によって、完全骨折以外であれば癒合期間は延長したものの、2/3以上で癒合が得られた。過去の報告でも、奥脇らは運動継続した10部位中3部位に癒合が得られたとし<sup>19)</sup>、森らは半硬性コルセットの使用下に腰痛のない範囲での運動を許可して治療し、初期の90%、進行期の58%に癒合が得られたとの報告がある<sup>20)</sup>。したがって、症例によってはこのような治療法を選択することも可能と考えているが、

今後はどのような症例に対しどの程度の運動が許容できるのか検討する必要がある。

## ま と め

腰椎疲労骨折は早期に治療すれば成績は良好である。早期発見するためには発症早期から積極的に疲労骨折の存在を疑うことが必要で、1週間以上腰痛が持続する場合や男子、サッカー、野球、陸上の選手は注意すべきである。

長期のスポーツ中止に対しては、傷病に対する理解を深めるとともに、症例ごとに許容できる範囲での運動メニューを適時提供し、早期復帰を検討していくことで、治療に対するアドヒアランスの向上が望める。しかし、どの程度の運動強度が許容されるのかについては今後研究・調査していく必要がある。

## 文 献

- 1) Sakai T et al : Conservative treatment for bony healing in pediatric lumbar spondylolysis. Spine, 42 : E716-E720, 2017.
- 2) Sairyo K et al : MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents. Spine, 31 : 206-211, 2006.
- 3) 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, 34 : 312-321, 2014.
- 4) 大場俊二 : 腰椎疲労骨折 (成長期腰椎分離症) 治療期間の短縮. 整スポ会誌, 31 : 56-62, 2011.
- 5) 平野章ほか : 発育期スポーツ障害としての腰椎分離症の検討. 整・災外, 54 : 397-401, 2011.
- 6) 家里典幸ほか : 学童期の腰椎分離症. 整スポ会誌, 36 : 8-11, 2016.
- 7) 長谷齊 : 思春期の脊椎分離症. In : 国分正一ほか, ed. 今日の整形外科治療指針. 第6版, 医学書院, 東京 : 670-671, 2010.
- 8) 杉浦史郎ほか : 成長期スポーツ腰部障害の理学診断. 整スポ会誌, 27 : 309-314, 2007.
- 9) Kobayashi A et al : Diagnosis of radiographically occult lumbar spondylolysis in young athletes by magnetic resonance imaging. Am J Sports Med, 41 : 169-176, 2013.
- 10) 兼子秀人ほか : 成長期腰部スポーツ損傷の身体所見について. 日臨スポーツ医会誌, 22 : 449-455, 2014.
- 11) Kaneko H et al : Prevalence and clinical features of

- sports-related lumbosacral stress injuries in the young. Arch Orthop Trauma Surg, 137: 685-691, 2017.
- 12) 吉田徹：成長期腰椎分離症の診断と治療. 日腰痛会誌, 9: 15-23, 2003.
  - 13) 大場俊二ほか：腰椎疲労骨折 初診時 CT 所見による病期（進行度）分類—その治癒率と復帰までの期間—. 日臨スポーツ医会誌, 25: 383-389, 2017.
  - 14) 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, 37: 99-102, 2017.
  - 15) 辰村正紀ほか：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, 25: 367-373, 2017.
  - 16) 石本立ほか：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, 26: 442-450, 2018.
  - 17) 兼子秀人ほか：成長期腰椎疲労骨折の骨癒合期間を予測する. 整形外科, 69: 842-847, 2018.
  - 18) 酒井紀典ほか：腰椎分離症の発生要因の検討—腰仙椎移行部の血管分布と L5 分離症との関連性について—. 整スポ会誌, 35: 469, 2015.
  - 19) 奥脇駿ほか：発育期スポーツにおける腰椎分離症患者の解析と積極的保存療法. 整スポ会誌, 38: 172-176, 2018.
  - 20) 森将恒ほか：運動許容条件下における成長期腰椎分離症の骨癒合率. 中部整災誌, 58: 901-902, 2015.

## 不成功例から学ぶ腰椎分離症の治療予後不良因子

Prognostic Factors of Fusion of Lumbar Spondylolysis Clarified  
from Pseudoarthrosis Cases

辰村 正紀 <sup>1)</sup>	Masaki Tatsumura	奥脇 駿 <sup>1,2)</sup>	Shun Okuwaki
蒲田 久典 <sup>1,3)</sup>	Hisanori Gamada	塚越 祐太 <sup>4,5)</sup>	Yuta Tsukagoshi
平野 篤 <sup>1)</sup>	Atsushi Hirano	山崎 正志 <sup>5)</sup>	Masashi Yamazaki

## ● Key words

腰椎分離症, 偽関節, 癒合阻害因子

## ● 要旨

はじめに：腰椎分離症の保存治療癒合率に関与する因子は複数にのぼる。腰椎分離症保存治療例を後ろ向きに調査して、予後不良因子を描出することを目的とし本研究を行なった。

方法：初診時にMRIで骨髄浮腫を伴う新鮮分離症のうち、保存療法を十分に行なった113例を対象とした。男女、年齢、対側病期、罹患高位、潜在性二分脊椎のそれぞれの項目にて、治療の結果が癒合か偽関節かを調査し、 $\chi^2$ 検定にて危険因子を評価した。

結果：偽関節の危険因子と考えられたのは対側偽関節、第5腰椎、潜在性二分脊椎であった。

考察：予後を判定するためには病態をより細分化して評価することが必要であり、本研究の危険因子が予後予測に役立つものと考えられる。

## はじめに

腰椎椎弓峡部の疲労骨折である腰椎分離症の保存治療

の癒合率はさまざまである。学童期かつ超早期であれば100%の治癒率という報告<sup>1)</sup>もあれば、治療6.5ヵ月でも癒合は56%という報告<sup>2)</sup>もあり、報告によりばらつきを認める。分離症の癒合率は一般の疲労骨折と比較し

辰村正紀

〒310-0015 水戸市宮町3-2-7

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

TEL 029-231-2371

E-mail masaki.tatsumura@gmail.com

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

Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, University of Tsukuba Hospital Mito Clinical Education and Training Center / Mito Kyodo General Hospital

2) 茨城県厚生連農業協同組合連合会土浦協同病院なめがた地域医療センター整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Namegata District General Hospital

3) 総合守谷第一病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Moriya Daiichi General Hospital

4) 茨城県西部メディカルセンター整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Ibaraki Western Medical Center

5) 筑波大学医学医療系整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

てみると偽関節化することがまれではなく、治癒率としては改善の余地があると考え。

たとえば手の舟状骨骨折は診断が難しいとされており、診断の遅れや受診の遅れから癒合率は高くないとされているが、それでも保存療法で90%以上は癒合するとされている<sup>3)</sup>。また舟状骨骨折は転位が大きいなど予後不良とされている病態であれば、積極的な手術療法が行なわれている。したがって腰椎分離症も保存療法で癒合が望めない場合には、より癒合が望まれる手術療法を選択しなければならないと考える。しかし現状では癒合に影響する因子が多くあると考えられており、何が分離症の癒合に影響するのか不明であり、そのため積極的な手術療法を選択することができない。そこで腰椎分離症の保存治療を行なったが残念ながら癒合に至らなかった症例を後ろ向きに調査して、癒合した症例と比較することで予後不良因子を描出するために本調査を行なった。

## 方法

2014年4月以降に受診し初診時にMRIで骨髄浮腫を伴う新鮮分離症と診断された高校生以下の症例を抽出した。さらに途中で治療を中断した症例を除外し、十分な保存療法を完遂した症例のみを抽出した。原則として骨髄浮腫の正常化まで1ヵ月ごとのMRI評価を行ない、骨髄浮腫が消失した時点でCTによる癒合判定を行なった。骨髄浮腫が消失した時点でCTにおける骨性架橋を認めない症例を偽関節、骨連続性を認める症例を癒合と定めた。治療プロトコルは体育も含めた運動の中止と理学療法を導入し、MRIで骨髄浮腫が消失するまで半硬性コルセットを着用させた。骨髄浮腫の消失まで、すなわちコルセット装着の平均期間は偽関節症例が122日、癒合症例が110日であった。

評価項目は性別(男性群 vs 女性群)、年齢(12歳以下群 vs 13歳以上群)、対側病期(対側正常・新鮮分離群 vs 対側偽関節群)、罹患高位(L3・L4群 vs L5群)、潜在性二分脊椎の合併(spina bifida occulta; SBOあり群 vs SBOなし群、なおSBOはL4からS2までの1ヵ所でも認めた例はSBOありと判定した)とした。各条件における偽関節群が占める割合を比較し、統計学的手法としてそれぞれに対して $\chi^2$ 検定を用いて、有意水準を $p=0.05$ とした。

## 結果

偽関節は39例で平均年齢14.1歳、一方で癒合は74例で、平均年齢14.6歳であった。

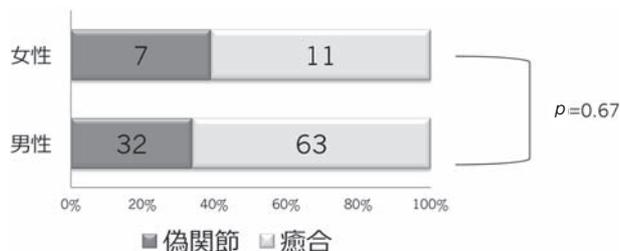


図1 性別による癒合率比較  
男女の癒合率に差は認めなかった。

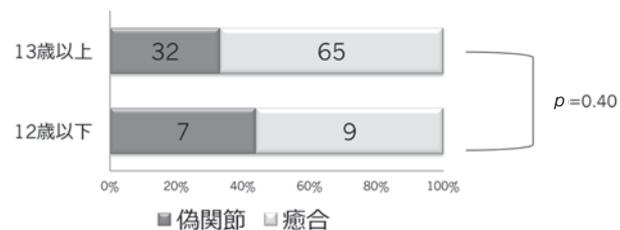


図2 年齢による癒合率比較  
12歳以下、13歳以上の癒合率に差は認めなかった。

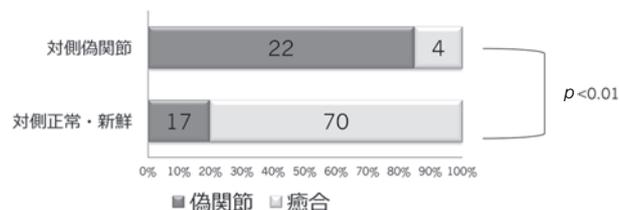


図3 対側の病態による癒合率比較  
対側偽関節群に偽関節例が多かった。

性別に関しては男性95例のうち偽関節32例、癒合63例であった。女性18例のうち偽関節7例、癒合11例であった。性別で骨癒合を比較すると、 $p=0.67$ で男性と女性間に有意差を認めなかった(図1)。

年齢に関しては13歳以上97例のうち偽関節32例、癒合65例であった。12歳以下16例のうち偽関節が7例、癒合9例であった。統計学的に解析したところ $p=0.40$ で両群間に有意差を認めなかった(図2)。

対側病期に関しては対側偽関節26例のうち偽関節例22例、癒合4例であった。対側正常・新鮮分離87例のうち偽関節17例、癒合70例であった。 $p<0.01$ で有意差をもって対側偽関節群に偽関節例が多かった(図3)。

罹患高位は第5腰椎(L5)77例のうち偽関節31例、癒合46例であった。第3腰椎・第4腰椎(L3・4)群40例のうち偽関節8例、癒合32例であった(多椎体症例存

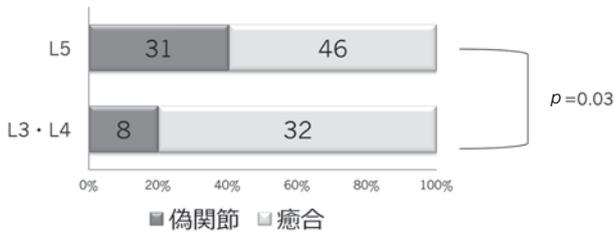


図4 罹患高位による癒合率比較  
L5群に偽関節例が多かった。

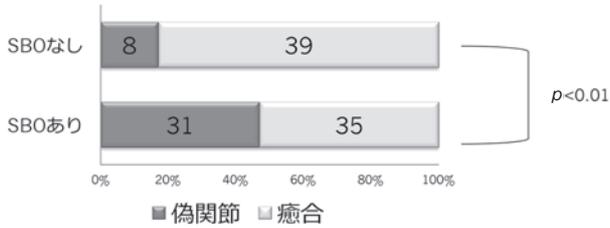


図5 潜在性二分脊椎の有無による癒合率比較  
SBOあり群に偽関節例が多かった。

在のためカウントの重複あり).  $p=0.03$  で有意差をもってL5群に偽関節例が多かった(図4).

SBO合併に関してはSBOなし47例のうち偽関節8例, 癒合39例であった. SBOあり66例のうち, 偽関節31例, 癒合35例であった.  $p<0.01$  で有意差をもってSBOあり群に偽関節例が多かった(図5).

## 考 察

われわれは骨髄浮腫を伴う新鮮分離症の治療法の第一選択として保存治療を行なっている<sup>4)</sup>. 一方で四肢の疲労骨折の場合, 部位によっては治療が遷延することや癒合率が悪いなど予後がよくないために手術適応となる骨折もある. また保存治療でも治療が得られるが, スポーツ休止期間を短縮するために手術が選択されることもある. 分離症に関しても保存治療の癒合率は高くないために, 予後に合わせて必要な症例には手術治療を選択することも検討しなければならないと考える.

本研究では癒合阻害因子として過去に報告されているものを再検討した. 年齢に関しては学童期の分離症の癒合は癒合しにくいとの報告があり<sup>5)</sup>, 本研究では12歳以下が癒合阻害因子と仮定して検討を行なった. 本研究では癒合率は12歳以下と13歳以上では癒合率に有意差は認めなかった.

性差に関しては分離症の発生そのものが男子に多い. 一方で癒合に要する期間は女性のほうが長くなる傾向に

あると述べられている<sup>6)</sup>. 本研究では癒合率に関して男女間の有意差はなく, 同等であると考え.

また対側病期に関しては対側偽関節と対側正常で比較した場合に癒合が悪いと報告した<sup>7)</sup>. 本研究では対側正常に加えて対側新鮮期, すなわち両側分離症も加えて, 対側偽関節と比較したが, 対側偽関節群は有意に癒合率が低かった.

高位に関しては第5腰椎に分離症が発生する頻度は高いとされている<sup>8)</sup>. さらに癒合率は第5腰椎が低いとされており<sup>9)</sup>, 本研究ではL3にL4を加えて, L5と比較したが, L5群は有意に癒合率が低かった.

SBOと腰椎分離症は合併率が高いとされている<sup>10)</sup>. その要因としてSBOに椎弓後方の骨欠損が合併すると, 椎弓根の腹側における力学的負荷が増加するためと報告されている<sup>11)</sup>. 本研究でも先行研究<sup>12)</sup>同様にSBOあり群は有意に癒合率が低かった.

その他の癒合阻害因子としては病期進行<sup>4)</sup>, 運動継続<sup>13)</sup>なども影響するとされている.

病期に関しては患者自身の受診のタイミングに依存している. 来院が遅れる理由として, 他の疲労骨折と比較して痛みが乏しい, 強打するなどの受傷機転の欠如していることなどがあげられる. そのため受診そのものが遅くなってしまうpatient delayが生じると考える.

さらに医師側も分離を早期に発見する必要がある. 分離部が新鮮であることを見出すためにはMRIが必要であることは一般的になりつつあると考える. ただ骨折の状態を鋭敏に評価するMRIは, 費用や一度の撮影に要する時間を考慮すると単純X線のように毎週の撮影が困難である. また痛みの程度と治療の程度が相関しないことも多く, 治療効果が患者にも医療者側にも実感が得られにくいと考える. 症状が乏しいために患者側の理解が得られず保存治療の継続が困難となる症例もある.

今後の課題としては癒合に関する因子をスコアリングすることで, 治療成績を可視化することが可能である. これにより, 医療者側および患者側の治療に対するモチベーションを変化させ, 状態に適切な治療方法を選択できることになる. 予後を判定するためには病態をより細分化して評価することが必要であり, 本研究の予後不良因子が役立つものと考え.

## 結 語

偽関節症例より予後不良因子のあぶり出しを行なった. 対側偽関節, 第5腰椎, 潜在性二分脊椎の存在が予後不良因子であった. これらの因子の危険率を数値化して, 今後の治療選択にあたりたい.

## 文 献

- 1) 家里典幸ほか：学童期の腰椎分離症. 整スポ会誌, 36 : 8-11, 2016.
- 2) Dunn AJ et al : Radiological findings and healing patterns of incomplete stress fractures of the pars interarticularis. Skeletal Radiol, 37 : 443-450, 2008.
- 3) Doornberg JN et al : Nonoperative treatment for acute scaphoid fractures : a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Trauma, 71 : 1073-1081, 2011.
- 4) 蒲田久典ほか：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, 37 : 299-302, 2017.
- 5) 吉田徹ほか：成長期腰椎分離症の診断と治療. 日腰痛会誌, 9 : 15-22, 2003.
- 6) 兼子秀人ほか：成長期腰椎疲労骨折の骨癒合期間を予測する. 整形外科, 69 : 842-847, 2018.
- 7) 辰村正紀ほか：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. 日臨スポーツ医学会誌, 25 : 367-373, 2017.
- 8) Tatsumura M et al : Prevalence of curable and pseudoarthrosis stages of adolescent lumbar spondylolysis. J Rural Med, 13 : 105-109, 2018.
- 9) 吉田徹：成長期腰椎分離症の診断と治療. 日腰痛会誌, 9 : 15-22, 2003.
- 10) Oakley RH et al : Review of spondylolisthesis and spondylolysis in paediatric practice. Br J Radiol, 682 : 877-885, 1984.
- 11) Quah C et al : Finite element investigation of the effect of a bifid arch on loading of the vertebral isthmus. Spine J, 14 : 675-682, 2014.
- 12) 石本立ほか：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. 日臨スポーツ医学会誌, 26 : 442-450, 2018.
- 13) 奥脇駿ほか：発育期スポーツにおける腰椎分離症患者の解析と積極的保存療法. 整スポ会誌, 38 : 66-70, 2017.

# 思春期腰椎分離症の分離部骨癒合促進を目的とした 低出力超音波パルス治療（LIPUS）の応用

## Application of Low-intensity Pulsed Ultrasound Stimulation (LIPUS) for Promoting Bone Union of Pediatric Lumbar Spondylolysis

有馬 秀幸<sup>1)</sup> Hideyuki Arima      鈴木 義司<sup>2)</sup> Yoshiji Suzuki  
 渡邊 悠<sup>2)</sup> Yu Watanabe      山崎 一史<sup>3)</sup> Kazuhumi, Yamasaki  
 村田 英之<sup>2)</sup> Hideyuki Murata      松山 幸弘<sup>1)</sup> Yukihiro Matsuyama

### ● Key words

LIPUS, 腰椎分離症, 骨癒合

### ● 要旨

目的：腰椎分離症 progressive stage に対して、低出力超音波パルス治療(LIPUS)の有効性を調査すること。

方法：対象はCTとMRI検査にて腰椎分離症 progressive stage と診断した33例48椎弓。保存加療を行なった19例27椎弓をC群とし、保存加療にLIPUS治療を併用した14例21椎弓をLIPUS群(L群)とした。骨癒合は6週ごとにCTを撮影し、初診から18週時に骨癒合が得られない症例を偽関節と判定。

結果：C群では27椎弓中14椎弓(51.8%)に、L群では21椎弓中18椎弓(80.9%)に骨癒合が得られた( $p=0.037$ )。骨癒合期間はC群で平均 $57.5 \pm 18.8$ 日、L群で平均 $67.2 \pm 29.0$ 日であった( $p=0.289$ )。

結論：腰椎分離症 progressive stage において、LIPUSを併用した群では骨癒合は良好であった。

### はじめに

学童期・思春期の腰椎分離症とは、腰椎の関節突起部に発生する疲労骨折である<sup>1,2)</sup>。過去のわれわれの調査では、18歳以下の腰痛を主訴に受診した患者の約半数が腰椎分離症の急性期例であった<sup>3)</sup>。腰椎分離症は疲

労骨折であるために、適切な治療を行なうことで骨癒合を期待できるが、その治療には期間を要する。治療をドロップアウトしてしまうと、骨癒合不全となる可能性が高まる。結果として終末期の分離症となり、その後、腰椎すべり症の発症が危惧される<sup>4)</sup>。また、分離症のタイプによっては適切な治療を行なっても骨癒合が得られない場合もある。Fujiiらが2004年に報告した腰椎分離症

有馬秀幸  
〒431-3092 浜松市東区半田山1-20-1  
浜松医科大学整形外科  
TEL 053-435-2299

- 1) 浜松医科大学整形外科  
Department of Orthopedic Surgery, Hamamatsu University School of Medicine
- 2) 菊川市立総合病院整形外科  
Department of Orthopedic Surgery, Kikugawa General Hospital
- 3) 菊川市立総合病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Kikugawa General Hospital

のCT分類でearly stageでは、コルセットを用いた保存療法で骨癒合は比較的良好に得られるが、progressive stageでは偽関節例や骨癒合が遷延する症例が多く治療に難渋する<sup>5)</sup>。そのためprogressive stageに対しては、より骨癒合を促進させるような治療戦略が必要である。

四肢の長管骨の骨折治療では、低出力超音波パルス治療(LIPUS)を併用することで骨癒合率と骨癒合期間が短縮することが基礎や臨床の分野で報告されている<sup>6~8)</sup>。そこで、われわれは腰椎分離症の骨癒合難治例である腰椎分離症progressive stageに対してLIPUS併用治療を開始し、その有効性を報告した<sup>9)</sup>。本研究は以前に報告した症例比較試験の追跡調査である<sup>9)</sup>。本研究の目的は、症例数を増やし従来法と比較してLIPUS併用治療が腰椎分離症progressive stage例の骨癒合を促進するかどうかを確認することである。

### 対象と方法

#### 調査対象

本研究は施設の倫理委員会の承認下に行なった。対象症例は2009年から2017年までに、単施設で前向きに登録した腰椎分離症データベースを後ろ向きに解析した。

腰椎分離症の診断は臨床所見に加え単純X線、computed tomography(CT)、magnetic resonance imaging(MRI)検査を用いて行なった。CT結果より、腰椎分離症を図1のようにearly stage、progressive stage、terminal stageに分類した。本研究では、これらのなかでprogressive stageの症例のみを解析した。Progressive stageは、MRI脂肪抑制T2強調像において椎弓根にhigh signal change(HSC)(図2)を伴うかどうかで過去の報告のように2つに細分類化した。MRIにおけるHSCの存在は急性期の腰椎分離症と考えられるため、HSCが伴っているものを本研究対象に組み入れた。2009年から2011年までに従来保存加療(運動活動の中止、体幹装具の装着、理学療法指導)を行なった症例をconventional群(C群)とし、2011年より保存加療にLIPUS治療を併用した症例をLIPUS群(L群)とした。本研究では、LIPUS治療に伴う利点・欠点を十分患者や患者家族に説明し、同意が得られた症例にLIPUS治療を行なった。2011年以降で診断時からLIPUS治療を行なわれなかった症例はC群に組み入れた。また、途中からLIPUS治療を開始した症例や治療を完遂できなかった症例は本研究から除外した。

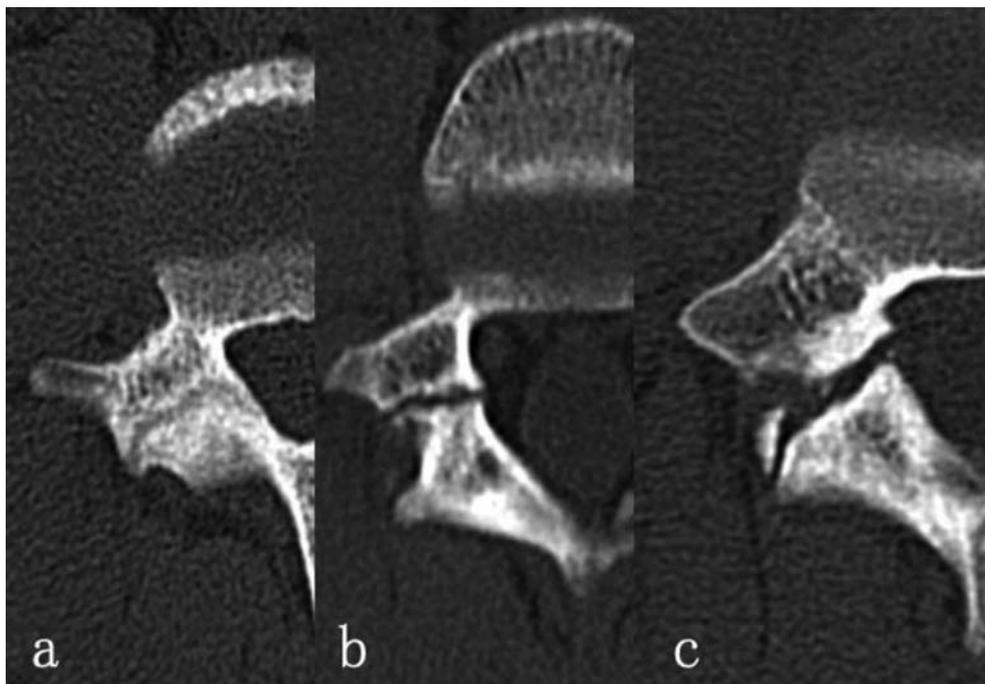


図1 腰椎分離症のCT分類

- a : early stage ; hairline 様の亀裂あり。
- b : progressive stage ; 明瞭な亀裂を伴うが分離部の骨硬化はなし。
- c : terminal stage ; 明瞭な亀裂を伴い、分離部に骨硬化あり。

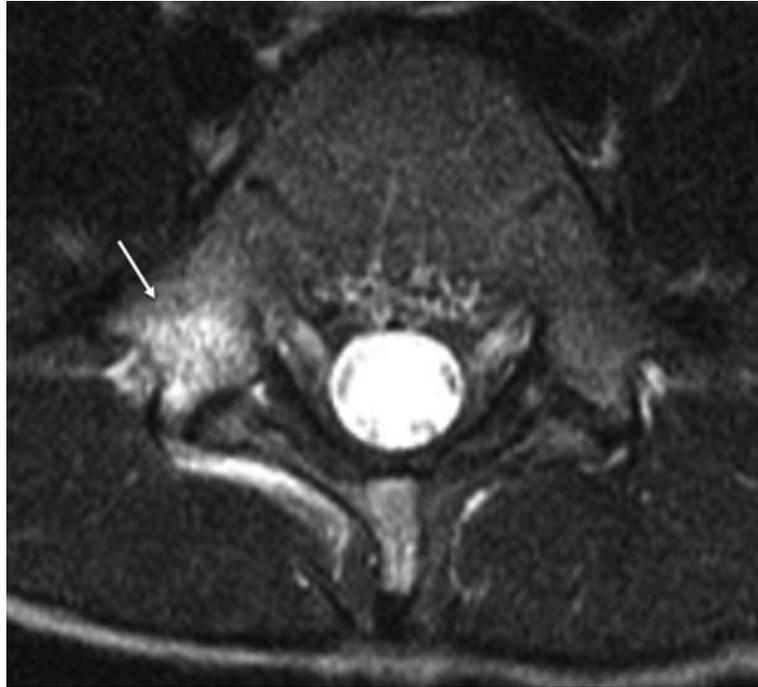


図2 脂肪抑制 T2 強調像における椎弓根の高輝度変化(白矢印)

#### 従来の保存治療プロトコール

治療者は患者に治療期間中において学校体育や課外活動を含むすべてのスポーツ活動の中止と装具の着用を指示した。体幹を安定化させるために硬性もしくは伸展を制限した軟性コルセットを処方した。すべての患者は2週に1度外来に通院し、理学療法士による体幹筋力訓練と柔軟性強化訓練の指導を受けた。

#### LIPUS 群の治療プロトコール

従来の保存治療に加えて LIPUS 群では LIPUS 治療を併用した。LIPUS 機器は日本 Sigmax 社 アクセラス<sup>®</sup>を使用した。この機器は2つの超音波を出力するプローブと機器本体の2つのコンポーネントからなる。患者は腹臥位となり、プローブを分離症の椎弓分離部の直上の皮膚に設置し専用のバンドで固定する。超音波出力は  $60 \text{ mW/cm}^2$ 、発振周波数 1.5 MHz、パルス周波数 1 kHz に設定した。L 群では診断時より患側分離部に1日20分間連日 LIPUS を照射した。LIPUS 治療は骨癒合を確認した日もしくは偽関節と診断した日まで使用した。

#### 骨癒合の評価時期と評価法

骨癒合を評価するために診断日より6週ごとにCTを撮影した。罹患椎体レベルで関節突起間部に平行になるようにCTの再構成を行ない、4スライス中3スライス以上で分離部に連続性を確認した例を骨癒合と判定し

た。初診時を含めて4回目のCT撮影時(初診から18週時)に骨癒合が得られない症例を偽関節と判定した。初診から骨癒合を確認した日までの期間を骨癒合期間とした。C群とL群で骨癒合率、骨癒合期間を比較検討した。

#### 臨床アウトカム

臨床所見として最終経過観察時において腰痛が軽減しているかどうかを問診で評価した。またスポーツ活動へ復帰できたかどうかについても調査した。

#### 統計解析

すべての数値は平均値±標準偏差で表記した。正規分布の検定は Shapiro-Wilk テストを用いた。グループ間の差は2サンプル t-test もしくは Mann-Whitney 検定にて評価した。2群間でのカテゴリーパラメータの統計学的有意性の評価には、 $\chi^2$  検定もしくはフィッシャー検定を用いた。統計学的有意性の閾値は  $p < 0.05$  とした。統計解析は Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software (version 25.0; SPSS, Chicago, IL, USA) を用いて行なった。

## 結 果

#### 患者背景

33 症例 48 分離椎弓を評価した(表1)。C 群は 19 例

表1 腰椎分離症 33 例の患者背景

	全患者	Conventional	LIPUS	<i>p</i> value
症例数	33	19	14	
罹患椎弓数	48	27	21	
Age (yr)	14.7±2.2	14.5±2.3	15.1±2.2	0.455
Male sex (%)	75.8	78.9	71.4	0.618
片側例もしくは両側例				
片側例	7	11	7	0.653
両側例	6	8	7	
罹患椎弓の高位(%)				
L2	2.1	3.7	0	0.261
L3	4.2	0	9.5	
L4	33.3	29.6	38.1	
L5	60.4	66.7	52.4	

27 椎弓(男 15 例, 女 4 例, 平均年齢 14.5±2.3 歳), L 群は 14 例 21 椎弓(男 10 例, 女 4 例, 平均年齢 15.1±2.2 歳)であった。C 群と L 群で性別, 年齢に統計学的有意差はなかった。C 群では, 19 例中 8 例 42.1% が両側例で 11 例 57.8% が片側例であった。一方, L 群では, 14 例中 7 例 50.0% が両側例で 7 例 50.0% が片側例であった (*p*=0.653)。

片側例のなかでは, C 群では対側偽関節の片側例 2 例, 対側正常の片側例 9 例であった。一方, L 群では対側偽関節の片側例 3 例, 対側正常の片側例 4 例であった。片側例における対側偽関節例の比率に両群で有意差はなかった (*p*=0.255)。分離高位では, C 群で L2 が 3.7%, L4 が 29.6%, L5 が 66.7% であった。一方, L 群で L3 が 9.5%, L4 が 38.1%, L5 が 52.4% であり, これらの比率にも統計学的有意差はなかった (*p*=0.261)。

骨癒合率と骨癒合期間 (表 2)

C 群では 27 分離椎弓中 14 椎弓 51.8% の骨癒合率に対して, L 群では 21 分離椎弓中 17 椎弓 80.9% と骨癒合がみられた (*p*=0.037)。とくに骨癒合が困難である対側偽関節を伴った片側例の骨癒合率に関しては, C 群では 2 例中どちらも骨癒合が得られなかった。しかし, L 群では 3 例中 2 例 66.7% に骨癒合がみられた。

骨癒合期間では, C 群では平均 57.5±18.8 日に対して, L 群では 67.2±29.0 日であり, 統計学的な有意差はなかった (*p*=0.289)。

CT 評価時における骨癒合率をサブ解析すると, 6 週時点では C 群と L 群骨癒合率は 40.7% と 42.8% であるが, 12 週時点では 48.1% vs. 76.2% (*p*=0.049) と有意に L 群で骨癒合率が高く, 18 週の時点でも 51.8%

vs. 80.9% (*p*=0.037) と L 群で有意に高かった (表 3)。

臨床アウトカムと有害事象

両群において最終経過観察時, 全例で腰痛が軽減していた。腰痛のためにスポーツ活動に復帰できなかった症例は両群で 1 例もなかった。本研究中 LIPUS に伴う皮膚障害, 筋痙攣, 異常仮骨の形成等の有害事象はみられなかった。

考 察

腰椎分離症は学童期や思春期に生じる疲労骨折である。スポーツ外来に受診する腰痛患者の約半数は腰椎分離症の急性期例である<sup>3)</sup>。腰椎分離症の急性期例は疲労骨折であるために, 初期に適切な加療を行なうことで終末期の腰椎分離症への移行を防止することができる<sup>10)</sup>。しかしながら, 適切な加療が行なわれないと, 痛みは一時的に軽減するが, 疲労骨折部の骨癒合を得ることが困難となる。両側の腰椎分離症は分離すべりとなり, 手術治療が必要になる可能性が生じるとの報告もある<sup>11,12)</sup>。そのため急性期の腰椎分離症に対しては骨癒合をめざす治療が重要である。学童期から思春期における腰椎分離症急性期に対する標準治療は, 運動の中止, 装具装着による局所安静である<sup>10)</sup>。われわれの施設では, それらに加え再発予防を目的とした, 柔軟性強化や体幹筋力訓練を行なっている。Sairyō らの報告では, 小児期・思春期腰椎分離症における骨癒合率を 64~94%, 骨癒合期間を 3.2~5.4 ヶ月と報告している<sup>13)</sup>。つまり, 長期の適切な治療を行なっても骨癒合が得られない症例が比較的多く存在することを意味する。腰椎分離症は若い世代のアスリートに生じるため, 早期治療, 早期復帰が望ま

表2 骨癒合率と骨癒合期間

	Conventional	LIPUS	<i>p</i> value
罹患椎弓数	27	21	
骨癒合数	14	17	
偽関節数	13	4	0.037
骨癒合率 (%)	51.8	80.9	
骨癒合期間 (日)	57.5±18.8	67.2±29.0	0.289

れる。そこで、われわれの施設では従来の標準治療に加えて、骨癒合を促進させる目的で2011年よりLIPUS治療の併用を開始した<sup>9)</sup>。LIPUS治療は骨折治療において、すでに十分な骨折治癒促進と安全性のエビデンスがある<sup>6-8,14)</sup>。Harrisonらは、多くの研究を元にLIPUS治療がどのように骨折修復を行なうかのメカニズムを報告している<sup>15)</sup>。その報告では、LIPUSシグナルは細胞内で生物化学シグナルに変換され、骨内の組織に到達する。これらの細胞はミネラル化を促進する分子を刺激するcyclo-oxygenase-2の産生を促進する。この機序によって骨折治療を促進すると報告している<sup>15)</sup>。われわれは、過去の文献に倣い同様の周波数設定と照射時間とした(発振周波数1.5MHz、パルス周波数1kHz、1日20分間連日照射)<sup>7,16)</sup>。超音波出力に関して、腰椎分離症の罹患部位である腰椎関節突起間部は、LIPUS治療で通常行われる四肢長管骨や鎖骨と比較して深部に存在するため、超音波の減衰を考慮して60mW/cm<sup>2</sup>を選択した<sup>9)</sup>。

われわれは、症例数を増やし検討した結果、MRIにおいてHSCを伴ったprogressive stageの腰椎分離症に対してLIPUS群80.9%と従来治療群の51.8%と比較して統計学的有意に骨癒合率が高いことを再確認した(*p*=0.037)。また、とくに骨癒合が困難である対側偽関節を伴った片側例の骨癒合率に関しては、従来治療群では2例中どちらも骨癒合が得られなかったが、LIPUS群では3例中2例66.7%に骨癒合がみられ、難治例に対する骨癒合促進に関与した可能性がある<sup>17)</sup>。今後症例数を増やして有効性があるのかどうかを検討する必要がある。

骨癒合期間に関しては、LIPUSの使用の有無で統計学的な有意差はみられなかった。CT評価時における骨癒合率をサブ解析すると、6週時点では従来治療群とLIPUS群では骨癒合率の統計学的有意差はなかった。12週時点では従来治療群とLIPUS群で48.1% vs. 76.2% (*p*<0.05)と有意にLIPUS群で骨癒合率が高くなり、18週の時点でも51.8% vs. 80.9%とLIPUS群で有意に高くなっていた。これは、HSCを伴った腰椎分離症

表3 CT評価時における骨癒合率(%)

CT評価時	Conventional	LIPUS	<i>p</i> value
6週	40.7	42.8	0.883
12週	48.1	76.2	0.049
18週	51.8	80.9	0.037

progressive stageのなかでも骨癒合が得られやすい症例は、従来治療群やLIPUS群でも比較的早期に骨癒合が得られるが、腰椎分離症 progressive stageのなかでも骨癒合が得られにくい症例は、LIPUS治療を行なうことで骨癒合を促進し、結果として12週、18週の時点で骨癒合が確認できたのかもしれない。臨床アウトカムに関しては、両群で全例最終経過観察時腰痛は軽減し、スポーツ活動への復帰が可能であり、骨癒合の有無と臨床アウトカムの関連はみられなかった。

本研究にはいくつかのLimitationが存在する。まず1つ目に、後向き検討であること。2つ目に、サンプルサイズが少ないこと。3つ目にLIPUS治療と装具治療の治療コンプライアンスを調査できていないことがあげられる。

今後はサンプルサイズを増やし、前向きにLIPUS治療の有効性を検討する必要がある。またCT検査には大きな被曝を伴うので、撮影範囲、撮影回数をできる限り少なくする必要もある。

## ま と め

骨癒合が困難であるMRIでHSCを伴った腰椎分離症 progressive stageにおいて、LIPUSを併用した群では骨癒合は良好であり、本研究結果はLIPUS治療の骨癒合に対する有効性を再確認した。

## 文 献

- 1) Wiltse LL : The etiology of spondylolisthesis. J Bone Joint Surg Am, 44 : 539-560, 1962.

- 2) Sairyo K et al : 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*, 33 : 583-590, 2005.
- 3) 有馬秀幸ほか : MRI によって早期診断した成長期腰椎分離症の発生頻度. *静岡整形誌*, 6 : 19-22, 2013.
- 4) Morita T et al : Lumbar spondylolysis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Br*, 77 : 620-625, 1995.
- 5) Fujii 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*, 86 : 225-231, 2004.
- 6) Azuma Y et al : Low-intensity pulsed ultrasound accelerates rat femoral fracture healing by acting on the various cellular reactions in the fracture callus. *J Bone Miner Res*, 16 : 671-680, 2001.
- 7) Heckman JD et al : Acceleration of tibial fracture-healing by non-invasive, low-intensity pulsed ultrasound. *J Bone Joint Surg Am*, 76 : 26-34, 1994.
- 8) Kristiansen TK et al : Accelerated healing of distal radial fractures with the use of specific, low-intensity ultrasound. A multicenter, prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Bone Joint Surg Am*, 79 : 961-973, 1997.
- 9) Arima H et al : Low-intensity pulsed ultrasound is effective for progressive-stage lumbar spondylolysis with MRI high-signal change. *Eur Spine J*, 26 : 3122-3128, 2017.
- 10) Sairyo K et al : Conservative treatment of lumbar spondylolysis in childhood and adolescence : the radiological signs which predict healing. *J Bone Joint Surg Br*, 91 : 206-209, 2009.
- 11) Sakai T et al : Incidence of lumbar spondylolysis in the general population in Japan based on multidetector computed tomography scans from two thousand subjects. *Spine (Phila Pa 1976)*, 34 : 2346-2350, 2009.
- 12) Seitsalo S : Operative and conservative treatment of moderate spondylolisthesis in young patients. *J Bone Joint Surg Br*, 72 : 908-913, 1990.
- 13) Sairyo K 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)*, 31 : 206-211, 2006.
- 14) Pilla AA et al : Non-invasive low-intensity pulsed ultrasound accelerates bone healing in the rabbit. *J Orthop Trauma*, 4 : 246-253, 1990.
- 15) Harrison A et al : Mode & mechanism of low intensity pulsed ultrasound (LIPUS) in fracture repair. *Ultrasonics*, 70 : 45-52, 2016.
- 16) Rutten S et al : Enhancement of bone-healing by low-intensity pulsed ultrasound : a systematic review. *JBJS Rev*, 4 : 2016. doi : 10.2106/JBJS.RVW.O.00027.
- 17) Sakai T et al : conservative treatment for bony healing in pediatric lumbar spondylolysis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 42 : E716-E720, 2016.

# 発育期腰椎分離症のリハビリテーション —装具療法期間からスポーツ完全復帰まで—

## Rehabilitation of Early Stage Spondylolysis from Bracing Therapy to Returning Sports

杉浦 史郎<sup>1,2)</sup> Shirou Sugiura      青木 保親<sup>3,4)</sup> Yasuchika Aoki  
 大山 隆人<sup>1)</sup> Takato Oyama      岡本 弦<sup>1)</sup> Yuzuru Okamoto  
 大鳥 精司<sup>2)</sup> Seiji Ohtori      西川 悟<sup>1)</sup> Satoru Nishikawa

### ● Key words

発育期腰椎分離症, リハビリテーション, スポーツ復帰

### ● 要旨

発育期腰椎分離症はスポーツ腰部障害のなかでも代表的な疾患である。早期に診断がつきCTによる病期が軽度の場合、多くは装具療法を中心とした保存療法にて良好な成績を望める。しかしながら装具療法期間は長期に及ぶためスポーツ選手にとって身体能力の低下を招く。このため当院では、選手のスポーツ完全復帰をめざして装具療法期間中から患部にストレスがかからない範囲での安全なリハビリテーションを施行している。そして装具療法を終え、MRI、CTの再検査により治癒、治癒傾向を認められた患者に対してスポーツ完全復帰をめざしたアスレティックリハビリテーションを展開している。

### はじめに

発育期腰椎分離症はスポーツ腰部障害のなかでも代表的な疾患である。病態は腰椎の関節突起間部の疲労骨折のため治療は長期間のスポーツ活動の中止、装具療法が主流となっている。

Sakaiらは、MRIで関節突起間部に骨髄浮腫を認めた患者に対し硬性装具療法と運動休止を施行した場合の骨癒合率は、CT病期で超初期100%、初期93.8%、進行期80%と報告している<sup>1)</sup>。しかし骨癒合までの期間は2.5～3.6ヵ月と報告<sup>1)</sup>されており、スポーツ選手にとって長期間のスポーツ活動中止は身体能力の低下を招くことが危惧される。このため当院では、選手のスポーツ完

杉浦史郎  
〒285-0817 佐倉市大崎台1-14-2  
医療法人社団西川整形外科  
TEL 043-485-3600

- 1) 医療法人社団西川整形外科  
Nishikawa Orthopaedic Clinic
- 2) 千葉大学大学院医学研究院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University
- 3) 東千葉メディカルセンター整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Eastern Chiba Medical Center
- 4) 千葉大学大学院医学研究院総合医科学  
Department of General Medical Science, Graduate School of Medicine, Chiba University

	0w	1w	3w	4w	12w
検査	MRI CT			WBI測定 (1/月)	MRI 再検査
コルセット	スポーツ用コルセット装着	硬性コルセットへ (就寝時・入浴時以外は装着)	→		
リハビリ	物理療法 (ホットパック, 干渉波など) 運動療法 (ストレッチ, コアトレーニングなど)		積極的運動療法 開始 →		
スポーツ	完全休止 (4週経過までは自転車も休止) →				

図1 超早期, 初期発育期分離症に対するプロトコール  
 運動療法を行なうときも必ず硬性か軟性装具を装着する。治療開始3週後, 疼痛の消失が認められたら, 物理療法は行なわず柔軟体操, 筋力強化, 有酸素運動の運動療法を中心に進めていく(文献2より許諾を得て転載)。  
 WBI : weight bearing index(大腿四頭筋の等尺性筋力評価), MRI : magnetic resonance imaging, CT : computed tomography

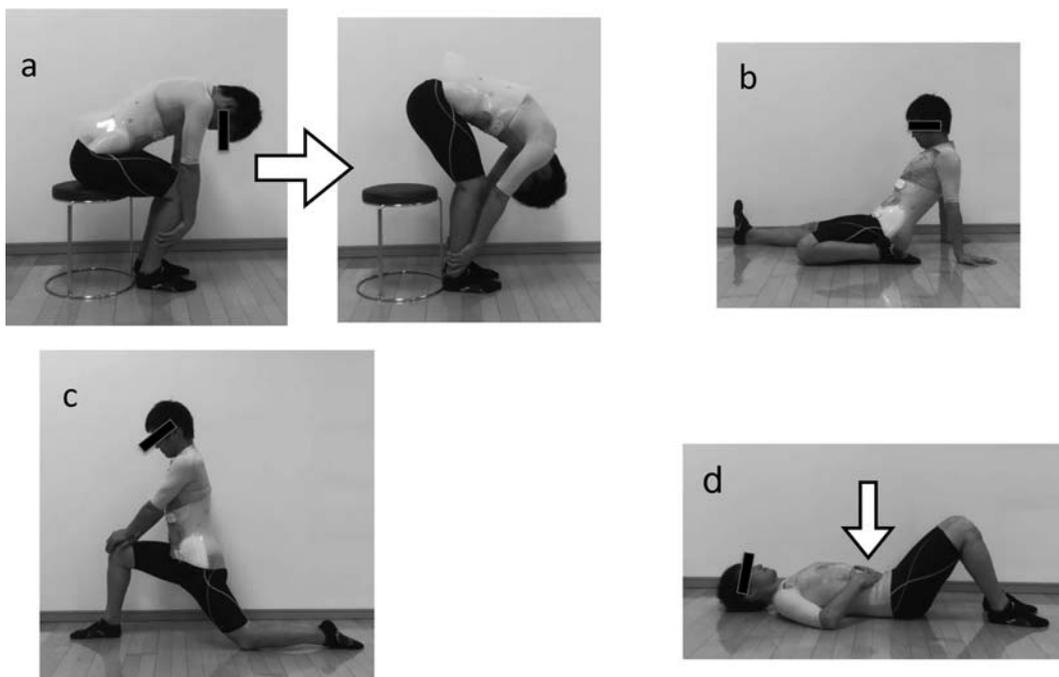


図2 装具療法開始から3週までのリハビリテーション  
 a : ジャックナイフストレッチ変法  
 椅子座位で両足首を握る。胸と大腿はなるべく近づけた状態で, 膝関節を徐々に伸展させる。最大伸展位で10秒静止する(10秒×5セット)。  
 b : 大腿四頭筋ストレッチ  
 片側の膝関節を屈曲させた状態で手を後ろへつき, 大腿四頭筋にストレッチをかけていく(30秒×3セット)。  
 c : 腸腰筋ストレッチ  
 下肢を前後に開脚した状態で後方へ引いたほうの腸腰筋にストレッチをかけていく(30秒×3セット)。  
 d : 骨盤後傾エクササイズ  
 仰臥位で膝関節を90°屈曲させた状態で骨盤後傾運動を行なう。

全復帰をめざして装具療法期間中から患部にストレスがかからない範囲での安全なリハビリテーションを施行している。そして装具療法を終え、MRI、CTの再検査により治癒、治癒傾向を認められた患者に対してスポーツ完全復帰をめざしたアスレティックリハビリテーションを展開している。

本稿では、当院での発育期腰椎分離症患者へのスポーツ完全復帰までのリハビリテーションを報告させて頂く。

### 装具療法期間中のリハビリテーション

われわれは、MRIにて片側発育期腰椎分離症と診断後CT検査により、正常像もしくは初期像と診断された33名に対し、治療を装具療法のみ(運動療法なし群:15名)と装具療法と運動療法(運動療法あり群:18名)の2群に分けて、1. 治療後のMRI、CT再検査時の転帰、2. 治療脱落率(CT再検査前に脱落した例)を調査し比較検討した(ISSLS ギリシャ)。運動療法なし群は、物理療法、下肢ストレッチを中心に施行し、運動療法あり群は物理療法、下肢ストレッチに加え体幹、下肢筋力強化、有酸素運動を施行した(図1)。結果、MRI、CT再検査時の転帰は、両群とも全例、MRIで骨髄浮腫の消失、そしてCTでは骨の癒合、癒合傾向が認められた。このことより今回施行した運動療法の安全性が確認できた。

また治療脱落率は、運動療法なし群33.3%(5名)、運動療法あり群5.6%(1名)であった<sup>2)</sup>。

### 装具療法開始から3週までのリハビリテーション

この時期は、関節突起間部の炎症が残存するため腰痛

を訴える症例が多い。運動療法は疼痛を誘発しないことに留意して行なう。西良はハムストリングス、大腿四頭筋、腸腰筋などの筋群の柔軟性低下は脊椎運動にかかる負荷が増加すると報告している<sup>3)</sup>。このことから硬性コルセット装着下でのストレッチ、体幹の筋力強化は腰椎伸展が生じない範囲での等尺性収縮訓練を中心に行なう。

- A. ジャックナイフストレッチ変法(ハムストリングのストレッチ)(図2a)
- B. 大腿四頭筋ストレッチ(図2b)腸腰筋ストレッチ(図2c)
- C. 骨盤後傾エクササイズ(仰臥位)(図2d)

### 装具療法開始から3週経過後の積極的運動療法プログラム

この時期は、多くの患者の腰痛は軽減、消失している。前述したストレッチと体幹トレーニングに加え、より強度を上げた積極的運動療法プログラムを指導していく<sup>4)</sup>。

- A. スタビライゼーショントレーニング(図3a, b, c)
- B. スクワット(図4a, b)
- C. 有酸素運動(図4c, d)

発育期腰椎分離症の治療は2~3ヶ月の安静・固定が余儀なくされるため、心肺機能の低下は大きな不安要素となる。真鍋は、スポーツ選手が運動を中止すると、最大酸素摂取量が運動中止8週間から急速に低下すると報告している<sup>5)</sup>。したがって、当院ではエルゴメータやトレッドミルを用いた持久力の維持に向けたプログラムも実施している(図4c, d)。

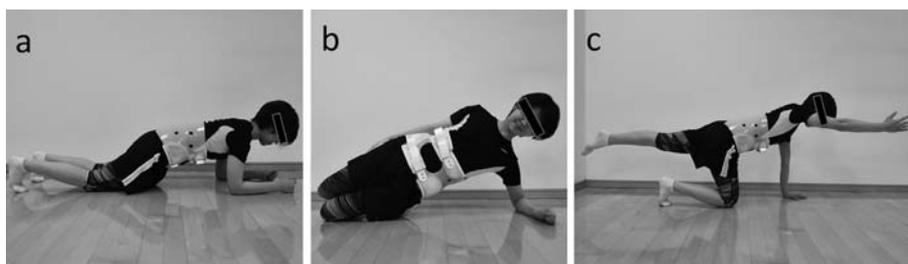


図3 スタビライゼーショントレーニング

a: フロントブリッジ

前腕と下腿前面を床につき、脊柱の中間位を保持させる。

b: サイドブリッジ

前腕と下腿外側面を床につき、脊柱の中間位を保持させる。

c: 四つ這い伸展

対側の上下肢を伸展させた状態で脊柱の中間位を保持させる。

(文献2より許諾を得て転載)

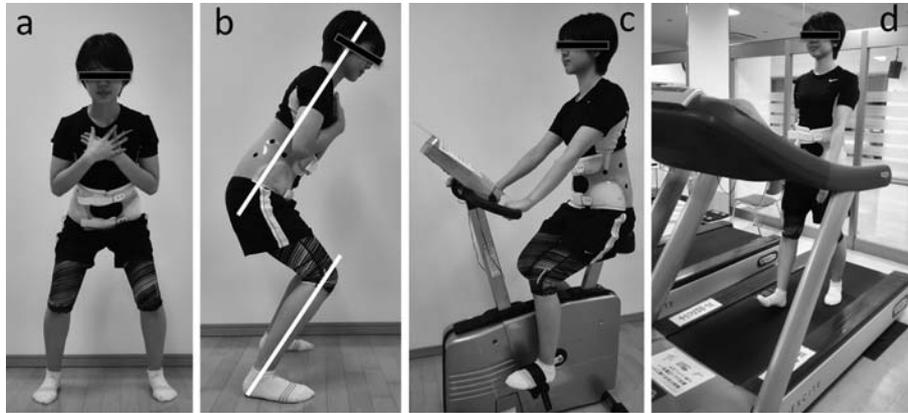


図4 発育期腰椎分離症に対する筋力・有酸素トレーニング

a, b: スクワット

腰椎の過度な前弯を防ぐため、膝を足よりも前に出す指導をしている(20回×3セット)。

c: エルゴメータ

脊柱の中間位を保持した状態でエルゴメータを漕ぐ(15分間)。

d: トレッドミル

脊柱の中間位を保持した状態で歩行を行なう(15分間)。

(文献4より許諾を得て転載)

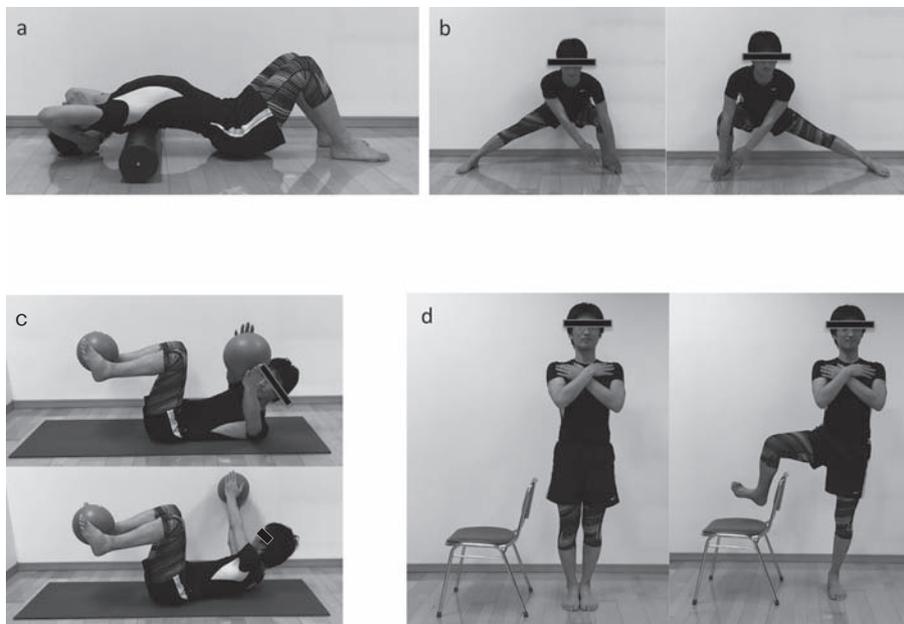


図5 Mobility トレーニング(胸椎・股関節)

a: ストレッチボールを用いた胸椎伸展。

c: ミニボールを用いた胸椎回旋。

b: 股関節の柔軟性改善(側方運動)。

d: 股関節の柔軟性改善(回旋運動)。

(文献2より許諾を得て転載)



図6 Stability トレーニング(腰椎)

- a : 腰椎の前弯を減少させるように骨盤後傾を保ったまま, 上下肢を挙上させる.
  - b : 腰椎の前弯を減少させるように骨盤後傾を保ったまま, 上下肢を伸展させる.
- (文献 4 より許諾を得て転載)



図7 Aerobic トレーニング

- a : ジャンピングランジ

腰椎前弯を生じさせないように後方下肢の股関節伸展を十分に引き出す.

- b : スライドボード

骨盤の真上に頭部がくるポジションを保ちながら, 側方移動動作を行なう.

(文献 4 より許諾を得て転載)

MRI, CT の再検査にて治癒, 治癒傾向を認めた選手に対するスポーツ完全復帰に向けたアスレティックリハビリテーション

Sakai らは発育期腰椎分離症治療後の再発率は 26.1% と報告している<sup>1)</sup>。装具療法終了直後は, スポーツ選手においても筋力, 体力低下をきたしている可能性が高い。そのため競技別段階的復帰メニューを選手, 所属チームに提示し早急なスポーツ完全復帰による再発を防止する。並行してスポーツ完全復帰に向けたアスレティックリハビリテーションを開始する。内容は腰椎へのストレスを減弱させることを目的とした Stability & Mobility トレーニング, そして競技別に合わせたトレーニングを施行する。スポーツの完全復帰許可はアスレティックリハビリテーション開始から 1ヵ月後としている。

- A. Mobility トレーニング(胸椎・股関節)(図 5a, b, c, d)
- B. Stability トレーニング(腰椎)(図 6a, b)
- C. Aerobic トレーニング(図 7a, b)

スポーツ完全復帰までの管理と再発予防

前述のとおり, 発育期腰椎分離症の再発率は高い。MRI, CT での再検査で治癒, 治癒傾向が認められたからといって, 直ちにスポーツ完全復帰をさせると再発リスクが高まると推察する。筆者らはスポーツを段階的に再開して完全復帰するまでの期間を 1ヵ月間としている。その間, 競技種目別に合わせた段階的練習再開メニューをプリントにして選手, 家族そして監督に詳細に伝達している。また, 完全復帰するまでは週 1 回定期的にチェックし, 選手の状況を把握し疼痛の悪化などが認められた場合, 練習メニューを再考し再発防止に努めている。

結 語

発育期腰椎分離症のリハビリテーションは病期, 状態に合わせて適宜変更していく必要がある。装具療法期間中は, 患部の治癒を最大の目的とし補助的にリハビリテーションを行なう。患部の治癒, 治癒傾向を確認した後は, スポーツ完全復帰をめざしたアスレティックリハビリテーションを施行する。スポーツ復帰後は再発を防ぐことを念頭に置き定期的にフォローしていく必要があると考える。

執筆協力者

高田彰人\*, 豊岡毅\*, 志賀哲夫\*  
\* 西川整形外科

文 献

- 1) Sakai T et al: Conservative treatment for bony healing in pediatric lumbar spondylolysis. Spine, 42: E716-E720, 2017.
- 2) 杉浦史郎ほか: 発育期腰椎分離症: 装具療法中のエクササイズ. 臨スポーツ医, 33: 994-998, 2016.
- 3) 西良浩一: アスリートにもみられる腰椎終板炎と, 腰痛予防のジャックナイフストレッチについて. Sportsmed, 23: 2-10, 2011.
- 4) 杉浦史郎ほか: Mobilization と Stabilization による復帰支援. 臨スポーツ医, 34: 886-890, 2017.
- 5) 真鍋知宏: スポーツパフォーマンスに必要な心肺機能. 臨スポーツ医, 32: 114-119, 2015.

# Bリーグ・プロバスケットボールチームにおける 3年間の傷害分析

Injury in the Japanese Professional Basketball Team "B League" : a 3-year Study

朝田 智之<sup>1)</sup> Tomoyuki Asada      六崎 裕高<sup>2)</sup> Hirotaka Mutsuzaki  
北島 祐二<sup>3)</sup> Yuji Kitajima

## ● Key words

バスケットボール, Bリーグ, スポーツ傷害

## ●要旨

Bリーグ所属のプロバスケットボールチームの傷害分析を行なったので報告する。現在B2リーグに所属するチームにおいて過去3年間にわたり発生した傷害を調査し、発生率、内容、部位、練習時間、試合時間に関して検討した。3年間での傷害発生数は35件で傷害発生率(injury rate; IR)は4.38/1,000 PHであった。練習の傷害発生率(EIR)は1.20/1,000 PH, 試合の傷害発生率(GIR)は54.96/1,000 PHと、GIRがEIRより有意に高かった( $p < 0.05$ )。傷害部位は下肢に最も多く22件(63%)で、うち11件(31%)が足関節周囲であった。傷害のうち、外傷件数は27件(78%)で障害件数より多かった。外傷のなかでは足関節捻挫が最も頻度が高く(6件, 22%)、障害では多くが関節(5件, 63%)に生じていた。

今回の検討では、試合中の傷害発生率が高く、また部位は下肢、とくに足関節に多かった。男子プロバスケットボールチームにおいて、とくに下肢傷害に対する試合中の治療対応の整備や予防策に関して話し合われる必要がある。

## はじめに

2016年日本の男子バスケットボールリーグが統一され、新しいプロリーグとして「Bリーグ」が発足した。現在BリーグはB1・B2・B3の3部で構成され、B1・B2ではそれぞれ18、B3で9のクラブチームが所属している。日本の10代のバスケットボールの競技人口は野球について2番目に多く<sup>1)</sup>、さまざまなレベルのチームがありながら傷害分析は十分なされてはいない<sup>2)</sup>。

われわれの渉猟したなかで、昨シーズンより開始され

たBリーグチームを対象とした傷害研究、報告はされておらず、今後リーグの競技レベルの向上に必要なものと考えた。

本研究では、B2リーグに所属するチームにおいて過去3年間にわたり発生した傷害を調査し、発生率、傷害内容、部位、練習時間、試合時間に関して検討した。

## 対象および方法

現在B2リーグに所属するプロバスケットボールの1チームを対象に2014~2015年から2016~2017年の3年

朝田智之  
〒305-8576 つくば市天久保2丁目1-1  
筑波大学附属病院整形外科  
TEL 029-853-3900  
E-mail kjjk991@gmail.com

- 1) 筑波大学附属病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, University of Tsukuba Hospital
- 2) 茨城県立医療大学医科学センター  
Center for Medical Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences
- 3) 龍ヶ崎済生会病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Ryugasaki Saiseikai Hospital

表1 所属選手の平均身長, 体重, 年齢

	2014-15	2015-16	2016-17
人数 (人)	13	9	14
身長 (cm)	185.4	189.1	190.2
体重 (kg)	84.7	88	89.6
年齢 (歳)	26.7	29.2	31.4

表3 障害の部位・内容

Chronic (障害)	2014-15	2015-16	2016-17	合計
関節	2	1	2	5
靭帯		1	1	2
筋損傷				0
腰痛		1		1
合計	2	3	3	8

間のシーズン中に発生した傷害を調査し, 傷害発生率 (injury rate ; IR), 内容, 部位, 試合における傷害発生率 (game injury rate ; GIR), 練習における傷害発生率 (exercise injury rate ; EIR) に関して検討した. 所属選手の人数, 身長, 体重, 年齢を表1に示す. 当チームに所属していた選手は累計36名で, 試合のみの一時契約選手は除外した.

本研究における傷害の定義は「チームに所属するトレーナーの判断によって医療機関を受診し, 医師によって診断名がついたもの」とした. 傷害には急性外傷といわゆるオーバーユースである障害が含まれる. 急性外傷を「外傷」, オーバーユースによるものを「障害」と記した. 傷害記録は所属のトレーナーによってすべて行なわれ, シーズン前にはメディカルチェックを行ない, シーズン中に発生したもののみを分析した.

傷害の発生状況は試合出場時間, 練習時間にわけて単位時間ごとに傷害率を算出した. 単位時間は1時間として選手の試合時間, 練習時間, またはその合計を除いたものを「player hours (以下 PH)」として計算し, 傷害発生件数から除することで1,000 PH 当たりの傷害発生率を計算した<sup>3)</sup>.

$$\text{Injury Rate (IR)} = \frac{\text{傷害件数} \times 1,000}{\text{参加した選手のプレイ時間の合計}}$$

傷害部位を Mark らの報告<sup>4)</sup>と葛原らの報告<sup>2)</sup>をもとに分類した.

傷害の発生機序は Mark らの分類<sup>4)</sup>を参考に行なった. 傷害の内容として, 急性外傷によるものを acute injury (外傷)として機序別にわけた(表2). 明らかな外傷・発生機序のないものを, chronic injury (障害)として内容別に関節, 靭帯, 筋のいずれの部位の症状か

表2 外傷内容

Acute (外傷)	2014-15	2015-16	2016-17	合計
脳震盪		1		1
打撲	2	3	1	6
捻挫	1	6	1	8
断裂	4	1		5
皮膚損傷	2	2		4
骨折		1	1	2
脱臼		1		1
合計	9	15	3	27

わせて分類した(表3).

また本研究は茨城県立医療大学倫理委員会の承認を得て行なった(承認番号 e110). 統計解析は  $\chi^2$  検定を用い,  $p < 0.05$  を有意差ありとした.

## 結 果

試合・練習それぞれの時間, 傷害数, IR をシーズン別に表4に示す.

シーズン別, 全シーズン合計において, いずれも GIR は EIR よりも有意に高かった ( $p < 0.001$ ) (図1). 試合では外傷発生率が障害よりも多かった ( $p < 0.001$ ) が (図2), 練習においては有意な差はなかった (図3).

傷害部位は下肢に多く (22件, 62%), その半数は足関節・足部 (11件, 31%) であった (表5). その次に膝関節 (6件, 17%) と続いた.

傷害内容をみると, acute injury (外傷, 表2) は 27件 (77%) で, 捻挫が最も多く (8件, 22%), 次に打撲 (6件, 22%) が続いた. Chronic injury (障害, 表3) では関節が最も多く (5件, 14%), そのうちで膝関節に生じたものが多かった (3件, 8%).

## 考 察

バスケットボール競技は, 本来身体接触を禁じられたスポーツであったが, 近年において激しい身体接触が必要とされるコンタクトスポーツとなり<sup>4)</sup>, 傷害分析は今後の競技力向上のために必要である.

今回の結果のなかではシーズンごと, 全シーズン合計いずれも GIR が EIR よりも高く, 試合中の傷害率が高い結果となった. これは NBA からの報告<sup>4)</sup>に矛盾しない結果であった. また国内プロリーグからの葛原らの報告<sup>2)</sup>でも同様に GIR が高かった.

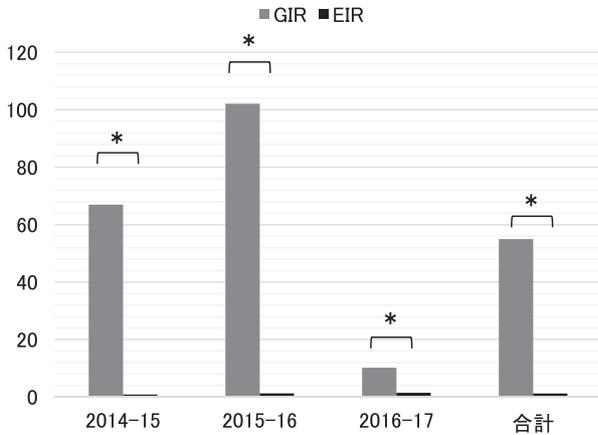
過去の NCAA (National Collegiate Athletic Association) における 6年間の調査<sup>5)</sup>では EIR は 3.98/1,000 PH, GIR は 13.79/1,000 PH で, 大学バスケットボール

表4 練習時間, 試合時間, 傷害数, over all IR, GIR, EIR

	2014-15	2015-16	2016-17	合計
総試合時間 (時間)	134.383	146.833	192.083	473.3
総練習時間 (時間)	2,430	2,308	2,797.5	7,535.5
傷害数 (試合)	9	15	2	26
外傷	7	14	2	23
障害	2	1	0	3
傷害数 (練習)	2	3	4	9
外傷	2	1	1	4
障害	0	2	3	5
over all IR	4.26	7.32	1.98	4.38
GIR	66.96*	102.12*	10.20*	54.96*
外傷	52.09 <sup>+</sup>	95.35 <sup>+</sup>	10.20 <sup>+</sup>	48.60 <sup>+</sup>
障害	14.88	6.81	0	6.36
EIR	0.84	1.26	1.44	1.20
外傷	0.82	0.43	0.36	0.54
障害	0	0.87	1.07	0.66

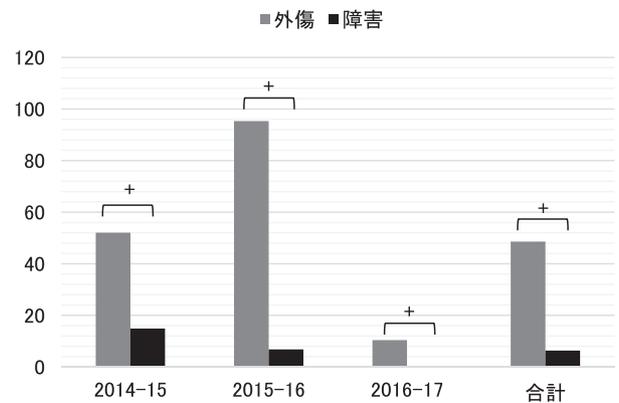
IR : injury rate (傷害発生率), GIR : game injury rate (試合中の傷害発生率), EIR : exercise injury rate (練習中の傷害発生率)

\* :  $p < 0.05$  GIR と EIR の比較, <sup>+</sup> :  $p < 0.05$  外傷と障害の比較



\* :  $p < 0.05$

図1 GIR と EIR の比較



+ :  $p < 0.05$

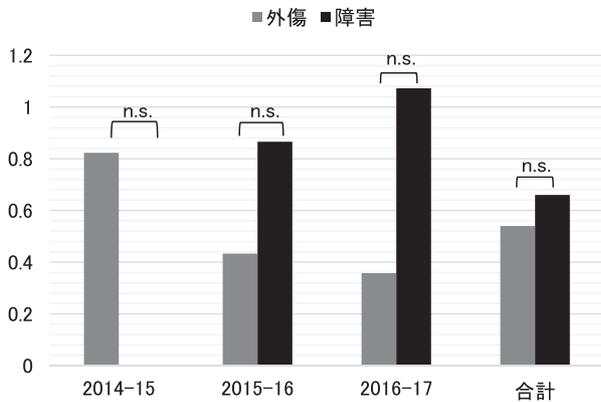
図2 試合における外傷・障害の発生率

を対象とした渡邊らの報告<sup>3)</sup>では, over all IR は 0.81/1,000 PH とわれわれの結果よりも低かった. 今回われわれの傷害の報告の基準として医療機関を受診し, 何らかの診断名がついたものとしており, 練習中の軽微な傷害は受診していない可能性があり, 一方で試合では会場ドクターなど医師へのアクセスがよく医療機関受診を勧められやすい環境にあるため, 過去の報告と違いがでたものとする. 報告によって傷害の定義や単位の違い (player hours と athlete exposure<sup>4)</sup>) がみられ, 一概に比較できるものではなく, 適切な尺度を決める必要がある.

練習・試合中の発症機序で分け件数を報告したものはみられないが, NBA の 10 年間の傷害分析<sup>6)</sup>では捻挫の 71.8%, 打撲の 77.1% が試合中に発生しているのに対

し, 試合に関連した炎症は 23% に留まり, 慢性で発症機転のない障害は練習中に起きやすい傾向にある. われわれの結果でも同様に, 試合中の外傷発生率は障害に対して有意に高く, 一方で試合・練習それぞれにおける障害発生率に関して差はみられなかった. 国内リーグの 3 年間の報告では<sup>2)</sup>, 多くが外傷で, 炎症など慢性の変化とみられるものは 3 年間で全傷害のうち 4 例と極少数であった. これらよりバスケットボールにおいて, 試合では外傷に対するサポートとして救急外来の役割を担い, 練習においては炎症など慢性の変化に対して継続的なフォローを目的としたメディカルサポートを行っていく必要がある可能性がある.

傷害部位に関しては足関節・足部が 11 件 (31%), と最も多かった. 他競技においては, サッカーにおける傷



n.s.: not significant difference, 有意差なし

図3 練習における外傷・障害の発生率

害分析では大腿部や足関節・足部が多く<sup>7)</sup>, 一方でハンドボールでは肩の傷害が多いと報告されている<sup>8)</sup>. バスケットボールでは多くの選手がミッドカットやハイカットの靴で保護しているものの, サイドカットやジャンプ着地動作が多い競技特性のため多くなっていると考えられる. 足関節サポーターやテーピングによる足関節捻挫予防の一定の効果は得られているが<sup>9)</sup>, 近年は動きやすさの観点からローカットの靴が好まれている傾向にあり注意が必要である. Grassi らは足関節捻挫の予測に関するレビューのなかで<sup>10)</sup>, 足関節捻挫の既往を含む不安定性の評価をスクリーニングとして行なうことを勧めている. 本邦においてバスケットボールでの ACL 損傷の予防プログラムが広く知られているが, 足関節捻挫が最も頻度が多いことから, 予防に対する取り組みを考慮すべきである.

傷害機序別において, acute injury (外傷)では捻挫が最も多く(8件, 30%), 次に打撲(6件, 22%)が続いた. これは Starkey らの報告<sup>5)</sup>に矛盾しないものであった. 葛原らの報告<sup>2)</sup>では捻挫が最も多くなり, 次に骨折, 打撲と続いた. どの程度の外傷を報告しているかという点で選手, トレーナーによって大きく差が出ると予想され, 引き続きのデータの検討が必要である.

Chronic injury (障害)に関しては, 関節が5件(全体の14%)と多くを占めた. とくに発症機転のない膝関節痛が3件と最も多かった. 膝関節痛・膝関節症の記載のみで詳細な診断・分類はなされていなかった. Starkey らは全傷害のうち, 大腿膝蓋関節症が足関節捻挫に続いて多かったと報告している<sup>5)</sup>が, そのなかで大腿膝蓋関節障害を, プロバスケットボール選手において“silent endemic”と表現している. 障害は慢性の経過をたどることも多く, なかでも膝関節障害が最もプレイ時間に影響

表5 傷害部位

	2014-15	2015-16	2016-17	合計
頭部	1	4	0	5
頭部		1		1
顔面	1	3		4
上肢	1	2	1	4
肩		2		2
上腕				0
肘関節				0
前腕	1			1
手関節				0
手, 手指			1	1
脊椎・体幹	1	2	1	4
頸椎				0
胸腰椎	1	1		2
体幹		1	1	2
下肢	8	10	4	22
骨盤・股関節				0
大腿	2	2		4
膝関節	2	2	2	6
下腿	1			1
足関節・足部	3	6	2	11
合計	11	18	6	35

の出るものとして報告されている<sup>4)</sup>ため, 診断基準が一定しないという問題点はあるが, 膝関節痛に関しての部位や動作と疼痛の関連を記録し情報を収集する必要がある.

本研究の限界として, 傷害に関してチーム内の選手の入替わりも多く, 継続的なフォローが十分できているとは言い難い. そのためどの傷害が選手のプレイ時間や試合出場時間に影響を及ぼしているかは明らかにはなっていない. 今後リーグの統制化により, より継続的な医学的フォローの継続を可能としていきたい. そのほか, B2リーグの1チームのみの調査であったことで, レベルや人数に限りがあった. また, 本研究は3年間の短期調査であり, 男子のみの調査であったことから, 今後は女子も含めた大規模で長期的な調査が必要である.

## まとめ

日本におけるプロリーグであるBリーグ所属チームにおける傷害分析を行なった. 全体のIRは4.38/1,000PHで, EIRは1.20/1,000PH, GIRは54.96/1,000PHであり試合における傷害率が練習より高かった. また, 外傷のほうが障害より多く, 外傷のなかでは半数以上を下肢が占め, 足関節・足部が31%, 膝関節17%であった. 男子プロバスケットボールチームにおいては, とくに試合中の下肢傷害のリスクが高いため, その治療対応の整備や予防策に関して話し合われる必要がある. 本邦

におけるデータの集積と予防プログラムの検討が今後の課題となる。

## 文 献

- 1) 笹川スポーツ財団：青少年のスポーツライフ・データ 2010. 10代のスポーツライフに関する調査報告書, 2010.
- 2) 葛原憲治ほか：bjリーグにおけるプロバスケットボールチームの傷害分析～3年間の前向き研究～. 日臨スポーツ医学会誌, 21 : 187-193, 2013.
- 3) 渡邊紳一ほか：大学バスケットボール部におけるスポーツ傷害の特性に関する疫学的な後ろ向き調査からみた問題について. リハビリテーションスポーツ, 32 : 48-56, 2013.
- 4) Drakos MC et al : Injury in the National Basketball Association : a 17-year overview. Sports Health, 2 : 284-290, 2010.
- 5) Hootman JM et al : Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports : summery and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train, 42 : 311-319, 2007.
- 6) Starkey C : Injuries and illnesses in the National Basketball Association : a 10-year perspective. J Athl Train, 35 : 161-167, 2000.
- 7) 山本純：プロサッカーチームにおける3年間の傷害調査. Football Science, 11 : 36-50, 2013.
- 8) 花岡美智子ほか：ハンドボール選手における肩関節機能と損傷との関係について 54 : 179-184, 2005.
- 9) Beynnon BD et al : Predictive factors for lateral ankle sprains : a literature review. J Athl Train, 37 : 376-380, 2002.
- 10) Grassi A et al : Postural stability deficit could predict ankle sprains : a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 26 : 3140-3155, 2018.

# サッカー競技への復帰を強く希望される患者の 両側変形性膝関節症に対して 両側 double level osteotomy を行なった 1 例

A Case Report of Performing Bilateral Double Level Osteotomy  
on Bilateral Osteoarthritis of Patient Who Is Eager to Play Football Again

斐 漢成 Hironari Hai

## ● Key words

High tibial osteotomy : Distal femoral osteotomy : Double level osteotomy

## ● 要旨

サッカー競技への復帰を強く希望される患者の両側性変形性膝関節症に対して矯正後の脛骨プラトー関節面傾斜が非生理的にならないよう、両膝に double level osteotomy (以下、DLO) を行なった 1 例を経験した。

日本整形外科学会膝疾患治療成績判定基準は術前右 65 点、左 55 点が、両側 DLO 後 1 年で右 90 点、左 90 点と改善された。

非生理的関節面傾斜は関節面の shearing force の増大により、新たな bone formation の誘導、運動時の違和感などを生じる可能性があり、術前計画で関節面傾斜が大きくなると予想される症例には DLO を選択することでより違和感の少ない膝関節が獲得できる可能性がある。

## はじめに

近年、高い活動性を有する壮年患者の内側半月板損傷を伴う変形性膝関節症に対して、高位脛骨切り術が選択される機会が増えてきている。

ただ、変形の部位は脛骨近位のみに限らず、大腿骨遠位もしくは脛骨と大腿骨両側に存在する可能性があり、脛骨のみで矯正を行なった場合、非生理的関節面傾斜となる危険性がある。

今回、サッカー競技への復帰を強く希望される患者の両側変形性膝関節症に対して、脛骨プラトー関節面傾斜

がなるべく非生理的傾斜とならないように大腿骨と脛骨の 2カ所で矯正骨切りを行なう double level osteotomy (DLO) を施行した 1 例を経験したので報告する。

## 症 例

現病歴：55 歳男性。2 年前まではサッカーを行なえたが、職場の配置換えで重量物の運搬に携わるようになってから両膝痛が出現、近医での保存療法でも改善は得られず増悪したため手術加療を目的に当院を受診した。

既往症：特記事項なし。

身体所見：身長 163.3 cm. 体重 86 kg.

斐 漢成  
〒442-8561 豊川市八幡町野路 23 番地  
豊川市民病院整形外科  
TEL 0533-86-1111

豊川市民病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Toyokawa City Hospital

表1 術前両膝 JOA knee score と ROM

術前	右	左
JOA knee score	65	55
Passive ROM Ext/Flex	-10/120	-10/115



図1 術前臥位下肢全長 X 線像

理学所見：ROM(右/左)-h10~120°/-10~115°，McMurray test pain +/+，日本整形外科学会膝疾患治療成績判定基準(以下，JOA knee score)は右 65 点，左 55 点だった(表 1)。

術前の臥位下肢全長正面 X 線像(図 1)によると術後の荷重軸が脛骨プラトー内側縁から 62.5% を通過するためには，脛骨単独の矯正では右で 12.1°，左で 13.6° の矯正が必要であった。変形の原因部位を考察すると，mechanical medial proximal tibial angle(以下，mMPTA)は右 84.9°，左 85.1°であり，左右とも，脛

表2 Deformity analysis による術前，術後での各種パラメーター値

右	術前	術後 1 年
mLDFA	90.8	84.8
mMTPA	84.9	91.6
%MA	11.9%	66.1%
左	術前	術後 1 年
mLDFA	91.8	86.9
mMTPA	85.1	93.3
%MA	8.5%	65.5%

骨のみの矯正では mMPTA > 95° が予想された(表 2)。

同様の分析から mechanical lateral distal femoral angle(以下，mLDFA)は右 90.8°，左 91.8°であり，大腿骨遠位部にも内反変形を認めた。mMTPA < 95° を目標とした生理的な膝関節面を獲得するべく，大腿骨と脛骨の両側に矯正を分散させるために DLO を計画した。右は大腿骨で 5°(5.3 mm 切除)，脛骨で 7°(8.6 mm 開大)とし，左は大腿骨で 5.6°(4.8 mm 切除)，脛骨で 8°(9.6 mm 開大)として計画し，本人希望で疼痛の強い左下肢から DLO を施行し，その 1 年後に右下肢に DLO を施行した。

術中所見：手術開始前にアライメントロッドを用いて下肢機能軸が術前の X 線像の通過位置を再現できているかを確認した。関節内は左右とも術前 MRI から予想された通り，内側半月板は Hoop 機構が破綻，逸脱していた。前十字靭帯，後十字靭帯，外側半月板は良好に機能していた(図 2)。脛骨近位の骨切り後，術前計画量を開大させた状態で下肢機能軸が外側窩間隆起より外側を通過しているかアライメントロッドを用いて確認した。

経過：初回の左下肢手術時は，術後 3 週間免荷とし，以降，片松葉杖を使用して，疼痛の許す範囲で全荷重を許可し，術後 41 日目に退院となった。反対側の右下肢手術時は術後 3 日目から疼痛の許す範囲で全荷重でのリハビリ歩行訓練を許可し，術後 25 日目に独歩での退院となった。

両側 DLO 後 1 年経過時の ROM(右/左)は -5~130°/-5~135°，JOA スコアは右 90 点，左 90 点まで改善し(表 3)，mMTPA < 95° も実現した(表 2)。両側手術完了から術後 1 年経過時の立位下肢全長 X 線像では，荷重軸は右が 66.1%，左が 65.5% を通過していた(図 3)。

## 考 察

脛骨近位のみでの大きすぎる矯正は非生理的な脛骨プラトー関節面傾斜となり，関節面 shear force の増大に

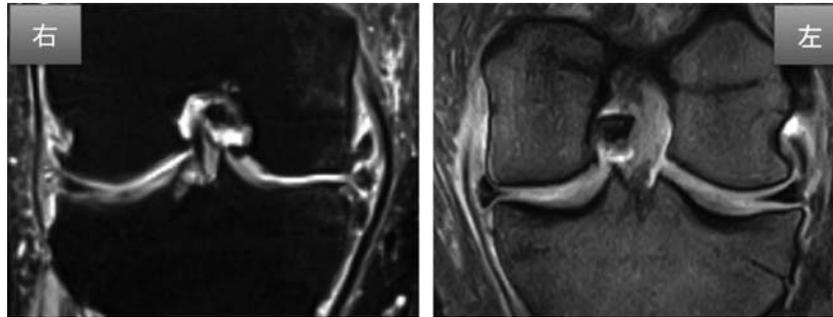


図2 両膝術前 MRI  
両膝とも内側半月板は逸脱していたが、外側半月板、靱帯等に問題なかった。

表3 術後1年経過時両膝 JOA knee score と ROM

術後	右	左
JOA knee score	90	90
Passive ROM Ext/Flex	-5/130	-5/135

より、あらたな bone formation の誘導や、運動時の違和感などを生じる可能性がある<sup>1)</sup>。また、将来的な TKA conversion 時に困難を生じることも予想される。高位脛骨骨切り術後の再内反変形例を調査した結果では、mLDFA が大きいことが関連していたとの報告もある<sup>2)</sup>。

中山ら<sup>3)</sup>は脛骨プラトー関節面傾斜を変化させた際の荷重時に関節面に発生する shearing force について有限要素解析モデルを用いて評価したところ、脛骨プラトー関節面傾斜が 5° 以上では 3.42 MPa を超すと報告した。これは、Segal ら<sup>4)</sup>の報告した変形性膝関節症発症リスクを上回る。当院ではより生理的関節面に近い膝関節の獲得を目指して術前計画で mMPTA > 95° となる症例や、mLDFA が大きく、大腿骨にも変形が認められる症例に対しては積極的に DLO や大腿骨遠位骨切り術を選択している。大腿骨と脛骨の 2カ所での骨切りは矯正量など調整が困難と思われがちだが、実際に施行してみると大腿骨の骨切除さえ安全に施行できれば、内側開大型高位脛骨骨切り術を行なう際に、開大量の微調整は術中にアライメントロッドなどを用いて確認しながら修正することが容易に可能である。

術後の機能軸は当初の予定よりもやや外側へ移動したが、これは joint line convergence angle の変化によるものが大きい。Ogawa ら<sup>5)</sup>は soft tissue correction を考慮した術前計画方法について報告しているが、現状においては膝周囲軟部組織が術後下肢アライメントに与える影響を正確に予想することは困難である。



図3 両側手術完了から術後1年経過時の立位下肢全長 X線像

本症例は両側の手術から1年経過とまだ短期成績であるため、今後引き続き注意深く経過観察する必要がある。

## 結 語

サッカー競技への復帰を強く希望される患者の両側変形性膝関節症に対して、より生理的な膝関節面傾斜を獲得するためにDLOを両側に行なった1例を報告した。

術後1年経過した現在、術前の両膝痛は消失し、良好な経過が得られているが、今後引き続き経過観察が必要である。

## 文 献

- 1) 阿部里見ほか：大腿骨由来の変形と関節面傾斜からみた high tibial osteotomy の限界. JOSKAS, 41 : 939-942, 2016.
- 2) Terauchi M et al : Varus inclination of the distal femur and high tibial osteotomy. J Bone Joint Surg Br, 84 : 223-226, 2002.
- 3) Nakayama H et al : Large correction in opening wedge high tibial osteotomy with resultant joint-line obliquity induces excessive shear stress on the articular cartilage. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 26 : 1873-1878, 2018.
- 4) Segal NA et al : Baseline articular contact stress levels predict incident symptomatic knee osteoarthritis development in the MOST cohort. J Ortho Res, 27 : 1562-1568, 2009.
- 5) Ogawa H et al : Preoperative varus laxity correlates with overcorrection in medial opening wedge high tibial osteotomy. Arch Orthop Trauma Surg, 136 : 1337-1342, 2016.

# 高校生アスリートに発症した 仙骨部 perineurial cyst に対する 2 手術例

## Two Cases of Surgically Treated Sacral Perineurial Cyst of High-school Athlete

西井 佑介<sup>1)</sup> Yusuke Nishii      中川 幸洋<sup>2)</sup> Yukihiro Nakagawa  
吉田 宗人<sup>3)</sup> Munehito Yoshida

### ● Key words

Perineurial cyst : Osteoplastic laminectomy : Athlete

### ● 要旨

高校生アスリートに発症した perineurial cyst に対して根治術を行なった 2 例を経験した。2 例とも保存療法が奏功せず、早期復帰を目的に手術を行なった。症候性の perineurial cyst に対する手術療法としてはさまざまな報告があるが、いまだ確立された治療法はない。本症例では活動性の高い若年者に発症しており、部活動状況からも早期の根治的な治療が望まれたため、骨形成的椎弓切除を行ない、直視下で嚢腫の摘出術を行なった。周術期合併症の発生はなく、術後の経過は良好でスポーツの復帰を果たすことができた。早期根治をめざすアスリートに対して骨形成的椎弓切除での嚢腫摘出術は有用な治療法の 1 つと考えられる。

### はじめに

Perineurial cyst は仙骨部に好発するが、多くの場合は無症候性で偶然発見される<sup>1)</sup>。しかし保存療法に抵抗性のある症候性の perineurial cyst において、その治療法は確立されていない<sup>2)</sup>。

今回、高校生アスリートに発症した症候性の仙骨部 perineurial cyst に対して根治術を行ないスポーツ復帰を果たした 2 例を経験したので報告する。

### 症 例

#### 症例 1 16 歳、女性。

主訴：左殿部痛

現病歴：陸上部所属。6カ月前よりダッシュ時の左殿部痛を自覚した。近医を受診し、MRI で仙骨部脊柱管内に嚢胞様の陰影を指摘された。NSAIDs 等の投薬、安静指示の保存療法を 3 ヶ月程度施行されたが、症状が改善せず、疼痛の増大、運動時尿漏れも自覚するようになったため当科紹介となった。

既往歴：特記なし。

西井佑介  
〒646-8588 田辺市新庄町 46-70  
紀南病院整形外科  
TEL 0739-22-5000

- 1) 紀南病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kinan Hospital
- 2) 和歌山県立医科大学紀北分院脊椎ケアセンター  
Wakayama Medical University Kihoku Hospital, Spine Care Center
- 3) 角谷整形外科病院  
Sumiya Orthopaedic Hospital

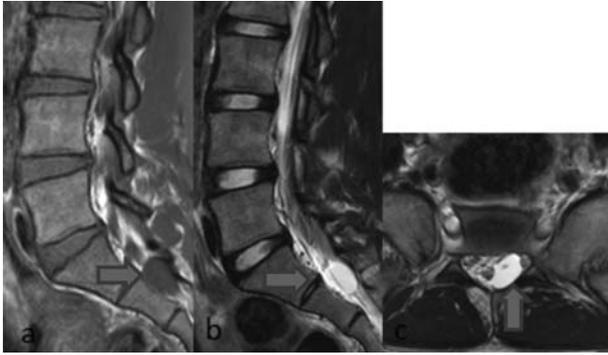


図1 症例1 術前MRI  
a: T1 矢状断, b: T2 矢状断, c: T2 水平断

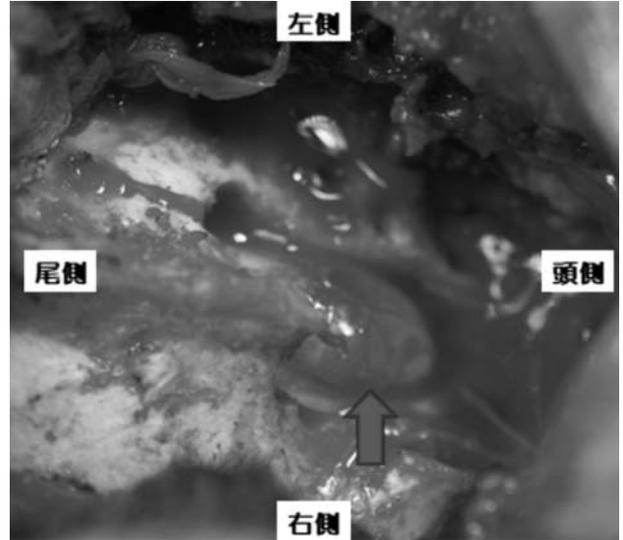


図2 症例1 術中写真  
左 S2 神経根分岐部から左側尾側に約 3×2 cm 大の嚢腫を認めた(↑).



図3 症例1 術後2年 MRI T2 強調像

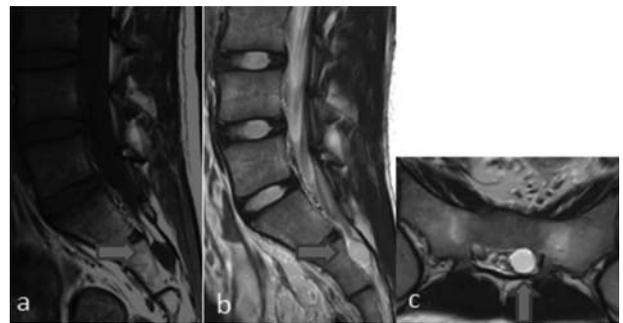


図4 症例2 術前MRI  
a: T1 矢状断, b: T2 矢状断, c: T2 水平断

初診時所見：Valsalva 手技で増悪する左殿部痛を認めた。下肢の筋力低下は認めず、感覚障害、安静時痛も認めなかった。安静時は明らかな膀胱直腸障害は認めなかった。

画像所見：MRI にて S2 高位左側神経根部に T1 強調像で低輝度、T2 強調像で高輝度の脳脊髄液と同等の信号変化を呈する 3 cm 大の円形の腫瘤影を認めた(図1)。

初診後経過：当科でも再度同様の保存療法を行ないながら、2ヵ月程度経過観察したが、疼痛の増悪を認めたため、手術加療の方針となった。

手術：仙骨骨形成的椎弓切除術を行ない嚢腫の切除を行なった。S1～S3 にかけて正中縦皮切をくわえ、仙骨を剝離展開した。S2 椎弓基部を骨ノミにて切離し、骨形成的に椎弓切除した。硬膜外を確認すると左 S2 神経根分岐部から左側尾側に約 3 cm 大の嚢腫を確認できた(図2)。嚢腫壁を針電極を用いて電気刺激を行ない、下

肢筋肉、肛門括約筋からの複合筋活動電位をモニタリングしながら運動神経分布を確認した後、嚢腫を可及的に切除した。切除部に脂肪とフィブリン糊を充填した後、S2 椎弓を完納し絹糸にて縫合した。

術後経過：術後は疼痛のすみやかな改善を認め、段階的に運動負荷を許可した。その際ダッシュ時の尿漏れは認めなかった。術後3ヵ月で部活動に制限なく復帰し、術後2年の時点で再発は認めていない。MRI でも嚢腫が完全に切除されているのが確認できる(図3)。

症例2 15歳、男性。

主訴：左殿部痛

現病歴：剣道部所属。2ヵ月前より誘引なく殿部痛が出現した。様子を見ていたが改善みられないため近医を受診したところ、MRI で仙骨部脊柱管内に嚢胞様病変を指摘されたため当科紹介受診となった。

初診時所見：左殿部の安静時痛を認めた。感覚障害、下肢筋力低下は認めなかった。

画像所見：MRI 上で仙骨脊柱管内の S2 高位に 20 mm 大程度の紡錘形の T1 低信号 T2 高信号で脳脊髄液と同等の信号変化を呈する嚢腫性病変(図 4)を認めた。

初診後経過：仙骨硬膜外ブロックを行なったところ症状の著明な改善は認められたが、1 週間程度で症状が再燃した。早期の競技復帰を目的に手術を希望されたため手術加療の方針となった。

手術：仙骨骨形成的椎弓切除を施行し、電気刺激を行ない下肢筋肉、肛門括約筋からの複合筋活動電位をモニ

タリングしながら嚢腫の切除を行なった。S1 椎弓と S2 椎弓基部を骨形成的に切除し嚢腫を確認した(図 5)。嚢腫壁に電気刺激しつつ、運動神経の分布を確認しつつ切除範囲を決定した。脳脊髄液の流入路を確認し可及的に嚢腫壁を切除した。流入路に脂肪とフィブリン糊を充填した後、髄液の漏出がないことを確認したのち、骨形成的切除した骨を返納し手術終了した。術後すみやかに疼痛緩和し、社会的事情で部活動復帰はできなかったが、術後 3 ヶ月で制限なくスポーツを行なえる状態であった。術後 2 年の時点で再発は認めず(図 6)、骨癒合も完成していた(図 7)。

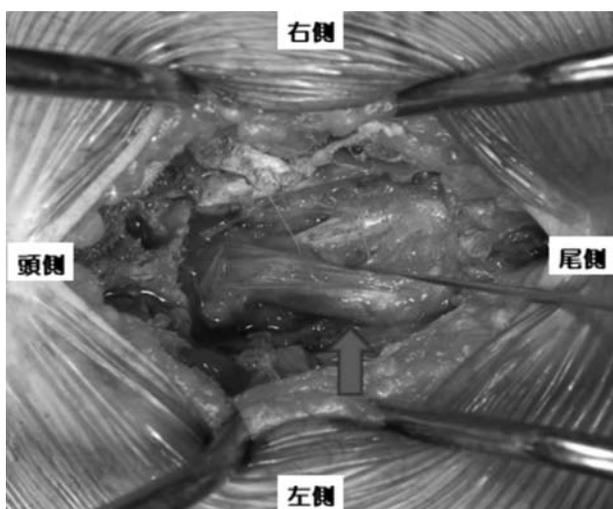


図 5 症例 2 術中写真  
左 S2 分岐部より S2 神経根自体の神経外膜が菲薄化し、φ15 mm 程度の ballooning した形態の嚢腫を認めた(↑)。

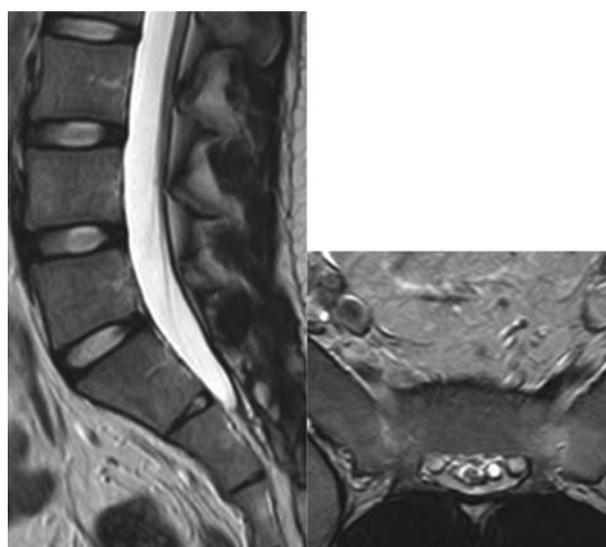


図 6 症例 2 術後 2 年 MRI T2 強調像

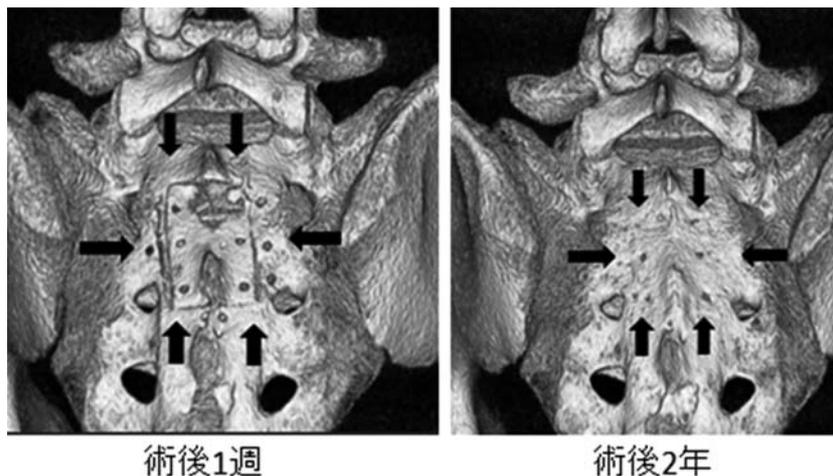


図 7 症例 2 術後 2 年 CT  
S1, S2 椎弓基部に返納された骨(↑)は骨孔を残す程度で生着されている。

## 考 察

Perineurial cyst は 1938 年 Tarlov により初めて報告され、Tarlov cyst とも呼ばれている<sup>3)</sup>。

後根から神経節にかけての軟膜と硬膜の間に形成され、チェックバルブ様の髄液流通障害により生じる脊髄嚢胞性病変である<sup>3)</sup>。Valsalva 手技による髄液圧の上昇により症状が増悪することもあり、他の坐骨神経痛を呈する病態との鑑別に有用であるが、習慣的に息み動作を繰り返すアスリートにとって発症時対応の苦慮が予想される。仙骨部に好発し、多くの場合は無症候性に発生し偶然発見される。しかし症候性例ではほぼ全例に疼痛が出現し、膀胱直腸障害や性機能障害等の随伴症状を呈する場合がある<sup>4)</sup>。一般的には投薬、安静などの保存療法が選択されるが、症状が遷延する場合、スポーツ選手ではパフォーマンスの低下や競技の長期の離脱などが問題となる。硬膜外注射の有効性も報告されており、硬膜外ステロイドの注入を繰り返すことにより症状の軽快と嚢胞の消失が得られたとの報告がある。Mitra らは L5 椎間孔に生じた嚢胞に硬膜外ステロイド注入を行ない、5ヵ月後嚢胞の消失が得られたと報告している<sup>5)</sup>。また Kim らは、頸椎レベルで発症した嚢腫に対してステロイドの注入を数ヵ月にわたり繰り返し行ない改善が得られたことから、ステロイドによる周囲組織浮腫の改善に伴って髄液交通が改善されると推察した<sup>6)</sup>。いずれも改善までに数ヵ月単位の時間を要しており、アスリート、とくに競技期間の限られている学生にとっては競技復帰への有効な治療法とは言い難い。保存療法が奏功しない場合は手術を行なう場合もある。症候性の perineurial cyst に対する手術療法としてはさまざまな報告があるが、いまだ確立された治療法はない<sup>2)</sup>。手術療法としては大きく分けて、経皮的ドレナージ、直達手術、シャントによる髄液路変更術の3種類に分けられる。経皮的ドレナージは、ドレナージ後にフィブリン糊の充填で効果が長時間得られるとの報告もあるが、症状の残存や再発も多い<sup>7)</sup>。またシャントによる腰椎髄液の減圧で症状の改善が得られることも多く局所的な加療が行なえない多発例、再発例で主に適応があるとされている<sup>8)</sup>。直達手術例ではクリッピングと摘出術が行なわれ、Guo らは直達下での嚢腫壁の摘出とフィブリン糊の充填が最も経過が良好で、再発も起こらなかったと報告している<sup>9)</sup>。本

症例では活動性の高い若年者に発症しており、部活動の参加状況からも早期の根治的な治療が望まれたため、骨形成的椎弓切除を行ない、直達下で嚢腫の摘出術を行なった。周術期合併症は認めず、術後経過は良好でスポーツ復帰を果たすことができた。また骨返納後の骨癒合も良好である。摘出術後再発に関する報告は渉猟し得ないが、今後も再発の有無はフォローすべきと考える。

若年者のスポーツ競技者において症候性の perineurial cyst が難治性である場合や早期復帰を希望される場合等手術療法を考慮する場合は、骨形成的椎弓切除を用いた嚢腫摘出術は有効な外科的治療のオプションであると考えられる。

## 文 献

- 1) Burden F et al : Incidence of spinal perineurial cysts among European patients. PLoS One, 8 : e71514, 2013.
- 2) 栃木悟ほか : Perineural (Tarlov) cyst. 脊椎脊髄, 28 : 883-888, 2015.
- 3) Tarlov IM : Perineurial cysts of the spinal nerve roots. AMA Arch Neurol Psychiatry, 40 : 1067-1074, 1938.
- 4) Marino D et al : Tarlov cyst : clinical evaluation of an Italian cohort of patients. Neurol Sci, 34 : 1679-1682, 2013.
- 5) Mitra R et al : Conservative management of perineurial cyst. Spine, 33 : 565-568, 2008.
- 6) Kim K et al : A case of symptomatic cervical perineurial cyst : clinical manifestation and management. Skeletal Radiol, 41 : 97-101, 2012.
- 7) Paulsen RD et al : Prevalence and percutaneous drainage of cysts of the sacral nerve root sheath. AJNR Am J Neuroradiol, 15 : 293-299, 1994.
- 8) Bartels RH et al : Lumber cerebrospinal fluid drainage for symptomatic sacral nerve root cyst : an adjuvant diagnostic procedure and/or alternative treatment? Technical case report. Neurosurgery, 40 : 864-865, 1997.
- 9) Guo D et al : Microsurgical treatment of symptomatic sacral perineurial cysts. Neurosurgery, 60 : 1059-1066, 2007.

# ショパール関節脱臼骨折に対し、 リング型創外固定器にて早期荷重を行なった 1 症例

## Chopart Joint Fracture Dislocation Treated with External Ring Fixator and Carried out Early Weight Bearing : a Case Report

柳澤 洋平<sup>1)</sup> Yohei Yanagisawa 野澤 大輔<sup>2)</sup> Daisuke Nozawa  
森 利雄<sup>3)</sup> Toshio Mori 山崎 正志<sup>2)</sup> Masashi Yamazaki

### ● Key words

ショパール関節脱臼骨折, リング型創外固定器, 早期荷重

### ● 要旨

14 歳, 女性. ハードル競技中にバランスを崩し右足関節底屈位で前足部より着地し受傷した. 単純 X 線, CT を行ない舟状骨骨折とともにショパール関節脱臼と診断した. 全身麻酔下で脱臼整復および舟状骨内固定, 創外固定術を行なった. モジュラーリングの設置を工夫し術後装具装着下に荷重可能な状態にし術直後より全荷重を許可した. 疼痛のため術直後は跛行を認めたが松葉杖を使用せず歩行が可能であった. 創外固定器は術後 6 週で抜去した. 術後 1 年の評価で疼痛はなく, JSSF midfoot scale は 100 点満点である. リング型創外固定器を用いて早期荷重を許可した本症例の治療成績は良好であった.

### はじめに

ショパール関節脱臼骨折は比較的まれな骨折である. 手術療法に関するいくつかの報告はあるが治療の明確なエビデンスはない<sup>1-3)</sup>. 元々の運動競技レベルの高い下肢外傷患者においては可能な限り免荷を避けることで機能維持に努めるリハビリテーションをつくばスポーツ医学・健康科学センターでは積極的に行なっている. 今回リング型創外固定器を用いて早期荷重を可能にしたショパール関節脱臼骨折の一例を報告する.

### 症 例

症例は 14 歳, 女性. 陸上のハードル競技の選手で全国大会出場レベル. 競技中にリード足がハードルに接触しバランスを崩した. 右足接地時に足関節底屈位で前足部より着地し受傷した. 陸上競技場最寄りの救急病院で応急処置を受け, 受傷 6 日目に手術加療目的に当院を紹介受診した. 初診時脱臼は残存し, 中足部を中心に腫脹と皮下出血を認めた. コンパートメント症候群は発症していなかった. 単純 X 線検査, CT 検査を行ない舟状骨の縦骨折とともにショパール関節脱臼を認め Sangeor-

柳澤洋平  
〒 305-0006 つくば市天王台 1-1-1  
筑波大学整形外科医局  
TEL 029-853-3162

1) 筑波大学附属病院救急・集中治療部  
Department of Emergency and Critical Care Medicine, Tsukuba University Hospital  
2) 筑波大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, University of Tsukuba  
3) つくばスポーツ医学・健康科学センター  
Tsukuba Sports Medicine and Health Science Center



図1 受傷時単純X線およびCT像

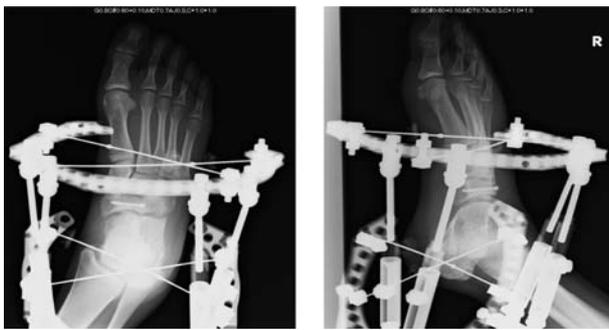


図2 術直後単純X線像

zan 分類 type 2(図1)と診断した。初診時に第一中足骨にキルシュナーワイヤーを刺入し馬蹄を用いて下肢自重での牽引を行なったが脱臼の整復はできなかった。

手術：受傷10日目に全身麻酔下で脱臼整復術および舟状骨内固定術，創外固定術を行なった。創外固定器のワイヤーは踵骨に2本，第一中足骨基部内側より1本，第五中足骨基部より1本刺入した。創外固定器はTL-HEX リングおよび Rapid Adjust Struts (Orthofix 社，Lewisville, Texas)を用いた。後足部(踵骨)に160 mm 5/8 モジュラーリングを，中足部(中足骨)に160 mm 5/8 モジュラーリングを設置した。それぞれのリングにはオリーブ付きワイヤーを2本ずつ刺入した。中足骨においては，内側から第一・二中足骨を貫通するオリーブ付きワイヤーを，また外側からは第四・五中足骨を貫通するオリーブ付きワイヤーを刺入した。TL-Rapid Struts を2本設置し長軸方向へ過牽引した状態で De Palma の方法で整復した。整復後舟状骨骨折に対して経皮的にヘッドレススクリューである HCS (Depuy Synthes 社，Raynham, Massachusetts)を挿入した。最後に関節適合の調整のために TL-Rapid Struts でリング同士的位置関係を透視下に調整した。固定性を向上させる

ために TL-Rapid Struts を2本追加し計4本用いた(図2)。

後療法：5/8 モジュラーリングを用い底側を開けることで補高装具 Ortho Wedge<sup>®</sup> (DARCO 社，Huntington, West Virginia)を装着可能(図3)にし，術直後に可及的全荷重を開始して積極的にリハビリテーションを行なった。疼痛のため術直後は跛行を認めたが，術直後より松葉杖を使用せず歩行が可能であった。創外固定は術後6週で外来にて抜去した。その後アーチサポート用足底挿板を装着し運動を継続した。術後3ヵ月でジョギングを開始，術後6ヵ月で部活動の全体練習に復帰した。術後10ヵ月で競技に復帰し，術後1年の評価で患部に疼痛はなく，JSSF midfoot scale は100点満点である。

単純X線横倉法では縦アーチの健患差はない。CTでは舟状骨のstep offは一部で1.5 mm 認めた。またMRIでは舟状骨の骨壊死はなく，距舟骨関節面の軟骨は一部菲薄化と軟骨下骨の微細な陥没を認めるのみである(図4)。

## 考 察

ショパール関節脱臼骨折に関する治療の報告は創外固定<sup>2,3)</sup>のほか，内固定による一時的な関節固定術<sup>4)</sup>，またギプスによる外固定<sup>5)</sup>が行なわれている。創外固定は外固定と比較しショパール関節に対する牽引力がかけられることや良好な整復位・関節適合性を強固に維持できるものとする。田中らは片持式創外固定器を用いて治療した症例の報告<sup>6)</sup>を行なっているが，リング型創外固定器による治療の報告は乏しい。リング型創外固定の装着方法によってはリングなどにより荷重自体が困難となることがある。今回，装着方法と，装具を工夫することで荷重が可能となり，リング型創外固定器の固定力を生かし，早期荷重が実現できたと考える。早期荷



図3 創外固定の設置および装具装着時写真

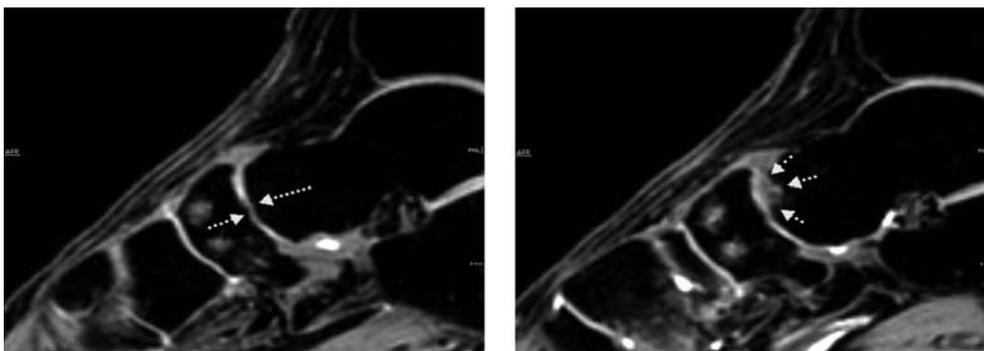


図4 術後9ヵ月での単純MRI・STIR像  
距舟骨関節面の軟骨は一部菲薄化と軟骨下骨の微細な陥没を認める。

重が臨床経過にどのような影響を与えたのかに関しては、本例のみでの評価は困難であるが、筋力の維持などの観点からスポーツレベルの高い患者の治療において有用となる可能性がある。シヨパール関節脱臼骨折に対するリング型創外固定術は有用な手術方法の1つと考える。

## 文 献

- 1) Klaue K : Chopart fractures. Injury, 35 : S-B64-S-B70, 2004.
- 2) Klaue K : Treatment of Chopart Fracture-Dislocations. Eur J Trauma Emerg Surg, 36 : 191-195, 2010.
- 3) van Drop KB et al : Chopart joint injury : a Study of outcome and mobility. J Foot Ankle Surg, 49 : 541-545, 2010.
- 4) Lp KY et al : Isolated dorsal midtarsal (Chopart) dislocation : a case report. J Orthop Surg, 14 : 357-359, 2006.
- 5) 城日出徳ほか : シヨパール関節脱臼 (swivel 型) の治療経験. 整外と災外, 39 : 851-854, 1990.
- 6) 田中達朗ほか : 創外固定を用いたシヨパール関節脱臼骨折の治療経験. 日足の外科会誌, 23 : 24-30, 2002.

# 胸郭出口症候群における超音波検査所見の特徴 —野球選手における検討—

## Features of Ultrasound Findings in Thoracic Outlet Syndrome — Investigation in Baseball Player —

井上 彰<sup>1)</sup> Akira Inoue                      古島 弘三<sup>2)</sup> Kozo Furushima  
草野 寛<sup>2)</sup> Hiroshi Kusano                船越 忠直<sup>2)</sup> Tadanao Funakoshi  
宇良田大悟<sup>1)</sup> Daigo Urata                伊藤 恵康<sup>2)</sup> Yoshiyasu Itoh

### ● Key words

胸郭出口症候群, 超音波検査, 野球選手

### ●要旨

われわれは2015年以降、胸郭出口症候群(以下 TOS)の診断に非侵襲的である超音波検査(以下 US)を用いている。本研究の目的は、①野球選手で内視鏡下第一肋骨切除術を施行した患者の術前術後における US 所見を比較すること。②健常野球選手と TOS 手術例での US 所見の比較を行ない、手術を要した TOS 症例における US 所見の特徴を明らかにすることである。対象は第一肋骨切除術を要した 24 例、健常野球選手 31 例で、US 検査は腋窩動脈 2nd part における収縮期最大血流速度(以下 PSV)と斜角筋三角底辺距離(以下 ISD)を計測した。PSV は肩関節 90° 外転外旋位、上肢最大挙上位において TOS 手術群が健常群と比較し有意に低値を示した。術後は PSV の改善を認め、健常群との差はみられなかった。ISD は TOS 手術群では 5.6 mm、健常群では 10.2 mm と有意に TOS 群で狭小化していた。本結果より、TOS 手術群と健常群において US 所見上明らかな差異が存在し、US 検査は TOS 診断の有力な一助になるのみでなく、術後の改善の客観的評価にも有用と考えられた。

### はじめに

野球選手の胸郭出口症候群(以下 TOS)に関する報告は少なく<sup>1~4)</sup>、その認知度は決して高くない。以前われわれは、肩・肘関節の痛みを主訴に来院した野球選手 2,580 名中 137 名(5.3%)において TOS が主症状または合併しており<sup>1)</sup>、見逃すことのできない疾患であることを報告している。TOS の臨床症状は 1979 年に Roos が詳細に報告しており<sup>5)</sup>、頸部から肩、上肢(手指まで)へ

の異常感覚や断続的な鋭い痛みが発生すると述べている。臨床上、患者が訴える異常感覚や疼痛の部位は頸部から手指までに及ぶこともあれば、肩関節や肘関節など単関節の痛みを主訴に来院する患者も存在し、診断に難渋することが少なくない。とくに野球選手では肩や肘関節の痛みで来院することが多いため、TOS を疑うか、除外できなければ選手の病態の正しい診断に辿り着くことは困難である。TOS の診断では問診や Roos test、Wright test、Morley test などの徒手検査、酒精綿を利用した感覚検査<sup>6)</sup>は重要であり、これらが陽性であれば

井上 彰  
〒374-0011 館林市羽附町 1741  
慶友整形外科病院リハビリテーション科  
TEL 0276-72-6000

1) 慶友整形外科病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Keiyu Orthopaedic Hospital  
2) 慶友整形外科病院スポーツ医学センター  
Sports Medical Center, Keiyu Orthopaedic Hospital

TOS を強く疑うことができる。補助診断である画像検査では、腕神経叢造影<sup>7)</sup>や上肢挙上位での血管造影 3D-CT、肋鎖間隙腔の評価<sup>1,2,6)</sup>などが報告されているが、X 線被曝や造影剤による合併症の問題がありすべての患者が適応とはなり難い。そのため当院では 2015 年以降、非侵襲的である超音波検査機器(以下 US)を用いた画像検査を行なっている<sup>8,9)</sup>。評価部位は肋鎖間隙の圧迫程度を確認する目的で鎖骨遠位部での腋窩動脈 2nd part の血流速度計測と、斜角筋三角底辺部の観察として前・中斜角筋の第一肋骨停止間距離(inter scalene distance ; ISD)を計測している。

本研究の目的は、野球選手で内視鏡下第一肋骨切除術を施行した患者の術前術後における US 所見を比較すること。また、健常な野球選手と TOS 手術例の術前所見との比較を行ない、野球選手における TOS の US 所見の特徴を明らかにすることである。

### 対象および方法

対象は 2016 年 1 月からの 1 年間に内視鏡下第一肋骨切除術および斜角筋切離術を同時に施行した野球選手 33 例のうち、DASH sports-module(以下 DASH sm)の聴取と US 検査を術前と術後 3 ヶ月で評価可能であった 24 例(follow-up 率 : 72.7%)を TOS 手術群(平均年齢 :  $16.1 \pm 2.4$  歳)とし、対照群として投球側上肢に愁訴のない健常野球選手 31 例( $16.3 \pm 1.5$  歳)を健常群とした。手術適応は Roos test が 30 秒間不能であった症例<sup>10)</sup>のうち、①理学療法に抵抗し競技復帰が困難であった例、②日常生活において著しく支障をきたした例、③上

肢挙上位での血管造影 3D-CT にて鎖骨下動脈の圧迫所見が陽性であった例、これら①~③のいずれかを有した症例とした。手術は trans-axillary approach による内視鏡下第一肋骨切除術と斜角筋切離術を同時に行なった<sup>2)</sup>。US 検査はわれわれが過去に報告した方法に準じ<sup>8,9)</sup>、肋鎖間隙における鎖骨下動脈の圧迫程度を調査する目的で、① Pulse doppler 法にて腋窩動脈 2nd part の血流速度計測を行なった。斜角筋三角底辺部の観察には② B モード法による ISD 計測を鎖骨上アプローチにて行なった。

#### 1. Pulse doppler 法による腋窩動脈 2nd part の血流速度計測 (図 1)

検査肢位は端座位で、上肢下垂位(以下、下垂位)、90°外転外旋位(以下 ABER 位)、最大挙上位(以下、挙上位)の 3 肢位で計測した。測定部位は腋窩動脈の 2nd part を長軸で観察し、小胸筋と第二肋骨をランドマークとする位置とした。Doppler 入射角は全例 60°、ステアリング機能による角度補正は 10°以内とした。測定項目は収縮期最大血流速度(peak systolic velocity ; PSV)とした。計測時期は術前と術後 3 ヶ月とした。

#### 2. B モード法による ISD 計測 (図 2)

検査肢位は上肢下垂位、頸部正中位の端座位とし、鎖骨上アプローチで行なった。ランドマークは第一肋骨と鎖骨下動脈に設定し、第一肋骨に対しては長軸に、第一肋骨上を横走する鎖骨下動脈は短軸に描出した。プローブ角度は、それぞれのランドマークに対して入射角を垂直に設定する目的で、第一肋骨に対しては肋骨が最も

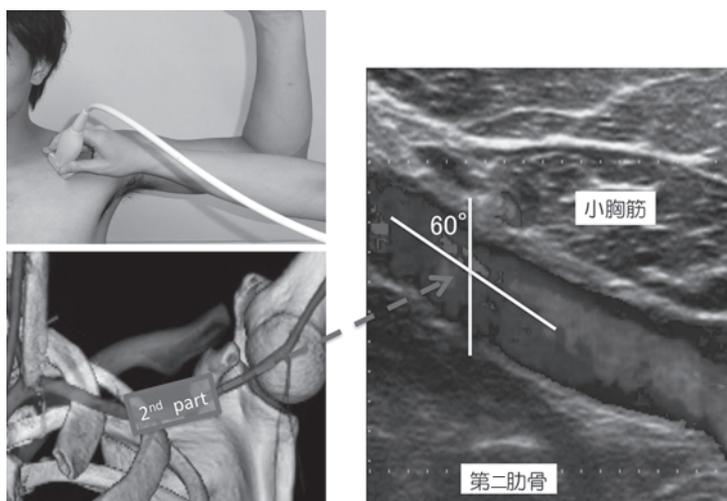


図 1 Pulse doppler 法による腋窩動脈 2nd part の血流速度計測  
第二肋骨と小胸筋をランドマークに腋窩動脈 2nd part を長軸に描出する。血管入射角度が 60°となるようにプローブ位置を設定する。

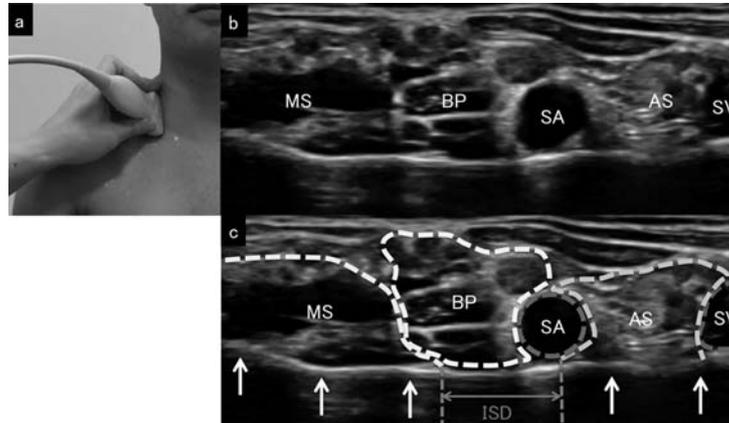


図2 鎖骨上窩における描出画像(右側)  
 a: 検査肢位は頸部正中位とし、鎖骨上アプローチにて画像を描出する。  
 b: aのプローブ位置で描出された超音波画像。  
 c: bの解説。ランドマークは第一肋骨(実線矢印)とSAとし、第一肋骨は長軸像で最もhigh echo(↑)になるよう描出し、SAは短軸像で円形になるよう描出する。  
 SV: 鎖骨下静脈, AS: 前斜角筋, SA: 鎖骨下動脈, BP: 腕神経叢, MS: 中斜角筋

high echoになるよう傾斜角度を統一し、鎖骨下動脈に対しては円形となるように回旋角度を統一した。次いで、鎖骨下動脈と隣接する下神経幹を指標に前斜角筋と中斜角筋を同定し、両筋の第一肋骨停止部間距離をISDと定義し、第一肋骨の内側縁で計測した。計測時期は術前と術後3ヵ月とし、術前はISD計測、術後は神経血管束を圧迫する第一肋骨と前・中斜角筋の切除・切離範囲を確認した。また、術側と非術側のISD計測を行ない、両者に差異が存在するかも検討した。

使用機器はKONICA MINOLTA社製SONIMAGE HS1 SNI BLE(18 MHzリニア型プローブ使用)とした。

統計処理はTOS手術群と健常群における肢位別PSVの群内比較と群間比較(術前TOS群 vs 術後TOS群 vs 健常群)には多重比較検定を用いた。また、術前術後におけるDASH smの比較とTOS手術群におけるISDの術側と非術側の比較は対応のあるt検定、TOS手術群と健常群におけるISDの比較には対応のないt検定を用いた。なお、PSVにおける群間比較は下垂位((各肢位/下垂位)×100)にて検討した。いずれも危険率5%未満を有意水準とし、統計ソフトはRコマンダー(v2.8.1)を使用した。

## 結 果

### 1. DASH smの術前術後比較 (図3)

DASH smは63.6点から術後3ヵ月では17.9点へ有意に改善した( $p < 0.01$ )。21例(87.5%)が障害前のポジ

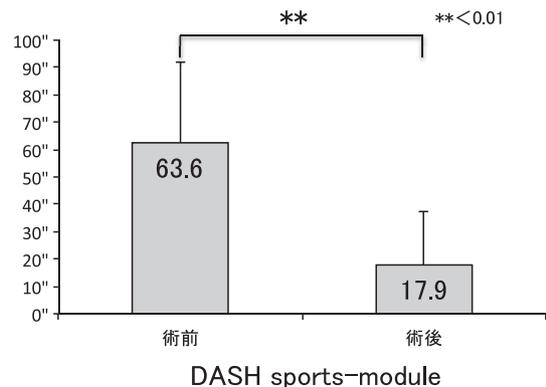


図3 DASH sports-moduleの術前後比較  
 術後3ヵ月で有意に改善した( $p < 0.01$ )。

ジョンに復帰を果たした。競技復帰に要した期間は術後平均5ヵ月(3~8ヵ月)であった。その他1例は部活動を引退、2例はポジション変更後に競技復帰を果たすも満足な結果は得られなかった。

### 2. 肢位別PSV(実測値による比較)(図4)

TOS手術群の術前PSVは下垂位で $119.8 \pm 25.1$  cm/s, ABER位で $70.1 \pm 67.4$  cm/s, 挙上位で $71.2 \pm 74.6$  cm/sであり、下垂位と比較しABER・挙上位で有意に低下していた( $p < 0.01$ )。術後は下垂位で $125.9 \pm 22.3$  cm/s, ABER位で $132.2 \pm 33.0$  cm/s, 挙上位で $123.8 \pm 40.1$  cm/sと有意な差を認めず( $p = 0.66$ )、肋鎖間隙における鎖骨下動脈の除圧を確認できた。健常群は

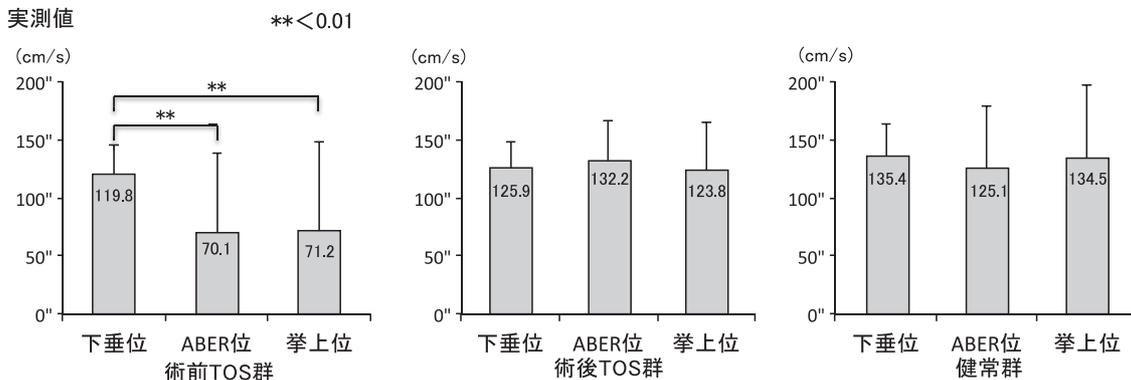


図4 肢位別 PSV(血流速度)の実測値による比較  
TOS手術群では ABER 位, 拳上位で血流速度は術後有意に改善した ( $p < 0.01$ ).

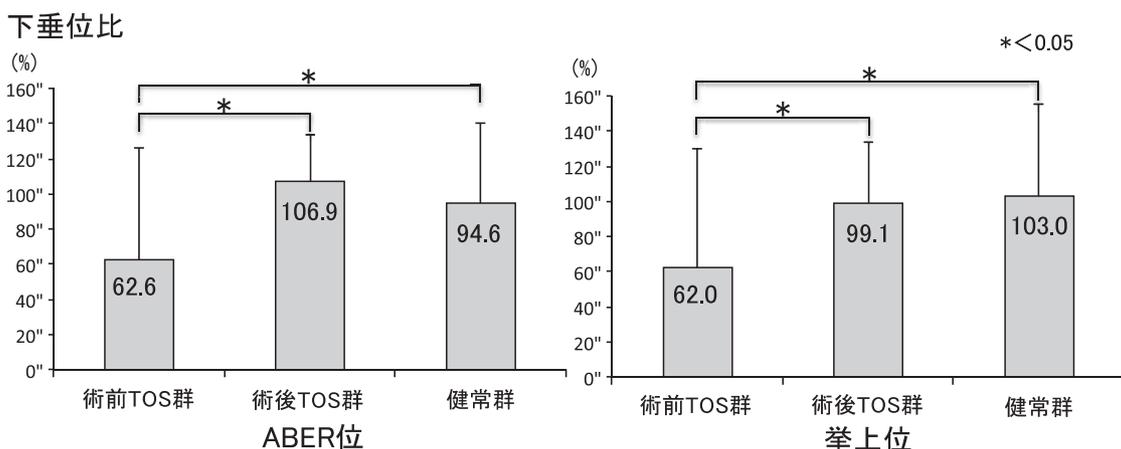


図5 3群間(術前 TOS 群 vs 術後 TOS 群 vs 健常群)の PSV の下垂位比における比較  
ABER 位と拳上位において術前 TOS 群のみが有意に低値を示した ( $p < 0.05$ ).

下垂位で  $135.4 \pm 28.0$  cm/s, ABER 位で  $125.1 \pm 52.7$  cm/s, 拳上位で  $134.5 \pm 61.7$  cm/s と肢位別における有意な差は認めなかった ( $p = 0.67$ ).

例で第一肋骨切除と前・中斜角筋の全切離を確認し, 神経血管束の除圧が観察され, 術後3ヵ月時点においては第一肋骨の再生は認めなかった.

3. 3群間(術前 TOS 群 vs 術後 TOS 群 vs 健常群)の PSV の下垂位比における比較 (図5)

術前・術後・健常群で, ABER 位の下垂位比は  $62.6\% \cdot 106.9\% \cdot 94.6\%$ , 拳上位の下垂位比は  $62.0\% \cdot 99.1\% \cdot 103.0\%$  であり, ABER 位と拳上位において術前のみが有意に低値を示した ( $p < 0.05$ ).

4. ISD の比較 (図6)

術前 TOS 手術群の ISD は  $5.6 \pm 1.8$  mm, 健常群は  $10.2 \pm 3.0$  mm であり, 有意に TOS 手術群で ISD が狭小化していた ( $p < 0.05$ ). TOS 手術群における非術側の ISD は  $6.3 \pm 1.8$  mm であり, 術側との比較において有意な差はみられなかった ( $p = 0.11$ ). 術後の観察では全

考 察

TOS 症状は神経血管束の圧迫や牽引刺激が原因で出現<sup>11)</sup>, 圧迫型 TOS は肋鎖間隙<sup>5)</sup>, 斜角筋三角部<sup>12)</sup>, 小胸筋下<sup>13)</sup>, 上腕骨頭下<sup>14)</sup>, 後方四角腔<sup>6,15)</sup>で圧迫を受けると考えられている. とくに肋鎖間隙と斜角筋三角部における圧迫が TOS 症状と深く関わっていると考えられており<sup>5,12,16)</sup>, 当院では US を用いた同部位の検査を行ってきた. 検査項目は①肋鎖間隙の圧迫程度を調査する目的で腋窩動脈 2nd part の血流速度計測, ②斜角筋三角底辺部における破格を調査する目的で ISD の計測, の両者を TOS 診断と手術の適応決定における重要項目として評価している.

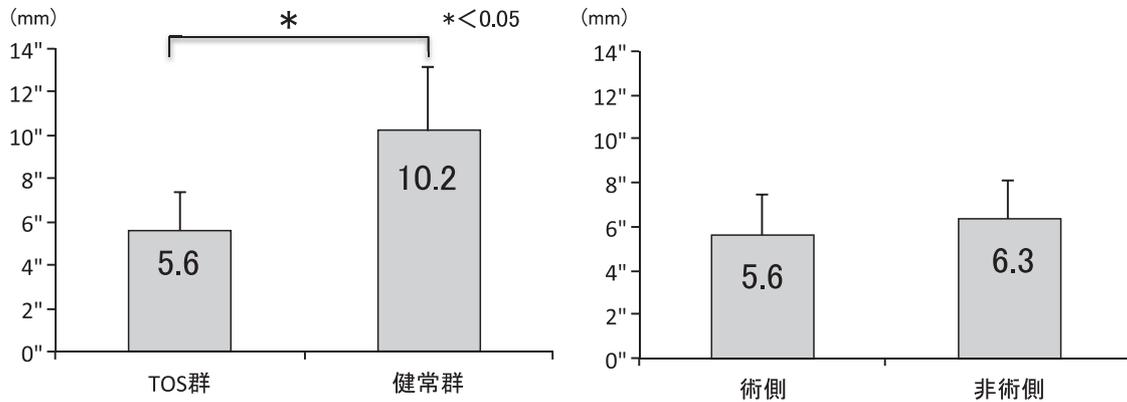


図6 ISD計測(術前TOS群と健常群, 術前TOS群におけるISDの左右差)の比較  
TOS手術群でISDが健常群と比較し有意に狭小化していた( $p < 0.05$ ). 術側と非術側における有意な差はなかった( $p = 0.11$ ).

血流速度計測における本研究結果では、TOS手術群は健常群よりも鎖骨遠位の腋窩動脈2nd partのPSVがABER・拳上位で低下しており、TOS手術群では肋鎖間隙における鎖骨下動脈の圧迫が強いことが考えられた。Wadhvaniら<sup>17)</sup>は5例のTOS患者で鎖骨遠位部の腋窩動脈2nd partのPSV計測を行なった結果、上肢拳上に伴ってPSVの低下を認めたと報告しており、本結果と同様の傾向であった。しかし、肋鎖間隙における鎖骨下動脈の圧迫が強い例ではPSVは測定不能もしくは低下するが、圧迫が軽い例では水道のホースのように逆にPSVは上昇することがあり、解釈には注意が必要である<sup>8)</sup>。術後3ヵ月の検査ではABER・拳上位でPSVが改善しており、手術(第一肋骨切除, 斜角筋切離)による肋鎖間隙における鎖骨下動脈の除圧が確認できた(図4,5)。血流速度計測は診断ツールのみでなく術後評価としての意義も高いと考えられる。

Atasoy<sup>18)</sup>は屍体を用いた斜角筋停止部形態の破格(U shaped, V shaped, small space)を報告し、TOS発生の要因になり得ると述べている。それ故、TOS患者における斜角筋停止部の態様を術前に可視化して検討が可能であれば極めて有用と考えられる。われわれの過去の報告<sup>9)</sup>ではUSによる術前ISD計測値と内視鏡下での術中計測値を比較した結果、 $R^2 = 0.58$ と高い寄与率を示したことよりUSでのISD計測は信頼性の高い検査法であることを証明している。ISDの計測に関しては生体での計測・評価はわれわれの報告のみであり、屍体を用いたISD計測では、Dahlstromら<sup>16)</sup>が平均10.7mm(0~21.0mm)、Savgaonkarら<sup>19)</sup>が平均9.0mm(0~22.5mm)と報告している。本研究における健常群の計測結果では平均 $10.2 \pm 3.0$ mmであり、屍体を用いた先行研究とほぼ一致していた。一方、TOS手術群の

ISDは $5.6 \pm 1.8$ mmと狭小化しており、TOS症状との関連性を示唆する。さらに、ISDの狭小化が先天的か後天的なものかどうかを調査するために、術側と非術側を比較した結果、両者に差異は認めなかった。Dahlstromら<sup>16)</sup>は屍体を用いた報告でISDに左右差や性別による差はなかったと報告しており、われわれの結果を支持する。ISDの計測は前・中斜角筋の第一肋骨停止部間で計測していることより、ISDの狭小化はトレーニングによる筋肥大ではなく先天的なものであるとわれわれは考えている。トレーニングによる筋肥大の影響はBaltopoulosら<sup>20)</sup>が報告しており、前・中斜角筋の肥大が斜角筋三角の狭小化に関与していると述べている。また、肥大した前・中斜角筋の切離術でTOS症状が緩和し、スポーツ復帰が可能であったと報告しており、過度な頸部周囲筋のトレーニングによる筋肥大は斜角筋三角狭小化の一因であり、TOS症状発症に関与していると考えられる。以上より、ISDの狭小化は左右差を認めないため先天的要因の関与が強く、斜角筋群の筋肥大は過度なトレーニングの影響を受けることから後天的要因の関与が強いことが推察される。われわれの術中内視鏡所見からも、ISDの狭小化と斜角筋群の筋肥大を認める症例やISDは広いにも関わらず斜角筋群の筋肥大を認める症例などを経験しており<sup>2)</sup>、TOSの発症には先天的なISDの狭小化に加え、過度なトレーニングによる斜角筋群の肥大が関与しているとわれわれは考えている。さらに、US検査においては、ISDの計測だけではなく第一肋骨上の異常線維束の検索も必要であり、Savgaonkarら<sup>19)</sup>は前・中斜角筋付着部間に異常線維である最小斜角筋が10.4%(77体中8体)存在したと報告している。われわれは術中内視鏡所見でISDが10mm以上ある症例においても最小斜角筋が存在することで神経血管束が強く絞

扼されていた症例を経験しており，第一肋骨上の異常線維束の確認は極めて重要であると考えられる。

今回の術後追跡調査結果ではDASH smの点数が有意に低下し，87%の確率で術前のポジションに復帰可能であった。術後成績として満足できる結果であると同時に，今回の対象は第一肋骨切除および斜角筋切離により症状緩和を認めたことより，神経血管束の圧迫部位が主に肋鎖間隙と斜角筋三角底辺部に存在していたことが考えられる。よって，本研究で得られたUS検査結果は野球選手におけるTOSの特徴をよく捉えており，本研究結果に基づくUS検査の意義は高いと考えられる。

本研究の限界は野球選手のみでの検討であるため，他のスポーツや一般層のTOS患者の特徴は不明なことがある。今後は患者層，年齢層を広げた調査が必要と思われる。

## 結 語

野球選手のTOS患者におけるUS検査結果の特徴を調査した。健常群と比較し，TOS手術群では鎖骨遠位部の腋窩動脈2nd partの収縮期最大血流速度(PSV)はABER位，最大挙上位で有意に低下した。斜角筋三角底辺間距離(ISD)はTOS手術群5.6mm，健常群10.2mmと有意にTOS手術群が狭小であった。また，術後3ヵ月ではPSVは改善し，第一肋骨と前・中斜角筋の確実な切除も確認できたことより，術後評価としての意義も高い。本研究のTOS手術群とTOS症状を認めない健常群のUS検査結果は，TOS診断のためのUS検査を行なううえで有用である。

## 文 献

- 1) 古賀龍二ほか：手術的治療を行った野球選手のいわゆる胸郭出口症候群の臨床的特徴と治療成績。肩関節，38：981-985, 2014.
- 2) 古島弘三ほか：野球選手の胸郭出口症候群に対する手術方法と成績—鏡視下手術の有用性に着目して—。肩関節，39：777-782, 2015.
- 3) 大歳憲一ほか：野球選手の胸郭出口症候群の特徴と術後成績の検討。整スポ会誌，31：34-40, 2011.
- 4) 岩堀裕介ほか：オーバーヘッドスポーツ選手の肩肘痛における胸郭出口症候群の関与と治療成績。肩関節，37：1167-1171, 2013.
- 5) Roos DB：New concepts of thoracic outlet syndrome that explain etiology, symptoms, diagnosis, and treatment. Vasc Surg, 13：313-321, 1979.
- 6) 伊藤恵康：肘関節のスポーツ障害 in 肘関節外科の実際—私のアプローチ—. 南江堂，東京：215-221, 2011.
- 7) 竹下満ほか：胸郭出口症候群における上腕神経叢造影について。整外と災外，31：277-279, 1982.
- 8) 井上彰ほか：鎖骨下動脈における血流速度測定の信頼性と第一肋骨切除術前後の血流速度変化における検討。整スポ会誌，37：53-58, 2017.
- 9) 井上彰ほか：胸郭出口症候群診断のための斜角筋三角底辺間距離計測の妥当性と再現性—術前超音波所見と術中内視鏡所見との比較—。整スポ会誌，38：51-56, 2018.
- 10) 村山俊樹ほか：胸郭出口症候群を呈する野球選手における手術症例の臨床像。整スポ会誌，38：137-141, 2018.
- 11) Ide J et al：Compression and stretching of the brachial plexus in thoracic outlet syndrome：correlation between neuroradiographic findings and symptoms and signs produced by provocation maneuvers. J Hand Surg Br, 28：218-223, 2003.
- 12) Adson AW：Surgical treatment for symptoms produced by cervical ribs and the scalenus anticus muscles. Surg Gynecol Obstet, 85：687-700, 1947.
- 13) Wright I：The neurovascular syndrome produced by hyperabduction of the arms. Am Heart J, 29：1-19, 1945.
- 14) Seroyer ST et al：Shoulder pain in the overhead throwing athlete. Sports Health, 1：108-120, 2009.
- 15) Koga R et al：Quadrilateral space syndrome with involvement of the tendon of the latissimus dorsi. Orthopedics, 20：1-3, 2017.
- 16) Dahlstrom KA et al：Descriptive anatomy of the inter-scalene triangle and the costoclavicular space and their relationship to thoracic outlet syndrome：a study of 60 cadavers. J Manipulative Physiol Ther, 35：396-401, 2012.
- 17) Wadhvani R et al：Color doppler and duplex sonography in 5 patients with thoracic outlet syndrome. J Ultrasound Med, 20：795-801, 2001.
- 18) Atasoy E：Thoracic outlet syndrome：anatomy. Hand Clin, 20：7-14, 2004.
- 19) Savgaonkar MG et al：Anatomy of inter-scalene triangle and its role in thoracic outlet syndrome. J Anat Soc India, 55：52-55, 2006.
- 20) Baltopoulos P et al：Exercise-induced scalenus syndrome. Am J Sports Med, 36：369-374, 2008.

# 野球投手に発生した脛骨天蓋骨軟骨損傷

## Osteochondral Lesion of the Tibial Plafond : a Report of Two Cases of Baseball Pitcher

濱岡 航大<sup>1)</sup> Kodai Hamaoka      寺本 篤史<sup>1)</sup> Atsushi Teramoto  
 神谷 智昭<sup>1)</sup> Tomoaki Kamiya      渡邊 耕太<sup>2)</sup> Kota Watanabe  
 山下 敏彦<sup>1)</sup> Toshihiko Yamashita

### ● Key words

Osteochondral lesion : Tibia plafond : Baseball pitcher

### ●要旨

脛骨天蓋骨軟骨損傷は比較的まれである。今回筆者らは野球投手に発生した脛骨天蓋骨軟骨損傷を2例経験した。2例とも右投げの投手で、投球動作時に前足として踏み込む左足に病変が発生していた。術後のリハビリテーションにおいて投球フォームの修正を行ない、ストライドを狭くして底屈位での踏み込みを回避することで再発予防を行なった。2例とも投手として試合に復帰した。野球投手の脛骨天蓋骨軟骨損傷は、投球動作の際にマウンドでストライドを大きくとり、足関節底屈位で踏み込む慢性ストレスが発生原因と考えられた。

### はじめに

足関節に発生する骨軟骨損傷は距骨に好発するが、脛骨天蓋での発生は比較的まれである。今回筆者らは野球投手に発生した脛骨天蓋骨軟骨損傷を2例経験した。本報告では、治療経過を報告するとともに投手における脛骨天蓋骨軟骨損傷の発生原因に関して考察した。

### 症 例

#### 症例 1

19歳、男性(大学1年生)。野球歴11年。右投げ左打ち、投手。

現病歴：2年前から外傷歴なく左足関節痛を自覚した。投球動作で左足を前足として踏み込む際に疼痛を認めた。前医で保存治療を行なったが症状の改善がなく当科紹介受診となった。

現症：発赤・腫脹は認めなかった。足関節後方内側に圧痛を認めた。足関節可動域制限並びに不安定性は認めなかった。

画像所見：CT像では脛骨天蓋後方内側に骨透亮像を認めた(図1)。MR画像では同部位にT1強調像で低信号、T2強調像で低信号の12×8mm大の骨軟骨病変を認めた(図2)。距骨側には病変を認めなかった。

以上の経過と検査所見から左脛骨天蓋骨軟骨損傷と診断した。

手術所見：足関節鏡ではICRS grade 3の軟骨損傷を

濱岡航大  
〒060-8556 札幌市中央区南1条西16丁目  
札幌医科大学医学部整形外科  
TEL 011-611-2111 内線 33330  
E-mail kodai\_hamaoka@yahoo.co.jp

- 1) 札幌医科大学医学部整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical University School of Medicine
- 2) 札幌医科大学保健医療学部理学療法学第二講座  
Second Division of Physical Therapy, Sapporo Medical University School of Health Sciences



図1 症例1 CT像(a:冠状断, b:矢状断)  
脛骨天蓋後方内側に骨透亮像を認めた.

認め、損傷軟骨を搔爬し microfracture を行なった(図3).

術後経過:術後6週間PTB装具を装着した.術後3ヵ月目のMR画像では修復組織による骨軟骨欠損部の被覆を認めた(図4).リハビリテーションにおいて左足関節底屈位での踏み込みを回避するためにストライドの小さい投球フォームへ修正を行なった.術後6ヵ月で投手として復帰した.

### 症例2

16歳,男性(高校1年生).野球歴4年.右投げ右打ち,投手.

主訴:左足関節痛

現病歴:外傷歴なく左足関節痛を自覚した.投球動作で左足を前足として踏み込む際と長時間走った後に疼痛

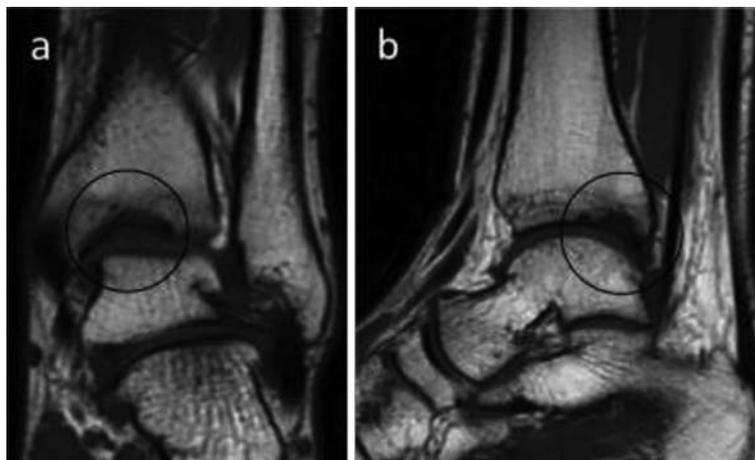


図2 症例1 MR画像(a:冠状断, b:矢状断)  
脛骨天蓋後方内側に T1 強調像で低信号の 12×8 mm 大の骨軟骨病変を認めた.

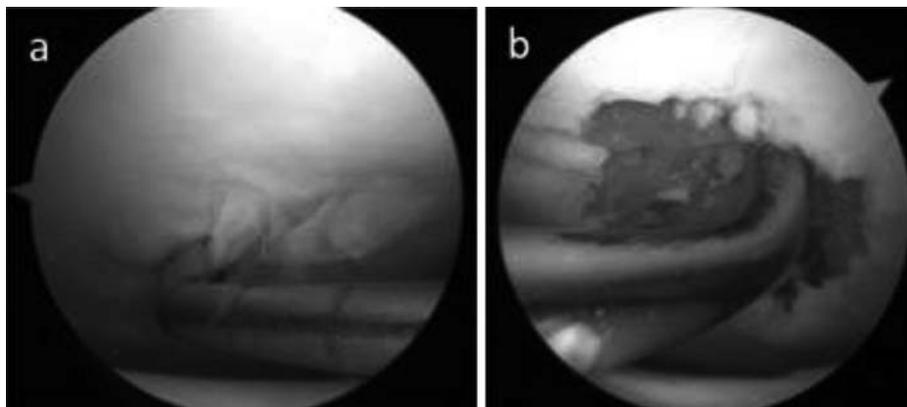


図3 症例1 手術所見  
ICRS grade 3 の軟骨損傷を認めた(a). 損傷軟骨を搔爬して microfracture を行なった

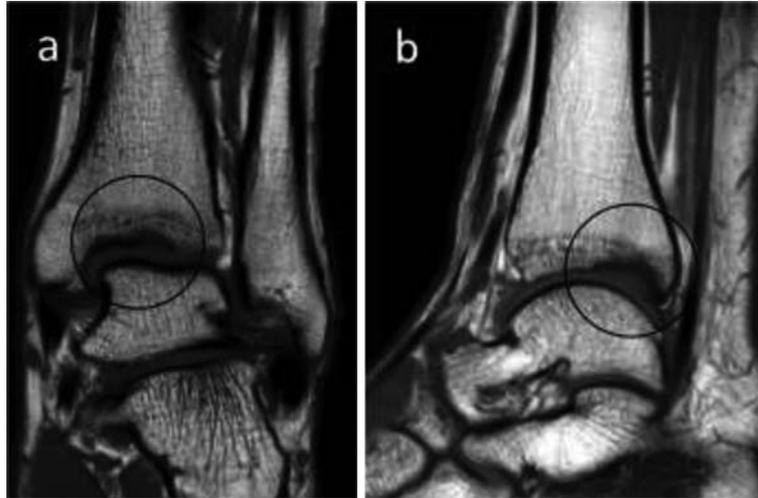


図4 症例1 術後3ヵ月目MR画像(a:冠状断, b:矢状断)  
T1強調像で修復軟骨による骨軟骨欠損部の被覆を認めた。



図5 症例2 単純X線側面像  
三角骨を認めた。

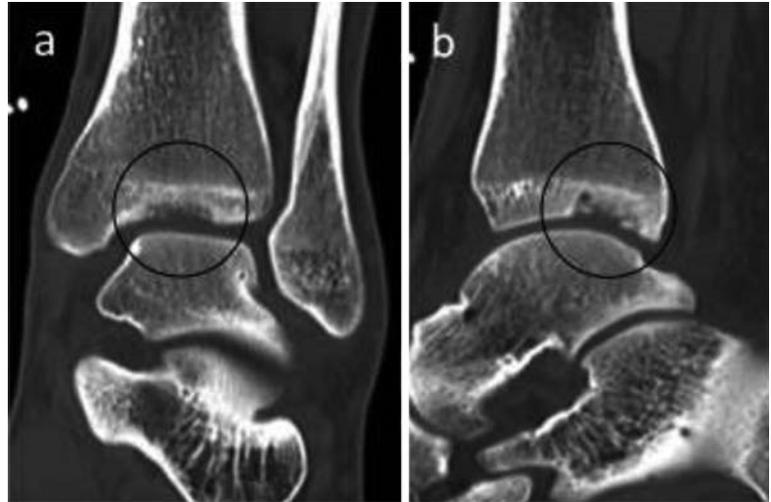


図6 症例2 CT像(a:冠状断, b:矢状断)  
脛骨天蓋後方正中に骨透亮像を認めた。

を認めていた。2ヵ月間野球を休止したが症状の改善がなく当科紹介受診となった。

現症：発赤・腫脹は認めなかった。足関節後方内側に圧痛を認めた。左足関節底屈で後足部痛と可動域制限を認めた(自動運動右45°, 左20°)。長母趾屈筋腱テストで疼痛を認めた。足関節不安定性は認めなかった。日本足の外科学会足関節・後足部判定基準(JSSF ankle/hindfoot scale)は72点で、自己記入式足部・足関節評価質問票(SAFE-Q)スポーツは5点であった。

画像所見：単純X線像では三角骨を認めた(図5)。CT像では脛骨天蓋後方正中に骨透亮像を認めた(図6)。MR画像では同部位にT1強調像で低信号、T2強調像

で低信号の15×16mm大の骨軟骨病変を認めた(図7)。距骨側には病変を認めなかった。

以上の経過と検査所見から左脛骨天蓋骨軟骨損傷、三角骨症候群と診断した。

手術所見：足関節鏡ではカーペット状の軟骨全層剝離を認め、損傷軟骨を搔爬しmicrofractureと順行性ドリリングを行なった(図8)。また、後方関節鏡にて三角骨も摘出した。

術後経過：術後6週間PTB装具を装着した。術後6ヵ月目から野球練習に復帰したが、足関節痛が持続し、術後8ヵ月目のCT像、MR画像では8×9mm大の骨軟骨欠損部を認め、修復組織による被覆は不十分であっ

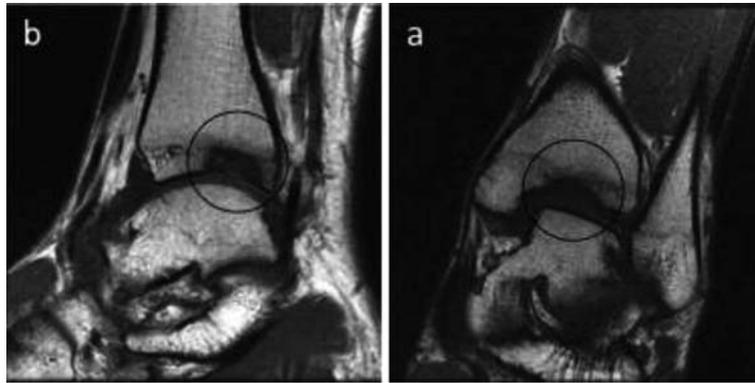


図7 症例2 MR画像(a:冠状断, b:矢状断)  
T1強調像で低信号の15mm×16mm大の骨軟骨病変を認めた.

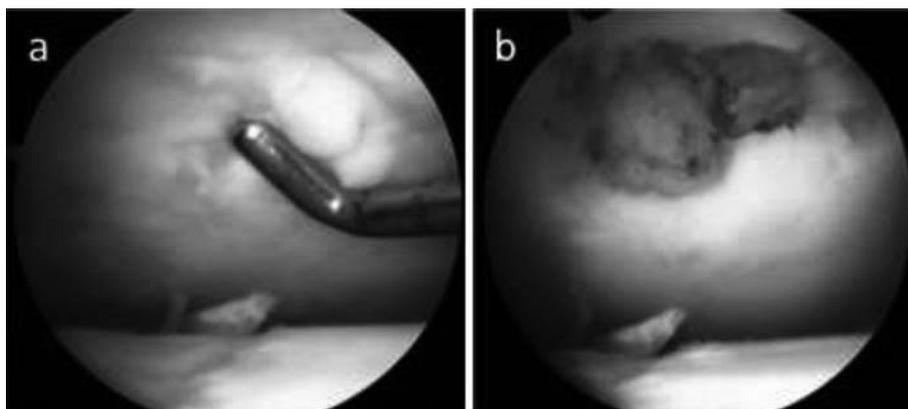


図8 症例2 手術所見  
カーペット状の軟骨全層剥離を認めた(a). 損傷軟骨を搔爬して microfracture と順行性ドリリングを行なった(b).

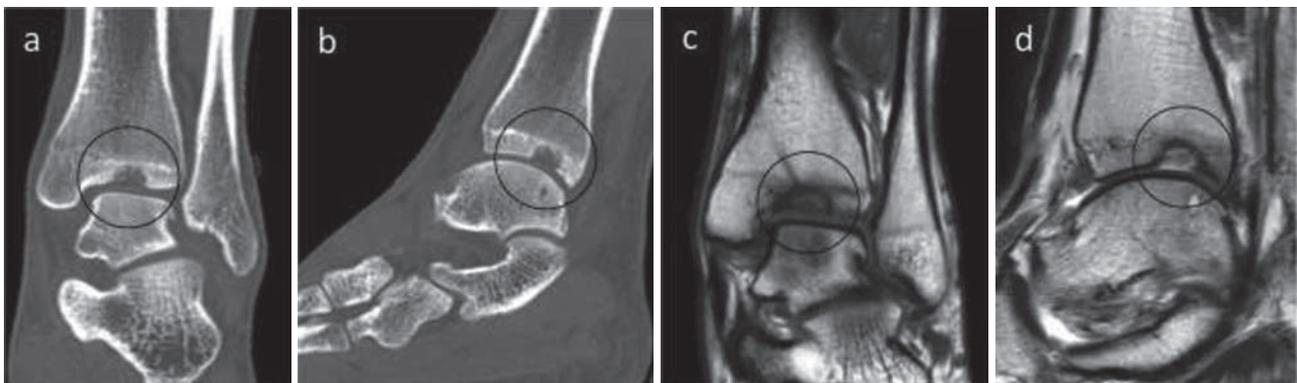


図9 症例2 術後8ヵ月目 CT像(a:冠状断, b:矢状断), MR画像(c: T1強調像冠状断, d: T2強調像矢状断)  
8×9mm大の骨軟骨欠損部を認め, 修復組織による被覆は不十分であった.

た(図9).

以上の経過から三角骨摘出後にも関わらず症状は持続しており, 疼痛の原因は脛骨天蓋骨軟骨損傷再発と診断した. 術後9ヵ月目に再手術を行なった. 脛骨天蓋後方

正中に ICRS grade 3~4 の 10×10 mm の軟骨損傷を認めた. OATS system (Arthrex 社, 10 mm 径, 1 本) を用いた順行性骨軟骨柱移植術を行なった. Global positioning system を用いて関節鏡視下に脛骨内側から脛骨



図 10 症例 2 再手術後 CT 像(a: 冠状断, b: 矢状断), MR 画像(c: T1 強調像冠状断, d: T1 強調像矢状断) 骨軟骨欠損部が充填されていることが確認できた。

天蓋病変まで脛骨軸から 20° 傾けてガイドワイヤーを挿入した。10 mm 径でコアリーミングした後、大腿骨外側顆前面から関節面に 20° 傾けて採取した骨軟骨柱を順行性に移植した。再手術後の CT 像, MR 画像では骨軟骨欠損部が充填されていることを確認した(図 10)。術後リハビリテーションでは、脛骨天蓋後方にストレスが集中しないようストライドの小さい投球フォームへ修正を行ない、前足の安定性獲得のため患側のバランス訓練を行なった。その後は順調に経過し、再手術後 4 ヶ月で野球練習を開始し 6 ヶ月で投手として公式戦に復帰した。術後骨軟骨柱採取部位である膝の疼痛も認めていない。再手術後 1 年での足関節可動域は背屈 15°, 底屈 45°, JSSF ankle/hindfoot scale は 100 点で、SAFE-Q スポーツは 84.4 点であった。

## 考 察

脛骨天蓋骨軟骨損傷はまれであり、渉猟しえた限り本邦では 5 例のみであった<sup>1-5)</sup>。本報告の 2 症例では、いずれも野球投手の投球動作の前足に発生していた。脛骨天蓋骨軟骨損傷の発生原因として富沢ら<sup>1)</sup>は反復性の微細な外傷と断続的な尖足位でのストレスを報告している。Nissen ら<sup>6)</sup>は投球動作におけるボールリリース時点(ball release; REL)での前足の足関節底屈角度は、平地よりもマウンドでの投球で大きかったと報告している。また、投手はストライドが大きいことも尖足位でのストレスの原因と考えられた。Erickson ら<sup>7)</sup>は平地よりもマウンドでの投球においてストライドが大きくなると報告し、伊藤ら<sup>8)</sup>らはストライドが大きくなると肩関節が最大外旋する時点(maximum external rotation; MER)と REL の足関節底屈角度が大きくなると報告している。

したがって、傾斜のあるマウンドでストライドを大きく投球し、足関節底屈位で踏み込む慢性的なストレスが加わったことが、投手の前足に脛骨天蓋骨軟骨損傷が発生した原因として考えられた。

また、平山ら<sup>9)</sup>は投球動作の下肢関節の力学的仕事量の変化について検討している。投球数が増加すると、前足が接地する時点(stride foot contact; SFC)から REL において、前足の足関節底屈トルクによる仕事量が増大することが示された。このため、投球動作の繰り返しによって足関節に負荷が生じることも投手の脛骨天蓋骨軟骨損傷の一因と考えられた。

一般的な脛骨天蓋骨軟骨損傷の発生部位についてはさまざまな報告があり、Ross ら<sup>10)</sup>は中央内側の病変が多いと報告している。本邦では松林ら<sup>3)</sup>が後方内側、松永ら<sup>5)</sup>が前方中央に発生した 1 例を報告している。本報告では 1 例で三角骨症候群を合併していた。野球投手においては底屈位での投球動作によって足関節後方にストレスが加わることで脛骨天蓋骨軟骨損傷が生じ、同時に足関節後方インピンジメントが発生した可能性がある。

脛骨天蓋骨軟骨損傷の治療方法は Ross ら<sup>10)</sup>、Cuttica ら<sup>11)</sup>が距骨骨軟骨損傷に準じた治療で良好な成績であると報告している。筆者らも同様に microfracture, ドリリングを行なった。症例 1, 2 いずれも同様のプロトコルでリハビリテーションが行なわれたが、症例 2 では再手術を要する結果となった。

病変の大きさに関しては仁木ら<sup>12)</sup>が距骨骨軟骨損傷では microfracture の適応を 1.5 cm<sup>2</sup> 以下が適応であると報告している。膝に関しても Gudas ら<sup>13)</sup>が 2 cm<sup>2</sup> より大きい病変の場合、microfracture では臨床成績と競技復帰率が不良であるため、骨軟骨柱移植や自家培養軟骨移植が適していると報告している。本報告は脛骨天蓋病

変ではあるが、症例2では病変の大きさが15×16mmであり、1.5 cm<sup>2</sup>より大きいと計算されるため距骨と同様にmicrofractureでは予後不良の可能性があったと考えられた。

本報告では2例とも手術後に投手として試合に復帰することができた。手術後のリハビリテーションにおいて投球フォームの修正を行ない、ストライドを狭くして底屈位での踏み込みを回避することで再発予防を行なった。投球フォームの矯正も足関節の手術治療と合わせて重要と考えられた。

## 文 献

- 1) 富沢仙一ほか：左足関節脛骨側関節面に発生した離断性骨軟骨炎の1例。日足の外科会誌, 6 : 67-69, 1985.
- 2) 阪本裕美ほか：足関節脛骨側に発生した離断性骨軟骨炎の1例。臨整外, 26 : 1211-1215, 1991.
- 3) 松林昌平ほか：脛骨側に生じた足関節離断性骨軟骨炎の1例。整外と災外, 51 : 172-178, 2002.
- 4) 筒井求ほか：鏡視下順行性自家骨軟骨柱移植術を施行した脛骨天蓋離断性骨軟骨障害の1例。関節鏡, 34 : 165-170, 2009.
- 5) 松永渉ほか：脛骨天蓋骨軟骨損傷の治療経験。整外と災外, 60 : 756-759, 2011.
- 6) Nissen CW et al : A biomechanical comparison of pitching from a mound versus flat ground in adolescent baseball pitchers. Sports Health, 5 : 530-536, 2013.
- 7) Erickson BJ et al : The biomechanics of throwing. Oper Tech Sports Med, 24 : 156-161, 2016.
- 8) 伊藤博一ほか：年代別にみた投動作の特徴（第二部）—加速期における下肢・股関節運動—。日臨スポーツ医学会誌, 19 : 489-497, 2011.
- 9) 平山大作ほか：野球投手の投球数の増加による下肢関節の力学的仕事量の変化。体力科学, 59 : 225-232, 2010.
- 10) Ross KA et al : Functional and mri outcomes after arthroscopic microfracture for treatment of osteochondral lesions of the distal tibial plafond. J Bone Joint Surg Am, 96 : 1708-1715, 2014.
- 11) Cuttica DJ et al : Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the tibial plafond. Foot Ankle Int, 33 : 662-668, 2012.
- 12) 仁木久照ほか：距骨骨軟骨損傷に対するマイクロフラクチャー法。日整会誌, 83 : S653, 2009.
- 13) Gudas R et al : Osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of articular cartilage defects in the knee joint in athletes. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 14 : 834-842, 2006.

# 高校野球選手における腰痛は 非投球側股関節の柔軟性低下と関連する

Lower Flexibility of Hip Joint in Non-throwing Side Is Related  
to the Low Back Pain in High School Baseball Players

浦山 樹 <sup>1,2)</sup>	Itsuki Urayama	丸山 真博 <sup>3)</sup>	Masahiro Maruyama
原田 幹生 <sup>3,4)</sup>	Mikio Harada	宇野 智洋 <sup>3,5)</sup>	Tomohiro Uno
村 成幸 <sup>5)</sup>	Nariyuki Mura	高木 理彰 <sup>1,3)</sup>	Michiaki Takagi

## ● Key words

高校野球選手, 腰痛, 股関節柔軟性

## ●要旨

目的: 高校野球選手における腰痛と股関節の柔軟性との関連性について検討することである。

方法: シーズン終了後の検診に参加した高校野球選手 188 名 (平均年齢 16.3 歳) を対象とした。腰痛は立位の体幹前屈, 後屈または側屈いずれかで誘発された場合とした。股関節の柔軟性評価として両側の踵殿距離 (HBD), 下肢伸展挙上 (SLR), および股関節内・外旋可動域 (HIR・HER) を測定し, 腰痛と各測定項目との関連性について多変量解析を行なった。

結果: 62 名 (33%) に腰痛があった。多変量解析の結果, 対側差 HBD が -1.0 cm 未満, 非投球側 SLR 65° 未満, および非投球側 HIR 20° 未満は腰痛と関連があった。

結論: 非投球側の股関節柔軟性の低下は腰痛と関連していることが示唆された。

## はじめに

野球選手の障害部位は肩, 肘とともに腰が多いと報告されている<sup>1)</sup>。スポーツ選手における腰痛の原因として, サッカーや柔道, テニス, およびゴルフの選手では股関節内旋可動域の低下が報告されている<sup>2-5)</sup>。また,

Feldman ら<sup>6)</sup>は青年期の腰痛の要因として, 大腿四頭筋とハムストリングスの伸張性低下を述べている。さらに, Fasuyi ら<sup>7)</sup>は, 腰痛群のハムストリングス柔軟性は, 対照群と比べ有意に低下していると報告している。しかし, 野球選手における腰痛と股関節の柔軟性との関連は明らかではない。本研究の目的は, 高校野球選手における腰痛と股関節の柔軟性との関連性について検討す

浦山 樹  
〒990-9585 山形市飯田西 2 丁目 2 番 2 号  
山形大学医学部附属病院リハビリテーション部  
TEL 023-628-5718 (直通)

- 1) 山形大学医学部附属病院リハビリテーション部  
Department of Rehabilitation, Yamagata University Hospital
- 2) 山形県理学療法士会  
Yamagata Physical Therapy Association
- 3) 山形大学医学部整形外科学講座  
Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University Faculty of Medicine
- 4) 泉整形外科病院  
Izumi Orthopaedic Hospital
- 5) 吉岡病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Yoshioka Hospital Orthopaedic

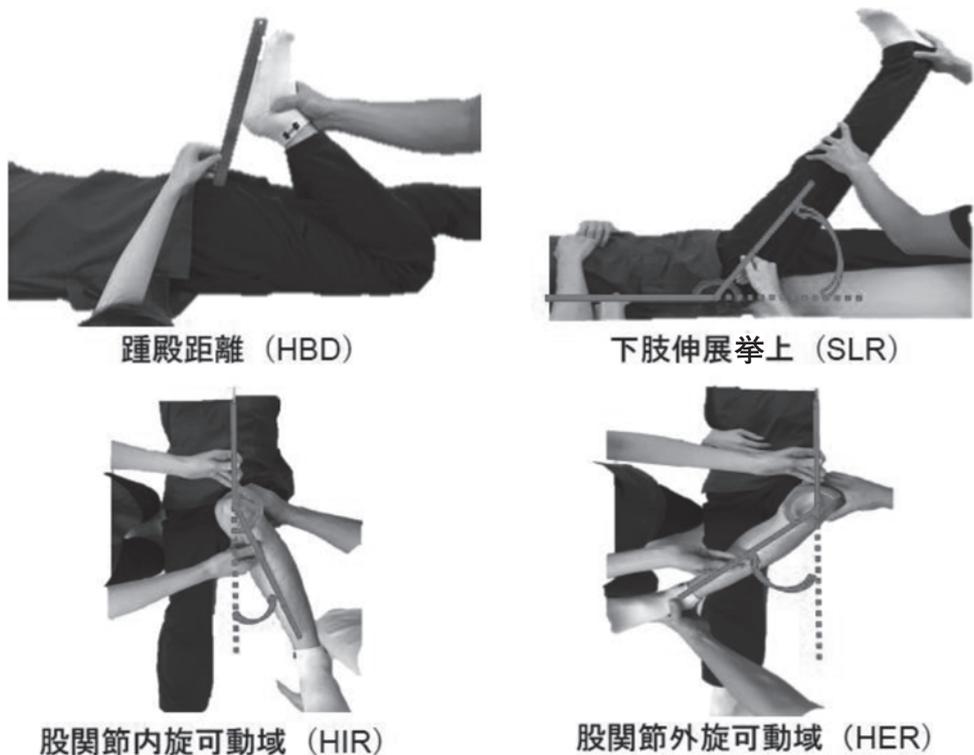


図1 股関節柔軟性に対する測定項目

ることである。

### 対象と方法

2014年から2016年の3年間、山形県高校野球連盟が主催したシーズン終了後の検診に参加した高校野球選手188名(平均年齢16.3歳)を対象とし、腰痛の有無と股関節の柔軟性について評価した。

腰痛は、立位において体幹前屈、後屈または側屈のいずれかで腰に痛みが誘発された場合を腰痛あり(腰痛あり群)、いずれの肢位でも誘発されなかった場合を腰痛なし(腰痛なし群)と定義した。

股関節の柔軟性評価は、踵殿距離(HBD)、下肢伸展挙上(SLR)、股関節内旋可動域(HIR)、および外旋可動域(HER)の4項目についてそれぞれ投球側と非投球側を測定した(図1)。HBDは腹臥位で膝関節を他動的に屈曲させ、踵最大隆起部から殿部最大隆起部の最短距離を定規で測定した<sup>8)</sup>。膝関節屈曲時に尻上がり現象や腰椎前弯運動が出現した場合は出現し始めた位置を測定した。SLRは仰臥位で膝関節を他動的に伸展させ、股関節屈曲角度をゴニオメーターで測定した(図1)<sup>8)</sup>。HIRおよびHERは仰臥位で股関節および膝関節屈曲90°とし、骨盤と対側の大腿を固定した状態で股関節を他動的

に内旋および外旋させ、ゴニオメーターを用いて測定した(図1)<sup>9)</sup>。さらに、各測定項目とも投球側と非投球側の差(対側差)を算出した。

### 統計学的分析

測定結果は平均値±標準偏差で表した。各測定項目の投球側、非投球側および対側差について腰痛あり群と腰痛なし群でMann-Whitney U検定を用いて比較した。また、腰痛の有無に対する各測定項目のカットオフ値をROC曲線より算出し、腰痛と各測定項目との関連性について単変量解析および多変量解析を行なった。単変量解析では $\chi^2$ 検定を用いた。多変量解析では多重ロジスティック回帰分析(Stepwise法)を用いた。統計学的解析にはRおよびRコマンドの機能を拡張したEZR(Saitama Medical Center, Jichi Medical University, Saitama, Japan)を使用した<sup>10)</sup>。p値<5%を有意差ありとした。

### 結 果

腰痛あり群62名(33%)であり、その内訳は単独肢位が40名(前屈時5名、後屈時29名、側屈時6名)、複数肢位が22名(前・後屈時6名、後・側屈時7名、前・

後・側屈時 9 名)であった。腰痛なし群は 126 名 (67%) であった。測定項目の結果を表 1 に示す。

**腰痛あり群と腰痛なし群における各測定結果の比較**

結果を表 2 に示す。対側差 HBD は、腰痛あり群  $-1.2 \pm 2.0$  cm, 腰痛なし群  $-0.4 \pm 2.0$  cm であり、腰痛あり群が有意に低値であった ( $p < 0.01$ )。非投球側 SLR は、腰痛あり群  $57.4 \pm 8.7^\circ$ , 腰痛なし群  $60.4 \pm 9.2^\circ$  であり、腰痛あり群が有意に低値であった ( $p < 0.05$ )。非投球側 HIR は、腰痛あり群  $26.0 \pm 11.5^\circ$ , 腰痛なし  $29.8 \pm 12.2^\circ$  であり、腰痛あり群が有意に低値であった ( $p < 0.05$ )。その他の測定項目は腰痛の有無と関連がなかった。

**腰痛と各測定項目との関連性に対する単変量および多変量解析の結果**

腰痛の有無に対する各測定項目のカットオフ値を表 3 に、単変量解析の結果を図 2 に示す。腰痛を有する割合は、非投球側 HBD が 9.0 cm 以上の選手 125 名のうち 48 名 (38%) であり、9.0 cm 未満の選手 63 名中 14 名

(22%) と比較し、有意に腰痛が多かった ( $p < 0.05$ )。また、対側差 HBD が  $-1.0$  cm 未満の選手では 53 名中 28 名 (53%) であり、 $-1.0$  cm 以上の 135 名中 34 名 (25%) と比較し、有意に腰痛が多かった ( $p < 0.01$ )。同様に、腰痛を有する割合は、非投球側 SLR が  $65^\circ$  未満では 124 名中 49 名 (40%) であり、 $65^\circ$  以上の 64 名中 13 名 (20%) と比較し、有意に腰痛が多かった ( $p < 0.05$ )。さらに、非投球側 HIR が  $20^\circ$  未満では 38 名中 19 名 (50%) であり、 $20^\circ$  以上の 150 名中 43 名 (29%) と比較し、有意に腰痛が多かった ( $p < 0.05$ )。その他の測定項目は腰痛と関連がなかった。

多重ロジスティック回帰分析の結果を表 4 に示す。対側差 HBD が  $-1.0$  cm 未満 (オッズ比 3.64, 95% 信頼区間 1.82~7.26,  $p < 0.01$ )、非投球側 SLR が  $65^\circ$  未満 (オッズ比 2.87, 95% 信頼区間 1.36~6.02,  $p < 0.05$ )、および非投球側 HIR が  $20^\circ$  未満 (オッズ比 2.12, 95% 信頼区間 0.98~4.57,  $p < 0.05$ ) は腰痛と関連した。非投球側 HBD は腰痛と相関がなかった。

表 1 各測定項目の結果

	HBD (cm)	SLR ( $^\circ$ )	HIR ( $^\circ$ )	HER ( $^\circ$ )
投球側	$9.9 \pm 4.1$	$59.7 \pm 9.2$	$27.5 \pm 10.8$	$54.3 \pm 10.7$
非投球側	$10.6 \pm 4.3$	$59.4 \pm 9.1$	$28.5 \pm 12.1$	$54.4 \pm 11.3$
対側差	$-0.7 \pm 2.0$	$0.3 \pm 6.5$	$-1.0 \pm 9.2$	$-0.1 \pm 8.4$

表 2 腰痛あり群と腰痛なし群の各測定項目の比較

	腰痛あり群 (n=62)	腰痛なし群 (n=126)	p 値
HBD (cm)			
投球側	$10.2 \pm 3.9$	$9.8 \pm 4.2$	0.48
非投球側	$11.4 \pm 4.2$	$10.2 \pm 4.3$	0.07
対側差	$-1.2 \pm 2.0$	$-0.4 \pm 2.0$	$< 0.01$
SLR ( $^\circ$ )			
投球側	$59.0 \pm 8.6$	$60.0 \pm 9.4$	0.41
非投球側	$57.4 \pm 8.7$	$60.4 \pm 9.2$	$< 0.05$
対側差	$1.5 \pm 7.7$	$-0.4 \pm 5.7$	0.17
HIR ( $^\circ$ )			
投球側	$25.6 \pm 9.5$	$28.4 \pm 11.3$	0.12
非投球側	$26.0 \pm 11.5$	$29.8 \pm 12.2$	$< 0.05$
対側差	$-0.3 \pm 8.9$	$-1.4 \pm 9.4$	0.63
HER ( $^\circ$ )			
投球側	$54.2 \pm 10.7$	$54.4 \pm 10.8$	0.83
非投球側	$54.3 \pm 11.2$	$54.4 \pm 11.4$	0.82
対側差	$-0.1 \pm 7.8$	$0.0 \pm 8.7$	0.97

Mann-Whitney U テスト

表3 腰痛の有無に対する各測定項目のカットオフ値

	カットオフ値	特異度	感度	AUC	95%信頼区間	p値
HBD (cm)						
投球側	7.5	0.302	0.758	0.532	0.44~0.62	0.24
非投球側	9.0	0.389	0.774	0.582	0.50~0.67	<0.05
対側差	-1.5	0.802	0.452	0.638	0.55~0.72	<0.01
SLR (°)						
投球側	55	0.587	0.516	0.536	0.45~0.62	0.21
非投球側	60	0.405	0.790	0.594	0.51~0.68	<0.05
対側差	5	0.722	0.355	0.559	0.48~0.64	0.08
HIR (°)						
投球側	25	0.524	0.581	0.570	0.48~0.66	0.06
非投球側	15	0.849	0.306	0.588	0.50~0.68	<0.05
対側差	-5	0.238	0.823	0.522	0.44~0.61	0.31
HER (°)						
投球側	55	0.413	0.661	0.510	0.42~0.60	0.41
非投球側	55	0.413	0.645	0.510	0.42~0.60	0.41
対側差	-10	0.087	0.952	0.502	0.42~0.59	0.48

AUC：曲線下面積

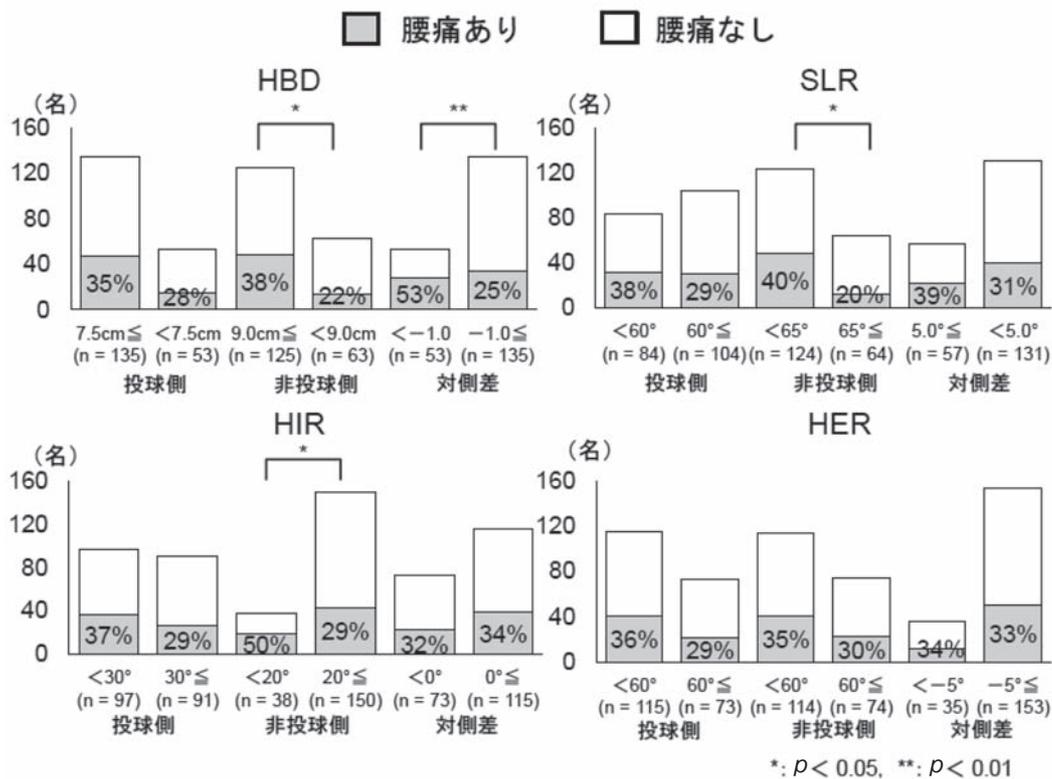


図2 腰痛の割合と各測定項目との関係

HBD：踵殿距離，SLR：下肢伸展挙上角度，HIR：股関節内旋可動域，HER：股関節外旋可動域

表4 腰痛と股関節の柔軟性との関連性における多重ロジスティック回帰分析

	オッズ比	95% 信頼区間	p 値
非投球側 HBD 9.0 cm 以上	1.39	0.65~2.98	0.39
対側差 HBD -1.0 cm 未満	3.64	1.82~7.26	<0.01
非投球側 SLR 65° 未満	2.87	1.36~6.02	<0.05
非投球側 HIR 20° 未満	2.12	0.98~4.57	<0.05

## 考 察

本研究では、非投球側 HBD が投球側 HBD よりも 1.0 cm 以上の差がある選手、非投球側 SLR が 65° 未満の選手に腰痛を有する選手が多かった。HBD は大腿四頭筋、SLR はハムストリングスの筋柔軟性と関連していると報告されている<sup>6,11,12)</sup>。したがって、投球側に比べ非投球側の大腿四頭筋の筋柔軟性が低下している選手、および非投球側のハムストリングスの筋柔軟性が低下している選手に腰痛が多いことが示唆された。Sairyō<sup>13)</sup>は、ハムストリングスの柔軟性低下は体幹の前屈制限と関連していると述べている。Kageyama<sup>14)</sup>は、健全な少年野球投手と大学生野球投手の投球動作における下肢と体幹の運動学的解析において、体幹の回旋は、foot contact 時に投球側へ最大となり、その後、非投球側へ回旋し、ball release の際に非投球側への回旋が最大となると報告している。したがって、foot contact 時から ball release 時では、非投球側の下肢が回旋の軸となるため、非投球側のハムストリングスの筋柔軟性の低下がある場合、体幹が後屈位で回旋するため、腰痛が発症するのではないかと推察された。一方、大腿四頭筋と腰痛の因果関係については、不明な点が多いが、大腿四頭筋の筋柔軟性のアンバランスが腰痛の発症要因となっているのではないかと推察された。機序の解明については今後の研究課題である。

本研究では、非投球側 HIR が 20° 未満の選手に腰痛が多かった。Shimamura<sup>15)</sup>は大学野球投手の股関節と腰椎-骨盤帯の関係において、股関節回旋制限を代償するために腰背部への過度な力を及ぼす可能性があるとして述べている。Kageyama<sup>14)</sup>は、foot contact 時に非投球の股関節は少年野球投手では 45.4°、大学生野球投手では 48.5° 最大内旋したと報告している。したがって、非投球側 HIR が 20° 未満と低下した場合、代償的に腰部で過度に回旋するため、腰痛が発症するのではないかと推察された。

柔軟性を改善する方法として、ハムストリングスに対してはジャックナイフストレッチ<sup>11,13)</sup>、大腿四頭筋に対しては股関節伸展ストレッチ<sup>11)</sup>、そして股関節内旋制限

に対しては、股関節内旋ストレッチ<sup>16)</sup>が報告されている。したがって、野球選手における腰痛の予防対策としてこれらのストレッチを行ない、非投球側の股関節を中心とした柔軟性の維持・改善が大切であると考えられた。本研究の限界として、画像診断を行っていないため、腰痛の原因疾患が明らかではなく、腰痛の痛みの程度についても調査していない。また、腰痛は打撃動作とも関連があるが<sup>17)</sup>、本研究では打撃側による影響について検討しなかった。これらは、今後の課題である。さらに、本研究において腰痛と股関節の柔軟性低下との因果関係は不明であり、前向きな調査が必要である。

## 結 語

- 2014 年から 2016 年の 3 年間、山形県高校野球連盟が主催したシーズン終了後の検診に参加した高校野球選手 188 名の腰痛と股関節の柔軟性との関連性について評価・分析した。
- 腰痛を有する選手は 62 名 (33%) であった。
- 多重ロジスティック回帰分析の結果、対側差 HBD -1.0 cm 未満 (オッズ比 3.64)、非投球側 SLR 65° 未満 (オッズ比 2.87)、および非投球側 HIR 20° 未満 (オッズ比 2.12) は腰痛と関連していた。

## 謝 辞

本論文の作成にあたり、山形大学医学部整形外科の佐竹寛史先生、泉整形外科病院の高原政利先生、および山形県理学療法士会の高橋俊章先生にご協力頂きました。厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 丸山真博ほか：高校野球選手における守備位置と全身の各部位の痛みとの関係。日臨スポーツ医学会誌，20：480-486, 2012.
- 井上直人ほか：高校男子サッカー選手の運動時腰痛について—股関節可動性と周囲筋タイテネスの検討—。日臨スポーツ医学会誌，21：5-10, 2013.

- 3) Almeida GP et al : Comparison of hip rotation range of motion in judo athletes with and without history of low back pain. *Man Ther*, 17 : 231-235, 2012.
- 4) Vad VB et al : Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. *J Sci Med Sport*, 6 : 71-75, 2003.
- 5) Vad VB et al : Low back pain in professional golfers : the role of associated hip and low back range-of-motion deficits. *Am J Sports Med*, 32 : 494-497, 2004.
- 6) Feldman DE et al : Risk factors for the development of low back pain in adolescence. *Am J Epidemiol*, 154 : 30-36, 2001.
- 7) Fasuyi FO et al : Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. *J Bodyw Mov Ther*, 21 : 246-250, 2017.
- 8) Fujitaka K et al : Pathogenesis of fifth metatarsal fractures in college soccer players. *Orthop J Sports Med*, 18 : 1-7, 2015.
- 9) Sankar WN et al : Hip range of motion in children : what is the norm? *J Pediatr Orthop*, 32 : 399-405, 2012.
- 10) Kanda Y : Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*, 48 : 452-458, 2013.
- 11) Sato M et al : Active stretching for lower extremity muscle tightness in pediatric patients with lumbar spondylolysis. *J Med Invest*, 64 : 136-139, 2017.
- 12) Nakase J et al : Precise risk factors for Osgood-Schlatter disease. *Arch Orthop Trauma Surg*, 135 : 1277-1281, 2015.
- 13) Sairyo K et al : Jack-knife stretching promotes flexibility of tight hamstrings after 4 weeks : a pilot study. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 23 : 657-663, 2013.
- 14) Kageyama M et al : Difference between adolescent and collegiate baseball pitchers in the kinematics and kinetics of the lower limbs and trunk during pitching motion. *J Sports Sci Med*, 14 : 246-255, 2015.
- 15) Shimamura KK et al : Regional interdependence of the hip and lumbo-pelvic region in division II collegiate level baseball pitchers : a preliminary study. *Int J Sports Phys Ther*, 10 : 1-12, 2015.
- 16) Erik P et al : Minimizing injuries and enhancing performance in golf through training programs. *Sports Health*, 2 : 337-344, 2010.
- 17) 丸山真博ほか : 高校野球選手における体の各部位の痛みと野球の支障度との関係. *日臨スポーツ医会誌*, 21 : 687-693, 2013.

# 偽関節・変形治癒となった尺骨茎状突起疲労骨折の2例

Two Cases with Stress Fracture of the Ulnar Styloid Process, One in Non Union, One in Malunion

関 展寿<sup>1)</sup> Nobutoshi Seki      千葉 光穂<sup>1)</sup> Mitsuho Chiba  
 島田 洋一<sup>2)</sup> Yoichi Shimada

## ● Key words

疲労骨折, 尺骨茎状突起, スポーツ

Stress fracture : Ulnar styloid process : Sports

## ● 要旨

尺骨茎状突起疲労骨折はまれな疲労骨折で骨癒合に難渋することがある。今回偽関節・変形治癒となった尺骨茎状突起疲労骨折の2例を経験した。症例1.13歳, 男, 野球部外野手, 右投げ右打ち。左尺骨茎状突起疲労骨折の診断となったが安静を遵守しなかった。2.5ヵ月後のX線では偽関節となったが痛みなく野球を継続していた。症例2.16歳, 男, 野球部捕手, 右投げ右打ち。左尺骨茎状突起疲労骨折があり1ヵ月の上肢スポーツ禁止の後復帰した。10ヵ月後には尺骨茎状突起の撓屈変形と遠位骨片の肥大化を認めたが, 痛みなく野球に復帰可能だった。今回の2症例は尺骨茎状突起先端部分での疲労骨折だったので愁訴を残さなかったものと考えられた。

## はじめに

尺骨茎状突起疲労骨折は剣道・野球などで発生するまれな疲労骨折である<sup>1)</sup>。骨癒合に難渋する場合があります, 長期の外固定や観血的治療が必要になったとの報告がある<sup>2~4)</sup>。今回, 偽関節・変形治癒となったものの症状を残さなかった2例を経験した。

## 方 法

尺骨茎状突起形状の評価には Topper らの報告した尺骨茎状突起長と ulnar styloid process index (U.S.P.I.) を指標として用いた<sup>5)</sup>(図1)。無症候性の100例のU.S.P.I.

の平均値は $0.21 \pm 0.07$ と報告されている。

今回の発表について当院倫理委員会の承認を得た(承認番号29-6)。選手には発表の目的を説明したうえで同意を得た。

## 症 例

### 症例1

13歳, 男, 野球部外野手, 右投げ右打ち。1ヵ月前から外傷なく左手関節痛が出現し当院受診。初診時, 左尺骨茎状突起に圧痛があったが, 可動域制限はなかった。単純X線画像で尺骨茎状突起骨折があった。尺骨は3 mm plus variant で尺骨茎状突起長は6 mm, U.S.P.I.は0.56と平均より大きかった(図2)。MRIではT2脂肪

関 展寿  
〒018-5604 大館市軽井沢字下岱30  
秋田労災病院整形外科  
TEL 0186-52-3131  
E-mail sekky94545@yahoo.co.jp

1) 秋田労災病院整形外科  
Department of Orthopedic Surgery, Akita Rosai Hospital  
2) 秋田大学大学院整形外科学教室  
Department of Orthopedic Surgery, Akita University School of Medicine

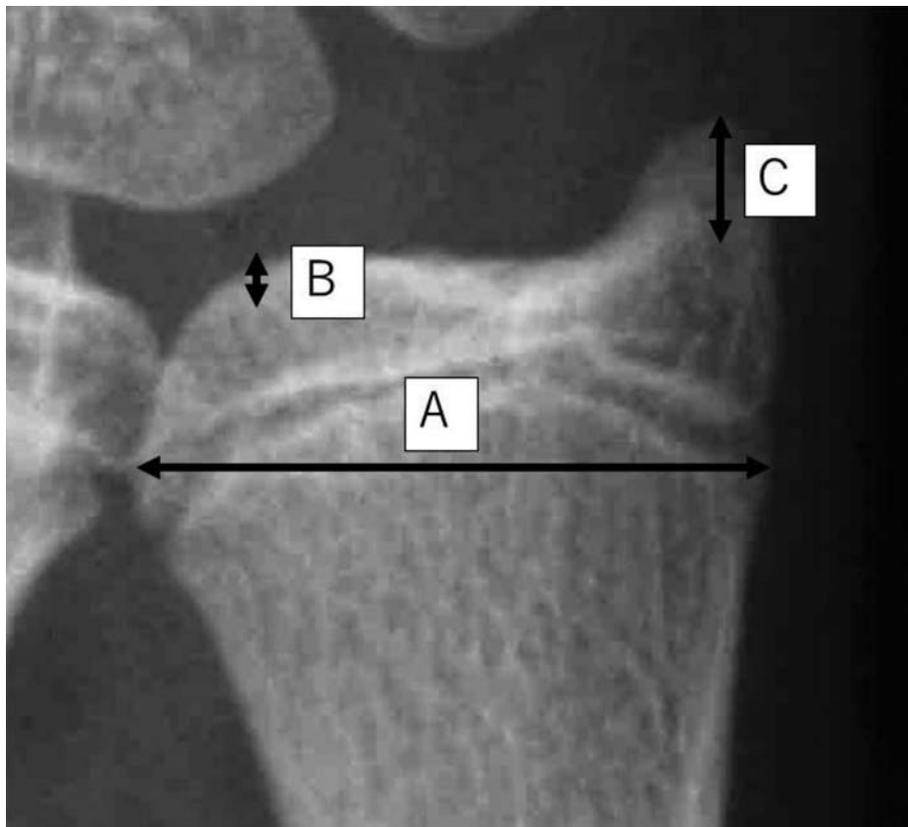


図1 Ulnar styloid process index(U.S.P.I.)  
 $U.S.P.I. = (C - B) / A$   
Bは橈骨が長いときにプラスとして計算.



a: 正面

b: 側面

図2 症例1 初診時単純X線画像

抑制画像で同部に高信号領域があった(図3)。尺骨茎状突起疲労骨折と診断した。安静を指示したがコンプライアンス不良で野球を続けていた。

1.5ヵ月後の再診時には単純X線画像で転位が進行し骨癒合の徴候がみられなかったが、痛みが消失していたので復帰を容認した。2.5ヵ月後の単純X線画像では偽関節だったがU.S.P.I.は0.56と不変だった(図4)。痛みなく野球を継続しており、その後は受診していない。

症例2

16歳, 男, 野球部捕手, 右投げ右打ち, 2日前から外

傷なく左手関節痛が出現し当院を受診。初診時, 左尺骨茎状突起に圧痛があり, 尺屈・回外・背屈で痛みが誘発された。単純X線画像では, 尺骨茎状突起橈側に骨折線があり, 尺骨は zero variant で尺骨茎状突起長は6 mm, U.S.P.I.は0.44と平均値より大きかった(図5)。MRIではT2脂肪抑制画像で同部の高信号があり尺骨茎状突起疲労骨折と診断した(図6)。1ヵ月間上肢を使った練習を休むように指導した。

1ヵ月後には圧痛・他動時痛が消失しており50%程度の強度で打撃・投球をするように説明した。3ヵ月後のX線画像では骨折線は拡大していたが圧痛・他動時



図3 初診9日後  
MRI T2 強調脂肪抑制冠状断像



a: 正面

b: 側面

図4 2.5ヵ月後X線画像



a: 正面

b: 側面

図5 症例2 初診時 X線画像

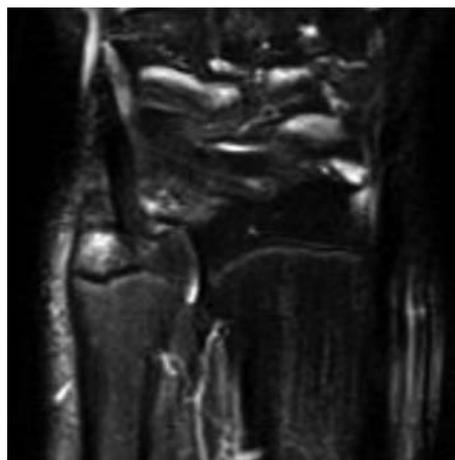


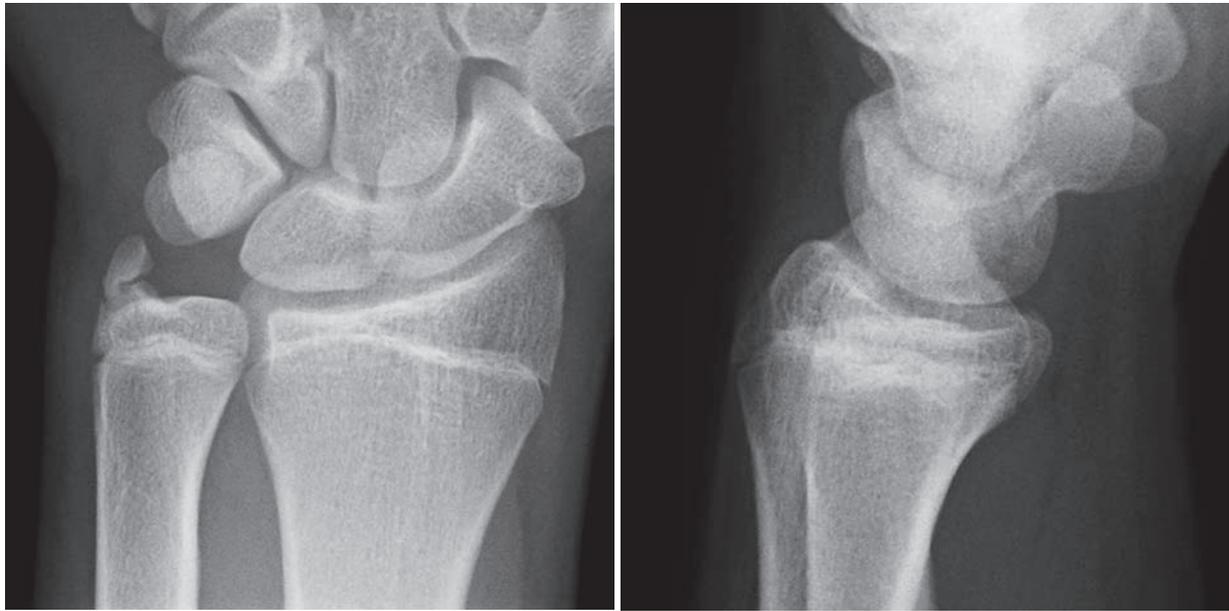
図6 MRI T2 強調脂肪抑制冠状断像

痛はなく、制限なく野球を許可した。10ヵ月後の X 線では尺骨茎状突起の橈屈変形と遠位骨片の肥大化を認め、U.S.P.I. は 0.48 とわずかに大きくなった(図7)。痛みなく野球を継続し、その間に 4 番打者・捕手として活躍し県大会ベスト 4 進出に貢献した。

### 考 察

尺骨茎状突起疲労骨折はまれであり、内山は全疲労骨折 845 例中の 1 例だったと報告している<sup>1)</sup>。今回の症例は 2 例とも U.S.P.I. が平均値よりも大きく、インピンジ

メントしやすかったことが疲労骨折発生の一因と考えられた。とくに症例 2 は捕手であり 4 番打者を務めていた。捕手は他の守備位置と比べて手関節を回内・背屈させて捕球する動作が多い。手関節は回内で尺骨が 1 mm plus variant になると報告されており<sup>6)</sup>、さらにこのチームには 140 km/h 以上の速球を投げる投手がいたことも手関節尺側の負担を増やしていたものと考えられる。また、打撃でも図 8 のとおりフォロースルーが大きいダイナミックなスイングをしており強い尺屈ストレスがかかっていた。これらが合わさり尺骨茎状突起疲労骨折を起こしたものと考えられる。



a: 正面

b: 側面

図7 症例2 10ヵ月後X線画像



a: 正面

b: 側面

図8 症例2の打撃フォーム

骨癒合を得るためには上腕ギプス固定が必要との報告が多い。明石らは4例の症例報告で3週間のギプス固定により3例が、6週間のギプス固定により1例の骨癒合が得られたと報告している<sup>2)</sup>。三輪らはテニス選手で肘下シーネ固定1ヵ月と利き手交換で骨癒合に11ヵ月を要したと報告している<sup>4)</sup>。今回の症例も初診時に上腕ギプス固定を行ない長期フォローアップしていれば骨癒合が得られた可能性もある。さらに偽関節になった症例に対

しては骨片を切除したという報告や<sup>7)</sup>、骨接合が必要になったとの報告もある<sup>3,4,8,9)</sup>。

われわれが渉猟しえた範囲では尺骨茎状突起疲労骨折の過去の報告の多くが手術を行なった症例であり、保存的治療で偽関節となった例が存在しても報告されていない可能性もある。外傷性の尺骨茎状突起骨折では痛みを出さない偽関節の症例が多数存在するのも日常診療で経験するところである。中村らは尺骨茎状突起骨折を遠位

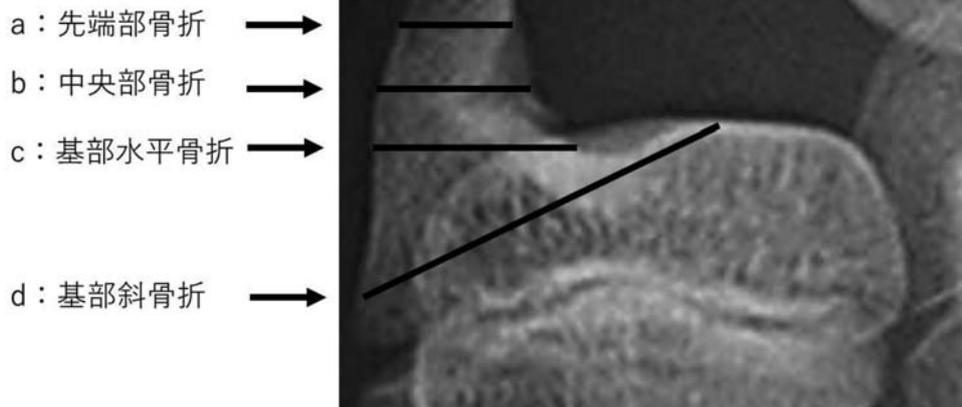


図9 尺骨茎状突起骨折の部位別分類

から先端部骨折・中央部骨折・基部水平骨折・基部斜骨折の4 type に分類し、先端部骨折と中央部骨折の一部ではTFCCの靭帯性起始部をほとんど含まず遠位橈尺関節の不安定性をきたさない場合が多いと報告している<sup>10)</sup>(図9)。今回も症例1が先端部骨折・症例2が中央部骨折だったので痛みや関節不安定性がなかったと考えられる。しかし、症例2では尺骨茎状突起の肥大化が起きており、将来的な尺骨茎状突起衝突症候群発生の可能性も残っている。

今回は偽関節・変形治癒となったが2例とも愁訴を残さずにスポーツ復帰することができた。しかし、今後同様の患者が受診した際はどのような方針で治療するべきであろうか？

今回の症例と過去の報告を鑑みると、最初の3~4週間は長上肢ギプス固定を行なうべきであろう。そのうえで中央部・基部水平・基部斜骨折で骨癒合が得られず痛みや遠位等尺関節の不安定性が残存した場合はさらに長期の外固定や観血的治療を考慮し、無症候性の先端部・中央部骨折の場合は早期復帰をめざすのが望ましいと考える。

## 文 献

1) 内山英司：疲労骨折の疫学. 臨スポーツ医, 20 :

92-98, 2003.  
 2) 明石健一ほか：スポーツ選手に生じた尺骨茎状突起疲労骨折. 骨折, 27 : 384-387, 2005.  
 3) 坪川直人ほか：尺骨茎状突起疲労骨折の治療経験. 日手外科会誌, 22 : 313, 2005.  
 4) 三輪仁：スポーツにより生じた尺骨茎状突起疲労骨折の2例. 整形外科, 66 : 1275-1278, 2015.  
 5) Topper SM et al : Ulnar styloid impaction syndrome. J Hand Surg Am, 22-A : 699-704, 1997.  
 6) 中村敏康：尺骨突き上げ症候群の診断と治療. Orthopaedics, 18 : 61-68, 2005.  
 7) Itadera E et al : Stress fracture of the ulnar styloid process in kendo player-a case report. Hand Surg, 60 : 109-111, 2001.  
 8) 森本祐介ほか：スポーツ選手に生じた尺骨茎状突起疲労骨折の1例. 整スポ会誌, 30 : 277, 2010.  
 9) 吉塚将昭ほか：若年者スポーツ選手の尺骨茎状突起偽関節に対して手術を行った3例. JOSKAS, 41 : 2-3, 2016.  
 10) 中村俊康ほか：尺骨茎状突起骨折と遠位橈尺関節不安定性. 骨折, 26-1 : 278-281, 2004.

# Limitation of Hip Internal Rotation Involves with Shoulder and/or Elbow Pain Among Youth Baseball Players

少年野球選手の肩肘痛には股関節内旋制限が関与する

永元 英明 <sup>1)</sup>	Hideaki Nagamoto	山本 宣幸 <sup>2)</sup>	Nobuyuki Yamamoto
黒川 大介 <sup>3)</sup>	Daisuke Kurokawa	高橋 博之 <sup>4)</sup>	Hiroyuki Takahashi
村木 孝行 <sup>5)</sup>	Takayuki Muraki	石川 博明 <sup>5)</sup>	Hiroaki Ishikawa

## ● Key words

少年野球選手, 肩肘痛, 股関節内旋制限

Youth baseball players : Shoulder and elbow pain : Limitation of hip internal rotation

## ● Abstract

Background : The purpose of this study was to reveal the relationship between shoulder and elbow pain and limitation of hip internal rotation among youth baseball players.

Subjects and Methods : Range of internal rotation of both hip joints with a cutoff level of 45° and its relationship with shoulder and/or elbow pain among three-hundred and sixty elementary and junior high school baseball players were statistically analyzed.

Results : Shoulder and/or elbow pain was observed in 133 players (37%). Limitation of hip internal rotation was observed in 50% of the players with shoulder and/or elbow pain while 39% among the players without shoulder or elbow pain for the throwing side, which was statistically significant. For the non-throwing side, it was 53% and 33%, respectively, which was also statistically significant.

Conclusion : Significant correlation was observed between shoulder and/or elbow pain and limitation of hip internal rotation among youth baseball players.

## Introduction

Throwing motion is achieved through kinetic chain,

which the energy generated from the lower extremity through the trunk to the upper extremity is translated seamlessly with coordination of complex body movements<sup>1-6)</sup>. Therefore, it can also be interpreted that

永元英明  
〒987-2205 栗原市築館宮野中央3丁目1-1  
栗原市立栗原中央病院整形外科  
TEL 0228-21-5330

- 1) 栗原市立栗原中央病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kurihara Central Hospital
- 2) 東北大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku University School of Medicine
- 3) JCHO 仙台病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, JCHO Sendai Hospital
- 4) 気仙沼市立病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kesenuma City Hospital
- 5) 東北大学肢体不自由学  
Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Tohoku University School of Medicine

pitching has a deep relationship with timing of various body motions to properly coordinate, such as hip rotation, trunk rotation, and shoulder external rotation. To prevent and minimize the risk of throwing injuries, proper mechanics of throwing is thought to be important<sup>3-6</sup>. Lack of flexibility has been reported to be related to a decrease in performance and an increase in injuries<sup>7</sup>, and reduced joint range of motion results in musculoskeletal adaptations that decreases the efficiency of force production, which may increase the injury to the muscles or to other soft tissues<sup>8</sup>. Although many past reports focused on biomechanics of the shoulder and elbow during pitching<sup>9</sup>, pitching is a complex motion involving the entire body from the foot to the tip of the fingers. Thus, physical assesment and evaluation of not just the upper extremity but also the lower extremity and the trunk must be paid attention.

It is known that hip joint plays an important role during pitching to transfer the energy and to stabilize the lower extremity and the trunk<sup>3-6,10</sup>. Forces occurring at the shoulder or elbow may be greater if limited range of motion in joints distant from the shoulder or elbow is present<sup>2,9,11</sup>. Decreased strength caused by limitation will be compensated by increased force at the shoulder or elbow. Scher et al. reported in 2010 that non-pitchers with a history of shoulder injury displayed decreased range of hip internal rotation in the non-throwing side compared to the throwing side<sup>12</sup>. Also, Saito et al. reported that in adolescent baseball players who had elbow pain showed lower hip internal rotation angle in both lower extremities compared to the players without elbow pain<sup>6</sup>. Therefore, the purpose of this study was to determine if limitation of hip internal rotation has a relationship with the shoulder or elbow pain among youth baseball players. We hypothesized that limited hip internal rotation is associated with the shoulder and elbow pain of the throwing side.

## Subjects and Methods

Total of 427 youth baseball players(315 elementary school and 112 junior high school players) participated in this study. All participants underwent physical examination by orthopaedic surgeons or physical therapists and completed a questionnaire asking their age, dominant hand, number of years of baseball experience, and past

Table 1 Demographics of the players

	Elementary school	Junior high school	Total
No. of players	306	96	402
Age (years)	10.1±1.5	13.7±0.7	10.9±2.1
Height (cm)	141.5±10.4	164.7±8.0	147.0±14.0
Weight (kg)	35.9±8.6	56.9±10.7	40.8±12.8
No. of right handed players	280	88	368
Years of experience (years)	2.9±1.5	5.6±1.6	3.6±1.9

history of shoulder or elbow injury. If the players had a history of shoulder and/or elbow pain in the past or pain present at the time of examination was included in the pain positive group. Players who could not recall any pain occurrence in shoulder or elbow in the past with no pain presentation during the examination was included in the group without pain. Since the evaluation was performed as a part of pre-participation medical examination, none of the diagnostic imaging, for example radiographs or magnetic resonance imaging, was carried out. Players were not eligible for inclusion in the study if they had past history of surgery of the shoulder or elbow, or informed consent was not obtained from the parents/guardian of the player. Total of 360 players, 273 from elementary school and 87 from junior high school, met the inclusion criteria and were enrolled in the study. This study was approved by the institutional review board in authors' institution. Demographics of the subjects are shown in Table 1.

For all the subjects, bilateral hip internal rotation was evaluated. Players were asked to lie supine on a table and was evaluated with their hip and knee flexed 90°. Cutoff level for the limitation of hip internal rotation was defined at 45°. Boone et al. performed goniometric measurements of whom were below 19 years of age and reported that the average internal rotation was 47.4±6.0°<sup>13</sup>. According to other references, the adult hip active range of motion for internal rotation were mentioned as 45°<sup>14</sup>. The cutoff level was defined regarding from these past reports. To determine the hip internal rotation, right-angled triangle was placed under the buttock. The triangle was carefully placed with one side of the triangle to be parallel to the body axis to determine the approximate angle. The limitation of the hip internal rotation was defined positive if the axis of the lower leg was below the hypotenuse, and negative if the axis was over the hypotenuse (Figure 1A and 1B).

All statistical analysis was done using JMP Pro 9

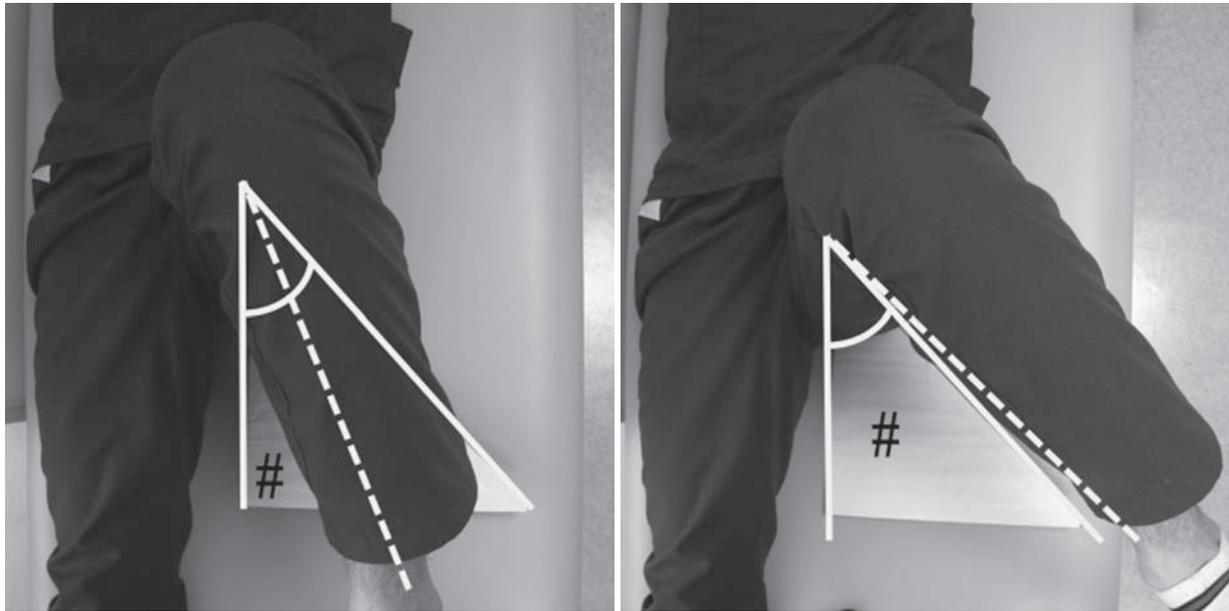


Figure 1 A, B : Figures of the measurement of the hip internal rotation. Solid lines represent the 45° of hip internal rotation defined by the use of right-angled triangle (indicated by #). Dotted line represents the axis of the lower leg. Figure 1A shows the dotted line being below the hypotenuse of the right-angled triangle, meaning that this player has hip internal rotation angle below 45°. Figure 1B shows the dotted line being over the hypotenuse of the right-angled triangle, meaning that this player has hip internal rotation angle over 45°.

software (SAS Institute, Cary, NC). Chi-square test was used to evaluate the correlation between limitation of the hip internal rotation and shoulder and/or pain. Results were considered statistically significant if the *p* value was less than 0.05.

### Results

One-hundred and thirty-three out of 360 players (37%) had a history of shoulder and/or elbow pain or complained of shoulder and/or elbow pain during physical examination. Of the 133 players, 26 complained of shoulder pain, 77 complained of elbow pain and 30 complained of both the shoulder and elbow pain. When the relationship between the pain and limitation of hip internal rotation in the throwing side was analyzed, hip limitation was observed in 67 out of 133 players with the pain (50%) compared to 88 out of 227 players without the pain (39%), which was statistically significant ( $p=0.03$ ) (Figure 2). As for limitation of hip internal rotation in the non-throwing side, 70 of the 133 players (53%) with the pain showed limited hip internal rotation while 74 of the 227 players (33%) without the pain showed limitation

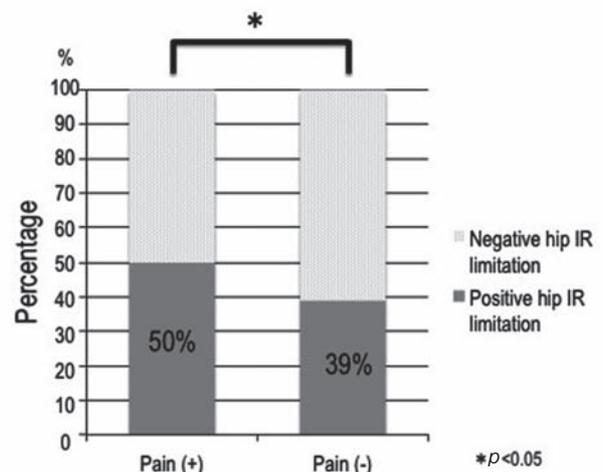


Figure 2 Results of the relationship between the shoulder and/or elbow pain and limitation of hip internal rotation in the throwing side

of hip internal rotation, which was also statistically significant ( $p=0.0002$ ) (Figure 3).

When the subjects were limited to the players who complained shoulder and/or elbow pain during physical examination, 73 players out of 360 players (20%) were

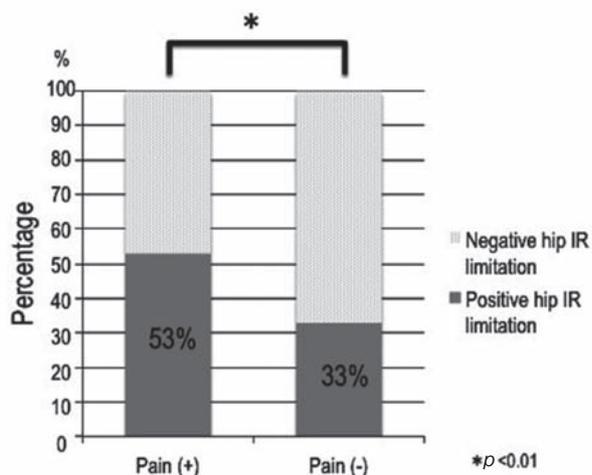


Figure 3 Results of the relationship between the shoulder and/or elbow pain and limitation of hip internal rotation in the non-throwing side

positive. Of the 73 players, 9 complained of shoulder pain, 51 complained of elbow pain and 13 complained of both the shoulder and elbow pain. When the relationship between the pain and limitation of hip internal rotation in the throwing side was analyzed, hip limitation was observed in 39 out of 73 players with the pain (53%) compared to 116 out of 287 players without the pain (40%), which was statistically significant ( $p=0.04$ ) (Figure 4). As for limitation of hip internal rotation in the non-throwing side, 37 of the 73 players (50%) with the pain showed limited hip internal rotation while 107 of the 287 players (37%) without the pain showed limitation of hip internal rotation, which was also statistically significant ( $p=0.03$ ) (Figure 5).

### Discussion

Importance of the hip joint during pitching motion has been advocated from the past<sup>3~6,10,12,15,16</sup>. Although its importance is well known, there have been few studies regarding relationship between the shoulder or elbow pain and limitation of hip internal rotation. Our data showed that players with the shoulder and/or elbow pain had a significant relationship with having limitation of hip internal rotation compared to players without pain. This may suggest that limitation of hip internal rotation could be a possible factor of shoulder or

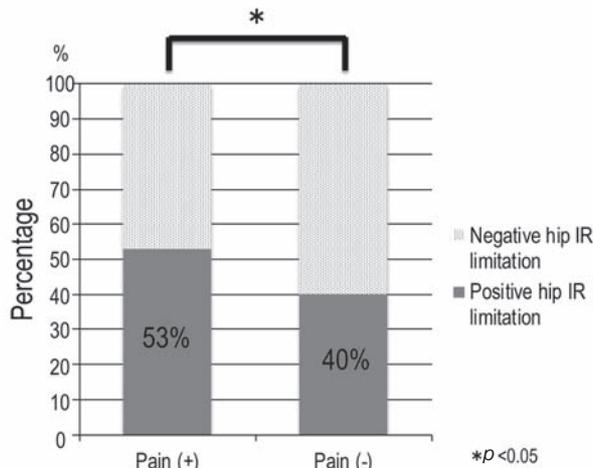


Figure 4 Results of the relationship between the players who complained of shoulder and/or elbow pain during the examination and limitation of hip internal rotation in the throwing side

elbow pain occurrence among youth baseball players. The relationship between the shoulder or elbow pain and limitation of hip internal rotation was observed in both the throwing and non-throwing side. A possible explanation of the shoulder and elbow pain occurrence among players with limitation of hip internal rotation needs to be discussed. To throw the ball repeatedly without being exposed to risk of suffering injury to the upper extremity, correct mechanics is essential as follows<sup>2,3</sup>. During wind-up phase, hip of the throwing side has an important role of being a stabilizer and gravity center of the trunk rotation to the throwing side<sup>1</sup> (Figure 4). When the limitation of hip internal rotation is present, the function of stabilization may weaken, resulting in the player to balance the body by bending their knees of the pivot limb or their trunk to the throwing side, which leads to inefficient transfer of the body weight<sup>3</sup>. Wind-up phase is followed by cocking phase to acceleration phase, which is a beginning of the energy transfer from the pivot limb to the trunk. Energy generated from the pivot limb by trunk rotation is transferred to forward movement of the body and the hip joint is said to be the primary joint to initiate the spinal rotation, which will translate to trunk rotation<sup>4</sup>. With the limitation of hip internal rotation in the throwing side, translation of the rotational force to forward transverse force can be demolished, leading to

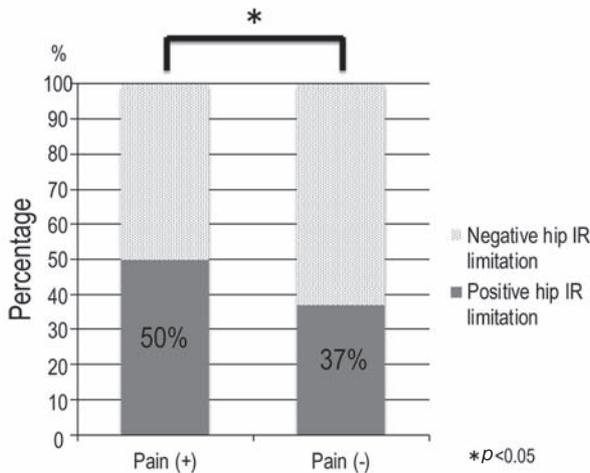


Figure 5 Results of the relationship between the players who complained of shoulder and/or elbow pain during the examination and limitation of hip internal rotation in the non-throwing side

decreased velocity of the ball or deterioration of the proper pitching mechanism. Hip in the non-throwing side internally rotates after the stride limb lands toward the plate, followed by the rotation of the trunk. It acts as a center of the rotation during late cocking phase and also as a stabilizer when the foot contacts firmly to the ground (Figure 5). Stabilizing the hip of the non-throwing side is required to accomplish firm landing of the stride limb. If limitation of the hip internal rotation in the non-throwing side exists, stable landing may be affected leading to undesirable rotation of the trunk, creating the open pelvic and foot position. This open position initiates premature arm cocking phase, resulting in decreased transfer of kinetic energy from the lower limb, and the deterioration of the optimal energy transfer from the trunk to the upper limb<sup>4)</sup>. In addition, during the ball release to the deceleration phase of the pitching, loss of hip internal rotation of the non-pitching side result in the inability to position the body toward the homeplate, which will also create the open pelvic and foot position. These decreased energy transfer to the upper limb or deterioration of correct pitching mechanism may decrease velocity of the ball, thereby shoulder and elbow to initiate excessive motion and torque being generated to accommodate the motion and maintain arm and ball velocity<sup>5)</sup>. To compensate the loss of momentum and energy, players tend to increase the external rotation of

the shoulder in the abducted position during the arm cocking phase and internal rotation during the acceleration and follow-through phase. This external rotation of the shoulder may induce internal impingement, which may cause the articular side tear of the rotator cuff tendon or SLAP lesion. Moreover, it is reported that maximal external rotation of the throwing shoulder was the best predictor and most influential factor of the peak elbow valgus torque<sup>11)</sup>. Aguinaldo revealed that the pitchers who initiated trunk rotation before the foot contact exhibited more significant elbow valgus torque than those who rotated their trunk afterward<sup>11)</sup>. They also found out that pitchers who rotated their trunks later in the pitching cycle appeared to have reduced magnitudes of elbow valgus torque<sup>11)</sup>. Combination of early rotation of the trunk as stated above and increase of elbow valgus torque, both caused from limited hip internal rotation, may be a major cause of the elbow pain occurring from the throwing motion. In addition to that, increased internal rotation of the shoulder may increase the tensile strength to the posterior rotator cuff or scapular stabilizers, such as middle and lower trapezius during the follow-through phase. From the continuous throwing motion, internal rotators strength tend to increase and repetitive eccentric stress may be placed on posterior rotator cuff and scapular stabilizers, developing a strength imbalance over time<sup>17)</sup>. These could lead to contracture of the posterior capsule, which translates to posterior tightness of the shoulder and other soft tissue injuries, causing shoulder pain during pitching<sup>17)</sup>. In fact, pitchers with prior shoulder pain had greater relative strength of the internal rotators compared with the players without prior pain and lower relative strength of supraspinatus and middle trapezius<sup>17)</sup>. Therefore, the limitation of the hip internal rotation can be the cause of not just the shoulder injury or pain but also the elbow injury and pain.

Scher et al. revealed that there was a significant difference of hip internal rotation in the non-pitching side among professional non-pitchers<sup>12)</sup>. They found lack of internal rotation in the non-throwing side of players with shoulder pain compared to the throwing side by approximately 5°. They suspected that as the hip internal rotation of the non-throwing side is responsible for decelerating the thrower's body from the acceleration to follow-through phase, lack of hip internal rotation

may dissipate some of the deceleration force of the body to shoulder leading to increased force at the shoulder. To interpret this result and to compare between our study may be difficult since several differences are apparent. First, the method of the measurement differed. Participants were seated at the end of the table with their legs hanging down for Scher's study. Both measuring technique and difference of muscle tension could differ between two positions, which may affect the result of hip internal rotation angle. Second, they did not define the cutoff level and compared the angle difference between the throwing and non-throwing sides. The results may have been different if the cutoff level was defined and the sides were analyzed separately in their studies. American Medical Association recommended that the range of motion differences less than  $10^\circ$  may not be sufficient to be considered an impairment<sup>18)</sup>, therefore, differences of less than  $10^\circ$  may be considered insignificant<sup>15)</sup>.

Laudner et al. reported that position players exhibited greater hip internal rotation for the pitching side (trail leg) compared with pitchers<sup>5)</sup>. They suspected that the results was because pitchers have tendency to throw more than position players during the season, which may accumulate more hip forces potentially leading to decreased hip internal rotation compared with position players. However, McCulloch et al. measured hip rotation in professional baseball pitchers and found out that internal rotation of the stride hip (throwing side) had statistically significantly more than the stride hip (non-throwing side)<sup>16)</sup>. They confirmed the increased internal rotation of the stride hip as the adaptation to the repetitive motions of pitching. In our study, all of the players answered competing in several different positions. Thus, to analyze the difference between positions was impossible. If the players' positions were categorized to one position, difference between the positions may have been analyzed. Recently, Camp et al. reported that hip range of motion can be affected by the workload during the season<sup>19)</sup>. The timing of the measurement, if it was taken place during the season or in the off season, may affect the results of the measurement. Saito et al. measured hip range of motion among adolescent baseball players<sup>6)</sup>. They reported that hip internal rotation of  $90^\circ$  flexion in the elbow pain group was significantly lower than that of the normal group for both the trail leg (throwing side) and the plant leg (non-throwing side).

Their results are similar to our study and if the average angle of the rotation was reported from their study, the cutoff level for the hip internal rotation who has the risk of elbow pain may have been defined.

Our study revealed that players without the shoulder or elbow pain also showed limitation of hip internal rotation in both the throwing and non-throwing sides. This means that those players had limitation of hip internal rotation without experiencing shoulder or elbow pain. Therefore, having limitation of hip internal rotation does not necessarily translate to occurrence of shoulder or elbow pain and other factors may have influenced the occurrence of the pain. To prove if the limitation of hip internal rotation actually relates with the occurrence of shoulder or elbow pain, we need to determine if the improvement of hip internal rotation will reduce the number of players with shoulder or elbow pain.

There are several limitations in this study. First, measurement was done by several different examiners. The evaluation took place at a pre-participation medical examination of more than 400 players. This situation made it difficult to secure enough time to examine every player by a single examiner. Therefore, technical bias may have influenced the result. Second, measurement was done without the use of goniometer. Measurement should have been done by using goniometer to maintain the accuracy of the angle. However, as stated above, to complete the medical examination without hindrance, simplification of measurement was necessary and also to minimize the measurement difference among the examiner, instead we chose to use the right-angled triangle, which made it simple to recognize without using goniometer, also minimizing the difference between the examiners. Third, defining the same cutoff level between elementary school and junior high school players may have influenced the results. The past study reported that aging contributed to the substantial loss of range of motion in the lower extremity<sup>20)</sup>. It is undeniable that unifying the cutoff level have affected the results of this study. Last but not least, the effect of scapular, trunk or other functions which can relate to or affect shoulder/elbow pain or limitation of hip range of motion were not considered in the study. In this pre-participation medical examination, only scapular positioning was evaluated for scapular function and function of the trunk was not evaluated. Therefore, analyzing these factors with the

shoulder/elbow pain or hip range of motion was unavailable. Considering these multiple factors in the future is required to analyze the relationship between the shoulder/elbow pain and hip range of motion.

### Conclusion

There was a significant correlation between shoulder and/or elbow pain and limitation of hip internal rotation in both the throwing and the non-throwing sides among youth baseball players.

### References

- 1) Braatz JH et al : The mechanics of pitching. *J Orthop Sports Phys Ther*, 9 : 56-59, 1987.
- 2) Elliot B et al : Timing of the lower limb drive and throwing limb movement in baseball pitching. *Int J Sport Biomech*, 4 : 59-67, 1988.
- 3) Limpisvasti O et al : Understanding shoulder and elbow injuries in baseball. *J Am Acad Orthop Surg*, 15 : 139-147, 2007.
- 4) Robb AJ et al : Passive ranges of motion of the hips and their relationship with pitching biomechanics and ball velocity in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 38 : 2487-2493, 2010.
- 5) Laudner KG et al : Functional hip characteristics of baseball pitchers and position players. *Am J Sports Med*, 38 : 383-387, 2010.
- 6) Saito M et al : Relationship between tightness of the hip joint and elbow pain in adolescent baseball players. *Orthop J Sports Med*, 2 : 23259671145324 24, 2014.
- 7) Shellock FG et al : Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*, 2 : 267-278, 1985.
- 8) Vad VB et al : Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. *J Sci Med Sport*, 6 : 71-75, 2003.
- 9) Fleisig GS et al : Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanism. *Am J Sports Med*, 23 : 233-239, 1995.
- 10) Whiteley R : Baseball throwing mechanics as they relate to pathology and performance — a review. *J Sports Sci Med*, 6 : 1-20, 2007.
- 11) Aguilardo AL : Correlation of throwing mechanics with elbow valgus load in adult baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 37 : 2043-2048, 2009.
- 12) Scher S et al : Associations among hip and shoulder range of motion and shoulder injury in professional baseball players. *J Athl Train*, 45 : 191-197, 2010.
- 13) Boone DC et al : Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg*, 63 : 756-759, 1979.
- 14) Mohr T : Musculoskeletal analysis : the hip. In : Scully RM, eds. *Physical Therapy*. JB Lippincott Co, Philadelphia, PA : 369-380, 1989.
- 15) Sauers EL et al : Hip and glenohumeral rotation range of motion in healthy professional baseball pitchers and position players. *Am J Sports Med*, 42 : 430-436, 2013.
- 16) McCulloch PC et al : Asymmetric hip rotation in professional baseball pitchers. *Orthop J Sports Med*, 2 : 2325967114521575, 2014.
- 17) Trakis JE : Muscle strength and range of motion in adolescent pitchers with throwing-related pain : implications for injury prevention. *Am J Sports Med*, 36 : 2173-2178, 2008.
- 18) Doege TC et al : Guide to the evaluation of permanent impairment. 4th ed. American Medical Association, Chicago, IL : 1995.
- 19) Camp CL et al : The impact of workload on the evolution of hip internal and external rotation in professional baseball players over the course of the season. *Orthop J Sports Med*, 6 : 2325967117752105, 2018.
- 20) Roach KE et al : Normal hip and knee active range of motion : the relationship to age. *Phys Ther*, 71 : 656-665, 1991.

# 柔道選手とラグビー選手の頸椎アライメント解析

## Analysis of Cervical Spine Alignment of Judo and Rugby Players

濱田 麗<sup>1,2)</sup> Urara Hamada      江川 陽介<sup>3)</sup> Yousuke Egawa  
金岡 恒治<sup>4)</sup> Kouji Kaneoka

### ● Key words

頸椎アライメント, 柔道, 頸部外傷

### ● 要旨

頸部外傷予防を目的に男子大学柔道選手 38 名と男子大学ラグビー選手 28 名に対して頸椎 MRI によるメディカルチェックを行ない、両種目の頸椎アライメントを比較した。仰臥位にて頸椎正中矢状断 T2 強調画像を撮影し、画像解析ソフト ImageJ を用いて頸椎前弯角度を計測した。種目間の頸椎前弯角度の比較には t 検定を用いた。その結果、柔道選手 ( $-0.26 \pm 8.2^\circ$ ) はラグビー選手 ( $7.03 \pm 6.3^\circ$ ) に比べて頸椎の前弯角度が有意に小さかった ( $p=0.001$ )。その機序は不明であるが、柔道選手は受け身によって頸部屈筋群が、ラグビー選手は heads up によって頸部伸筋群が発達していることが関係する可能性がある。

### はじめに

日本スポーツ振興センターの“学校でのスポーツ活動による傷害統計”によると、頸部外傷はラグビー、柔道、サッカーなど対人競技や対人接触がある競技で多いことが報告されている<sup>1)</sup>。身体に大きなエネルギーが発生する対人接触のあるコンタクトスポーツにおいては頸部外傷の発生頻度が高く、とくに柔道やラグビーではその割合が高く、ときには死亡事故や重篤な後遺障害が発生しているため<sup>2-7)</sup>、各競技団体においては頸部外傷を予防する方策の研究や実践が行なわれている。ラグビー競技における頸部外傷の原因は“人と接触”が 9 割を占め、タックルを受けたとき、タックルに入ったとき、スクラムが崩れたときに多く発生している<sup>1,8,9)</sup>。その予防

対策としてラグビーフットボール協会は、スクラムを形成する際に頭と肩が腰より低くなることや、モール・ラックを故意に崩すことをルールで禁止している。またジュニア世代のルールでは、すべての局面において頭を肩や腰より低く(ローヘッド)した状態でプレーをすることを禁止し、不正なタックルはペナルティが課され、頭頸部外傷予防への取り組みがなされている<sup>10)</sup>。全日本柔道連盟に提出された事故報告書に基づく Kamitani らの報告では、熟練した選手が自ら技を掛けたときに頸部外傷を受傷していることを報告している<sup>2)</sup>。また国際柔道連盟の試合審判規定では相手を投げる際に投げた側が頭から畳に落下した場合には、技を掛けた側が反則負けになると定めており、投げる側の頸部外傷予防策を施している<sup>11)</sup>。

コンタクトスポーツにおいてさまざまな受傷機転で頸

濱田 麗  
〒359-1192 所沢市三ヶ島 2-579-15  
早稲田大学スポーツ科学研究科  
TEL 04-2947-6958

- 1) 早稲田大学スポーツ科学研究科  
Graduate School of Sport Sciences, Waseda University
- 2) JCHO 東京新宿メディカルセンター  
JCHO Tokyo Shinjuku Medical Center
- 3) 国士舘大学文学部教育学科  
Faculty of Letters, Department of Education, Kokushikan University
- 4) 早稲田大学スポーツ科学学術院  
Faculty of Sport Sciences, Waseda University

部障害が発生するが、その1つのメカニズムとして、被衝撃時に頸部の屈曲挙動によって直線化した頸椎に軸圧力が加わり、頸椎の挫屈挙動によって下位頸椎に涙的骨折などの頸椎損傷が生じ、それに伴う頸髄損傷が発生する<sup>12)</sup>。そのため、解剖学的な頸椎前弯の消失や後弯が頸部外傷のリスクファクターの1つとしてあげられる<sup>13-15)</sup>。アメリカンフットボール選手は一般人と比較して頸椎前弯の消失を高率に認めており、頸部屈曲筋群の強化による頸部筋の不均衡の影響を受けている可能性がある<sup>4,16)</sup>。

今回、頸部外傷予防のため、大学柔道選手とラグビー選手に対して頸椎の磁気共鳴画像(MRI)によるメディカルチェックを実施し、得られたMRIから頸椎アライメントを兩種目間で比較したところ興味深い結果が得られたため報告する。

## 方 法

大学体育会柔道部およびラグビー部に所属し頸椎MRI撮像によるメディカルチェックを受けた柔道選手38名(年齢:19±1歳,身長:171.9±4.3cm,体重:81.2±5.6kg,BMI:27.4±4.7)、ラグビー選手28名(年齢:18±0歳,身長:176.2±4.9cm,体重:79.0±9.8kg,BMI:25.4±2.8)を対象とした。

MRI装置(GEヘルスケア・ジャパン社製1.5T)を用いて仰臥位にて、枕は使用せず、T2強調画像(TR2,500ms,TE90ms,FOV240×240mm)にて頸椎正中矢状断像のみ撮像した。画像解析ソフトImageJを用いて、第2頸椎椎体下縁と第7頸椎椎体下縁に直線を引き、2直線のなす角を頸椎前弯角とし、正の値を前弯、負の値を後弯とし算出した(図1)。なお、頸椎角度はすべての画像に対し1名の検者が2回計測した。また頸椎前弯の有無の2群を比較するために、前弯角が5°以上の者を前弯群、5°未満の者を前弯なし群と分類した。

統計解析ソフトウェア(IBM社SPSS Statistics 23)を用いて、頸椎角度計測における検者内信頼性(ICC)を算出した。また競技間のBMIの比較、前弯角の比較は対応のないt検定、前弯の有無は $\chi^2$ 検定で比較解析した。なお、有意水準は5%とした。

## 結 果

頸椎角度計測の検者内信頼性は $ICC(1, 1)=0.954$ となり、高い信頼性が得られた。

柔道群の平均前弯角は $-0.28\pm 8.51^\circ$ 、ラグビー群は $7.58\pm 6.84^\circ$ であり、柔道群はラグビー群と比べ有意に



図1 頸椎前弯角算出方法

前弯角度が小さかった( $p=0.001$ , 図2)。

また、柔道群は前弯ありが9名(24%)、前弯なしが29名(76%)で、ラグビー群は前弯ありが18名(64%)、前弯なしが10名(36%)であり、柔道群はラグビー群に比べて前弯なしが有意に多かった( $p=0.001$ , 表1)。

## 考 察

本研究の結果、柔道選手の頸椎アライメントがラグビー選手より前弯角度が小さいことが示された。

これまでラグビー選手の頸椎アライメントは頸椎前弯が減少すると報告されている<sup>17,18)</sup>が、本研究によって柔道選手はさらに前弯が減少することが示された。本研究の撮像条件は臥位であるため両群の体格の差の影響を受けることも考えられるが、柔道群のBMIはラグビー群よりも大きいため、床面と頭部の距離は長くなり頸椎アライメントはより前弯が増強するため本結果には影響しないと考える。

頸椎前弯が消失する原因の1つに頸部の伸展筋力と屈曲筋力の不均衡が報告されており<sup>19)</sup>、またその筋力の不均衡も各競技でのプレースタイルの違いから生じるものであると考える。ラグビーでは、頭頂部からのタックルはルールで禁止されているため<sup>10)</sup>、頸部外傷予防のため

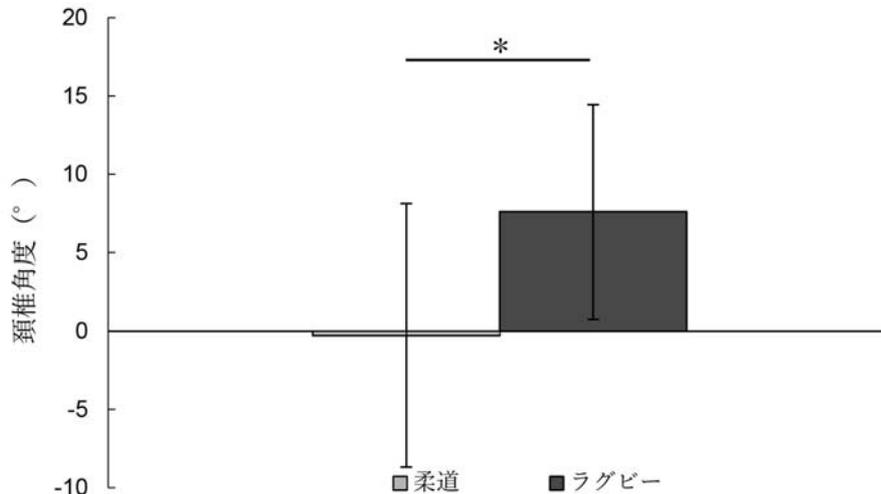


図2 競技別頸椎前弯角度  
正の値：前弯，負の値：後弯

表1 競技別頸椎アライメントの割合

	前弯あり	前弯なし	合計 (人)
柔道群	9	29	38
ラグビー群	18	10	28
合計 (人)	27	39	66

p=0.001

に日頃からコンタクト時は heads up の姿勢をとるよう指導されている。Heads up の姿勢で頸部は伸展位となり、タックル時にもその姿勢を保持することから伸展筋群が優位となり、頸椎の前弯が保たれていると推測する。一方、岡田らによると柔道選手の頸部屈曲筋力はラグビー選手と比較して有意に強いことが報告されており、柔道選手は頸部伸展屈曲筋力の不均衡が生じている可能性がある<sup>20)</sup>。

頸椎のアライメントに影響を与える因子としては筋力バランス以外にも、胸椎の弯曲程度、椎間板変性や椎間板高減少があげられる。本研究では頸椎正中矢状面のみの撮像であり、椎間板変性を評価に適した画質を得ることができず、また胸椎の弯曲も評価できていないため、これらの影響を勘案することはできなかったことは本研究の限界と考える。

### 結 語

MRI を用いて大学柔道選手と大学ラグビー選手の頸

椎アライメントを比較した結果、柔道選手はラグビー選手と比較して頸椎の前弯角度が小さいことが示された。

### 文 献

- 1) 日本スポーツ振興センター学校災害防止調査研究委員会：「学校の管理下における体育活動中の事故の傾向と事故防止に関する調査研究」—体育活動における頭頸部外傷の傾向と事故防止の留意点—調査研究報告書。日本スポーツ振興センター学校安全部，東京：15-18,2013.
- 2) Kamitani T et al : Catastrophic head and neck injuries in judo players in Japan from 2003 to 2010. Am J Sports Med, 41 : 1915-1921, 2013.
- 3) Kamitani T et al : On the way to the Tokyo Summer Olympic Games ( 2020 ). Prevention of severe head and neck injuries in judo : it's time for action. Br J Sports Med, 51 : 1-2, 2017.
- 4) 下條仁士ほか：アメリカンフットボールにおける外傷1—頸部外傷—。Jpn J Sports Sci, 7 : 785-793, 1988.
- 5) Kujala UM et al : Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo and karate : analysis of national registry data. BMJ, 311 : 1465-1468, 1995.
- 6) Shelly MJ et al : Spinal injuries in Irish rugby a ten-year review. J Bone Joint Surg Br, 88 : 771-775,

- 2006.
- 7) Akoto R et al : Epidemiology of injuries in judo a cross-sectional survey of severe injuries based on time loss and reduction in sporting level. Br J Sports Med, 52 : 1-8, 2017.
  - 8) Silver JR : Rugby injuries to the cervical cord. BMJ, 1 : 192-193, 1979.
  - 9) 岸谷勲 : 日本におけるラグビー外傷の統計. 臨スポーツ医, 6 : 863-868, 1989.
  - 10) 日本ラグビーフットボール協会 : 競技規則 第五部 19歳未満 国内高専・高校以下用競技規則. 平成27年改訂版, 日本ラグビーフットボール協会, 東京 : 56, 2015. ( [https://www.rugby-japan.jp/laws/2015/img/tag\\_mini\\_jr\\_law\\_2015.pdf](https://www.rugby-japan.jp/laws/2015/img/tag_mini_jr_law_2015.pdf) ) accessed : 2018/1/31
  - 11) 全日本柔道連盟 : 2014年~2016年 国際柔道連盟 試合審判規定(和訳・ガイド付き). 全日本柔道連盟, 東京 : 2015. ( <http://www.judo.or.jp/wp-content/uploads/2015/04/6f7614f6f41d9b907929e1f92a43f8f8.pdf> ) accessed : 2018/1/31
  - 12) Torg JS et al : The epidemiologic, pathologic, biomechanical, and cinematographic analysis of football-induced cervical spine trauma. Am J Sports Med, 18 : 50-57, 1990.
  - 13) Torg JS et al : Criteria for return to contact activities. following cervical spine injury. Clin J Sports Med, 1 : 12-26, 1991.
  - 14) Torg JS et al : "Spear tackler spine" An entity precluding participation in tackle football and collision activities that expose the cervical spine to axial energy inputs. Am J Sports Med, 21 : 640-649, 1993.
  - 15) 阿部均 : アメリカンフットボールにおける頸部の外傷・障害 : 頸部のメディカルチェックと医学的な予防策. 臨スポーツ医, 16 : 1251-1258, 1999.
  - 16) 川北剛 : 大学アメリカンフットボール選手の頸椎変化について. 整スポ会誌, 12 : 135-139, 1993.
  - 17) 月村泰規 : 大学アメリカンフットボール選手の頸椎 X線所見と頸部痛. 日臨スポーツ医会誌, 9 : 292-297, 2001.
  - 18) 月村泰規 : 高校ラグビーおよびアメリカンフットボール選手の経時的頸椎 X線変化. 日臨スポーツ医会誌, 9 : 1109-1114, 2001.
  - 19) Mahmut A et al : Decreased neck muscle strength in patients with the loss of cervical lordosis. Clin Biomech, 33 : 98-102, 2016.
  - 20) 岡田修一ほか : 柔道選手の頸部筋力の特徴. 武道学研究, 23 : 35-40, 1991.

# チアリーディング中に生じた Lisfranc 関節脱臼を伴わない第 1 楔状骨単独骨折の 1 例

## A Case Report of Isolated Fracture of the Medial Cuneiform without Dislocations at Lisfranc's Joint in a Cheerleader

杉本 一樹 Kazuki Sugimoto

森 基 Hajime Mori

### ● Key words

チアリーディング, Lisfranc 関節脱臼, 第 1 楔状骨単独骨折

Cheerleading : Lisfranc's joint dislocation : Isolated fracture of the medial cuneiform

### ●要旨

Lisfranc 関節脱臼を伴わない第 1 楔状骨単独骨折というまれな 1 例を経験したので報告する。18 歳, 女性。チアリーディング練習中に落下してきた選手を受け止めた際に左足部を受傷した。受診時単純 X 線および CT 画像では第 1 楔状骨外側に関節面の転位を伴う骨折を認めた。手術は Acutrak micro screw (Acumed 社) を使用して内固定を行なった。術後 6 ヶ月で骨癒合を確認し, 術後 1 年で抜釘術を施行した。術後 1 年 1 ヶ月で歩行時痛は消失し, JOA スコア 95 点とスポーツ復帰可能となった。

### はじめに

第 1 楔状骨骨折は, Lisfranc 関節脱臼に伴うものは散見されるが, 単独骨折の報告はまれである。今回われわれは, チアリーディング中に生じた Lisfranc 関節脱臼を伴わない第 1 楔状骨単独骨折というまれな 1 例を経験したので若干の文献的考察を加え報告する。

### 症 例

18 歳, 女性。主訴は左足部痛。チアリーディング練習中, 落下してきた選手を受け止めようとした際に詳細は不明であるが左足部を受傷し近医受診となった。CT 画像で左第 1 楔状骨骨折を認めたため, 精査加療目的で

受傷後 2 日目に当科紹介受診となった。単純 X 線正面像および側面像では Lisfranc 関節脱臼はみられなかったが, 第 1 楔状骨遠位関節面に骨折を認めた(図 1)。CT 画像では第 1 楔状骨遠位関節面は足底側が陥没し関節面の転位を認めた(図 2)。そのため外科的治療が必要と判断し, 受傷後 7 日目に手術を施行した。手術は, 左第 1 楔状骨内側に約 3 cm の皮切, 背側にも約 2 cm の皮切を加えエレバトリウムで関節面をもち上げるように整復した。整復した関節面軟骨下骨を下支えするように 2 本のヘッドレススクリュー (Acumed 社) を挿入し固定した。軟部組織へのインプラントの刺激を考慮し, ヘッドレススクリューを使用した。固定性および整復位は良好であった(図 3)。また, Lisfranc 靭帯については直接確認できていないが, 透視下で明らかな不安定性は認めなかった。

杉本一樹  
〒 525-0054 草津市東矢倉 3-34-52  
近江草津徳洲会病院  
TEL 077-567-3610

京都岡本記念病院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Okamoto Memorial Hospital



図1 単純X線画像所見  
a : 正面像, b : 斜位像. 第1楔状骨関節面に不整を認めていた.

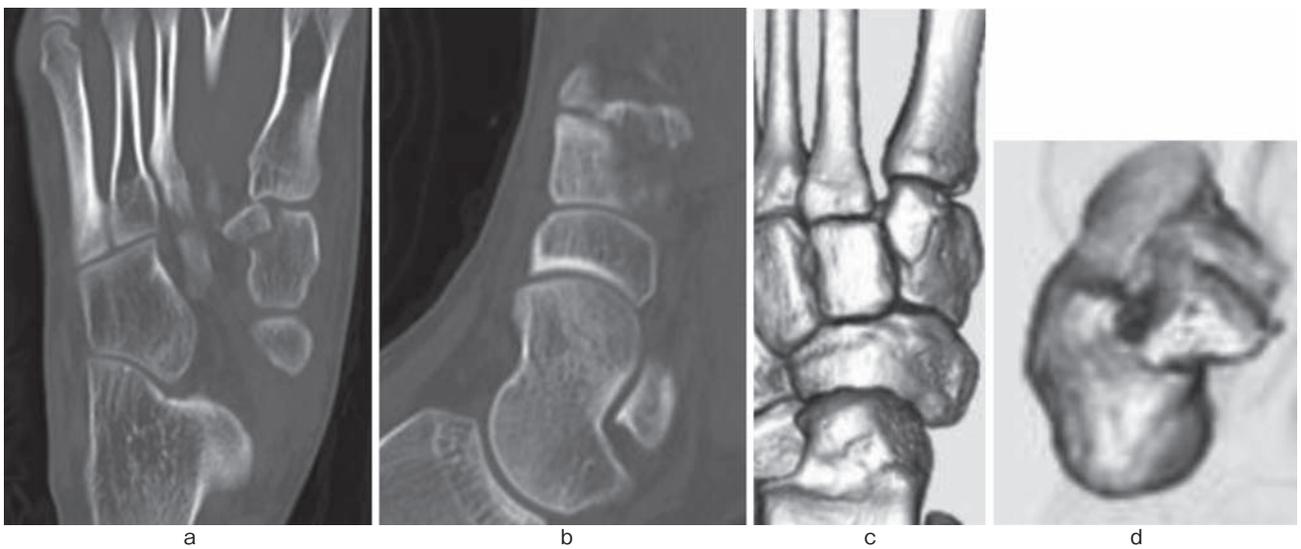


図2 CT画像所見  
a : 冠状断像, b : 矢状断像(第1楔状骨関節面), c : 3D構築画像, d : 第1楔状骨関節面. 第1楔状骨遠位足底側に関節面の骨折を認めていた.



図3 術後単純X線画像所見  
a：正面像，b：斜位像。ヘッドレススクリューで固定し固定性および整復位ともに良好である。

後療法は術後2週間シーネ固定を行ない，術後4週よりアーチサポートを装着して疼痛の範囲内で荷重歩行を開始した。術後8週より運動を再開し，術後14週でスポーツ復帰可能となった。術後1年の単純X線では骨癒合を確認できたため抜釘術を施行し(図4)，JOAスコア95点と現在スポーツ復帰できている。

### 考 察

第1楔状骨骨折の多くはLisfranc関節脱臼骨折に合併し，全足部骨折の1.7%と比較的まれな骨折である<sup>1)</sup>。Lisfranc関節脱臼骨折の受傷機転は第1楔状骨直上より足背から外力が加わった場合，その力は第1楔状骨のみに主にかかるために骨折が生じる直達外力と，足関節が底屈位，中足基節関節が最大背屈位の状態で踵部から軸圧が加わり靭帯断裂が生じない場合骨折が生じるとされる介達外力がある<sup>2~4)</sup>(図5)。

足根中足関節の靭帯構造において，第2~5趾での中

足骨基部間の靭帯は，母趾~第2趾間には存在せず，第1楔状骨と第2中足骨基部間はLisfranc靭帯と呼ばれる強靭な骨間靭帯で結合し，その背側，底側にも靭帯結合が存在する<sup>4,5)</sup>。一般的に足部に外力が加わった場合には，第1中足骨への内転方向への外力がLisfranc関節の靭帯断裂を引き起こしLisfranc関節脱臼となる<sup>6)</sup>。しかし小児では成人よりも比較的靭帯構造の柔軟性が高く，靭帯断裂が生じず，第1楔状骨骨折をきたす可能性があるという報告もある<sup>7)</sup>。

Lisfranc関節脱臼を伴わない第1楔状骨単独骨折はまれであり，これまでに12例の報告がみられる(表1)<sup>1,7,8)</sup>。年齢は8~47歳と青壮年期に多く発症し，7例は直達外力によるもので，足背から強力な外力が働いたために起こると考えられる。一方で介達外力によるものは5例であり，バイク事故に伴う症例が多く，またバスケットボール中の受傷もあり，スポーツ中の外力で発症することも考えられる。本症例では，チアリーディング中に落下してきた選手を受け止めた際の受傷であり，詳



図4 術後約1年での単純X線画像所見  
a：正面像，b：斜位像。術後約1年の単純X線画像所見では骨癒合を認め、関節面のアライメントも良好であった。

細な受傷時の肢位は不明であるが、足関節が底屈位、中足基節関節が最大背屈位の状態で踵部から軸圧が加わり骨折が生じた、あるいはこの状態で直達外力が加わり受傷した可能性は考えられる。

治療については、関節面の転位がない場合はアーチサポート等を着用しての保存治療が選択され、関節面の転位がある場合は外傷後の変形性関節症や変形治癒による機能障害をきたすため手術治療が必要である<sup>1)</sup>。本症例では、関節面の転位を認めていたため手術治療を行なった。ピンニングの報告もあるが、早期スポーツ復帰にはより強固で周囲軟部組織に影響の少ない内固定が必要であると考え、ヘッドレススクリューによる固定を行なった。足部は軟部組織が脆弱であるため内固定材料として

はヘッドレススクリューを使用し、比較的小皮切で内固定できたことでインプラントの刺激症状や軟部組織のダメージを軽減でき、早期スポーツ復帰につながったと考えられた。

## ま と め

Lisfranc 関節脱臼を伴わない第1楔状骨単独骨折という比較的まれな1例を報告した。ヘッドレススクリューを使用した内固定を行なうことで、早期スポーツ復帰が可能となり概ね良好な結果を得た。

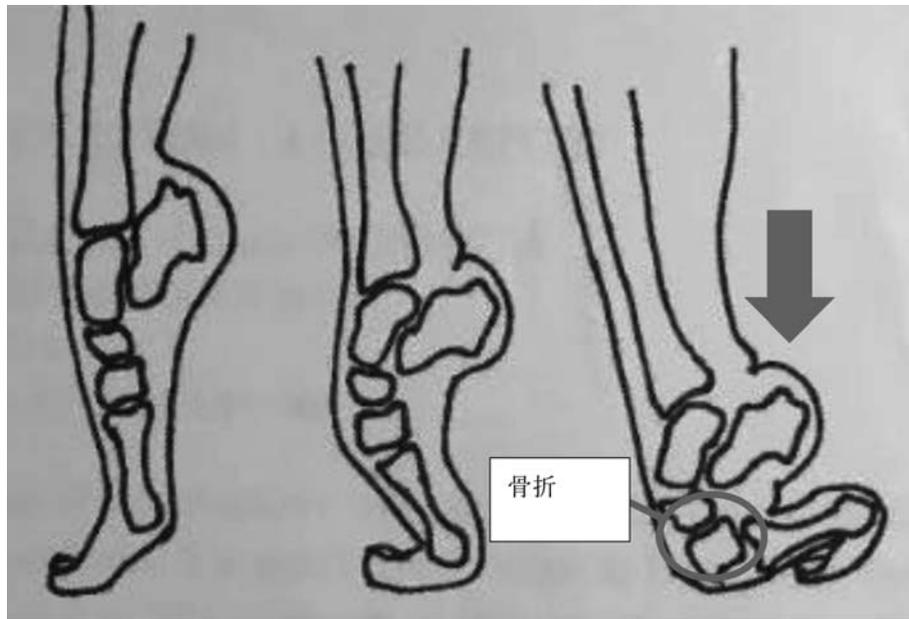


図5 第1楔状骨骨折の受傷機転  
(文献4より引用)

表1 Lisfranc 関節脱臼を伴わない第1楔状骨単独骨折の報告例

著者	年齢	受傷原因	受傷機転
横田ほか	19歳	バイク事故	介達外力
加東ほか	21歳	鉄パイプが落下	直達外力
三原ほか	46歳	バイク事故	介達外力
Patterson RH et al	21歳	バイク事故	直達外力
Olson RC et al	39歳	コンクリート壁で打撲	直達外力
楊ほか	47歳	段差で躓き打撲	直達外力
大石ほか	12歳	バイク事故	介達外力
Taylor SF et al	26歳	軍隊の訓練中	直達外力
Guler F et al	32歳	バイク事故	直達外力
Eraslan A et al	42歳	バイク事故	介達外力
河内ほか	15歳	バスケットボール中	介達外力
近藤ほか	8歳	ブランコと地面の間に足を挟んだ	直達外力
自験例	18歳	チアリーディング中	介達外力

## 文 献

- 1) 横田秀峰ほか：稀な Lisfranc 関節脱臼を伴わない第1楔状骨単独骨折の1例. 整外と災外, 64 : 218-222, 2015.
- 2) 三原卓ほか：Lisfranc 関節の脱臼を伴わない第1楔状骨骨折の1例. 臨整外, 25 : 175-178, 1990.
- 3) 平本貴義ほか：陳旧性第1楔状骨骨折の1例. 日職災医会誌, 49 : 405-408, 2001.
- 4) Wiley JJ : The mechanism of tarsometatarsal joint injuries. J Bone Joint Surg Br, 53 : 474-482, 1971.
- 5) 平野貴章ほか：リスフラン関節の解剖 リスフラン靱帯を中心に. 整・災外, 53 : 685-690, 2010.
- 6) 野村茂治ほか：スポーツ中に起こった母趾 Lisfranc 単独脱臼骨折の4例. 別冊整形外, 23 : 184-188, 1993.
- 7) 近藤直樹ほか：小児の第1楔状骨単独骨折の1例. 整形外科, 55 : 67-69, 2004.
- 8) 河内俊太郎ほか：スポーツによる内側楔状骨単独骨折の1例. 東日整災外会誌, 22 : 417, 2010.

# 金鷲旗高校柔道大会(体重無差別団体戦)における外傷調査

## Investigation of Injury in Kinshuki Judo Contest (Open-weight Team Competition)

木内正太郎 <sup>1,2)</sup>	Shotaro Kinouchi	田淵 幸祐 <sup>1)</sup>	Kosuke Tabuchi
野口 幸志 <sup>1)</sup>	Koji Noguchi	後藤 昌史 <sup>1)</sup>	Masafumi Goto
志波 直人 <sup>3)</sup>	Naoto Shiba	大川 孝浩 <sup>1)</sup>	Takahiro Okawa

### ● Key words

Investigation of injury : Judo : Sever injury

### ●要旨

目的：金鷲旗高校柔道大会における外傷発生の現状を把握すること。

方法：3年間の大会で発生した外傷のうち、病院受診が必要と判断された症例および、救急搬送となった症例を記録し集計した。

結果：救急搬送または病院受診となった外傷は全体で33件(男子：18件，女子：15件)であった。初日：20件，2日目：11件，最終日：2件で，初日に脳振盪，2日目以降に頸部・四肢の重症外傷が発生していた。

結語：頭頸部外傷や重症外傷が発生する可能性がある柔道競技では，全日本柔道連盟医科学委員会などと協力して医療体制や外傷対策を考えて行く必要がある。

### はじめに

2012年より中学校で武道が必修化となり，柔道に対する社会の期待も大きくなっている。

しかしながら，柔道競技における重症頭部外傷の報告<sup>1~5)</sup>や重症頸部外傷の報告<sup>2,6)</sup>が散見される。試合現場での適切な初期対応やそれを可能にする医療体制の充実は課題である。

今回，われわれは実際の試合現場での外傷発生の現状を把握することを目的に，金鷲旗高校柔道大会における外傷調査を行なったので報告する。

### 対象と方法

金鷲旗高校柔道大会は毎年3日間の日程で開催され，オープン参加形式で参加校の多い全国大会である。また，体重無差別で勝ち抜き形式の団体戦が行なわれ，選手にとっては体力的にも過酷である。

今回は2015~2017年の3年間に行なわれた金鷲旗高校柔道大会で発生した外傷のうち，救急搬送または病院受診となった外傷について調査した。各チームは5人の正選手と2人の補欠の合計7人で参加し，各年の参加校数/試合数は2015年が496校/494団体戦(男子333校/332団体戦，女子163校/162団体戦)，2016年は

木内正太郎  
〒839-0863 久留米市国分町155-1  
久留米大学医療センター整形外科・関節外科センター  
TEL 0942-22-6111

1) 久留米大学医療センター整形外科・関節外科センター  
Orthopaedic and Joint Surgery Center, Kurume University Medical Center  
2) 全日本柔道連盟医科学委員会協力委員  
All Japan Judo Federation Medical Committee  
3) 久留米大学整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Kurume University

柔道 会場救護処置 記入表	
文責：全日本柔道連盟医科学委員	
※ 大会中に対応したすべての外傷を記入して下さい	
大会名：	平成 29 年度金鷲旗高校柔道大会
日付：	2017 年 7 月 日
記入者：	( 医師 ・ 柔整師 ・ その他 )
試合会場：	第 会場
性別：	男子 ・ 女子
階級：	団体戦
対戦：	( ) 回戦 ・ 準々決勝 ・ 準決勝 ・ 決勝
受傷部位：	頭部 ・ 顔面 ・ 眼 ・ 鼻 ・ 口 ・ 耳 ・ 顎 ・ 頸部 ・ 鎖骨 ・ 肩 ・ 上腕 ・ 肘 ・ 前腕 ・ 手首 ・ 手指 ・ 爪 ・ 胸部 ・ 腹部 ・ 背部 ・ 股部 ・ 股関節 ・ 大腿 ・ 膝 ・ 下腿 ・ 足関節 ・ 足部 ・ 足趾 ・ その他 ( )
受傷時間：	前半 ・ 後半 ・ 残り 1 分 ・ GS ・ 不明
外傷内容：	骨折 ・ 脱臼 ・ 捻挫 ・ 打撲 ・ 脳震盪 ・ 出血 ・ 絞め ・ その他 ( )
病院搬送：	あり ・ なし
処置状況：	試合中 ・ 試合終了直後 (会場) ・ 試合前後 (救護室)
手袋着用：	あり ・ なし
処置回数：	1 ・ 2 ・ 3 回目
試合継続：	可 ・ 不可
備考：	

図 1 記録用紙  
文責：全日本柔道連盟医科学委員，2017 年～。

471 校 / 469 団体戦 (男子 313 校 / 312 団体戦，女子 158 校 / 157 団体戦)，2017 年は 490 校 / 488 団体戦 (男子 322 校 / 321 団体戦，女子 168 校 / 167 団体戦) であった。

10 試合場ある会場で，2 試合場に対して 2 人 1 組 (医師 1 人，柔道整復師または理学療法士 1 人) で医療スタッフを配置した。試合会場で発生した外傷のうち，病院受診が必要と判断された症例および，脳振盪・頸髄損傷疑い・意識障害など，緊急性ありと判断され救急搬送となった症例を記録した。2015～2016 年は A4 レポート用紙に試合場・外傷・処置・搬送の有無を記入，2017 年よりは記録用紙 (図 1：文責，全日本柔道連盟医科学委員会) を使用して集計を行なった。試合後は実際に搬送された病院へ出向いて診断の結果を確認し，それぞれの症例に対して，日程別の外傷発生件数 (大会何日目)・病名・性別を記録し調査した。

日程別の外傷発生件数に関しては，JMP ver.12 を使用して  $\chi^2$  検定で比較を行なった。

## 結 果

2015～2017 年の大会で救急搬送または病院受診となった外傷は全体で 33 件 (2015 年：9 件，2016 年：13 件，2017 年：11 件) で，部位別で比較すると肘：11 件，膝：5 件，頭部外傷：4 件，股関節：4 件，肩：3 件，頸部：1 件，その他 (熱中症など) であった (図 2)。また，肘外傷の内訳では 6 例が肘内側側副靭帯損傷で最多であった。

重症例に焦点をあてると，膝関節の複合靭帯損傷・膝窩動脈断裂・腓骨神経断裂の合併が 1 例，股関節の脱臼が 2 例，意識レベル低下で救急搬送となった脳振盪が 4 例，脊髄振盪が 1 例発生していた (図 3)。男女別の外傷発生件数は男子：18 件，女子：15 件であった (図 4)。

日程別の外傷発生件数の比較では，初日：21 件，2 日目：10 件，最終日：2 件であり，日程別の外傷発生率では統計学的な有意差は認めなかった (図 5) ( $p=0.5185$ )。しかしながら，内訳としては初日に軽微な外傷や脳振盪が発生，2 日目以降に四肢・頸部の重症例が発生していた。

## 考 察

柔道における頭部外傷は，中学 1 年生や高校 1 年生といった初心者が多いとされている<sup>1,7)</sup>。その原因として，受け身の未熟さや<sup>8)</sup>，体力や技能の差のある者同士の試合においての強引な投げ技によるものも指摘されている<sup>7)</sup>。

金鷲旗高校柔道大会はオープン参加の全国大会であり，初日は実力差のある試合 (地方大会上位進出チームの有段者と無段者の試合など) や初心者の出場する試合が多い。今回の調査では，その初日に軽微な外傷と脳振盪が発生しており，過去の報告<sup>1,7,8)</sup>と同様の傾向がみられた。

一方で，2 日目以降は四肢・頸部の重症例が発生していた。2 日目以降まで勝ち残ったチームは強豪校が多く，柔道の基礎が習得されており，未熟な受け身や強引な投げ技による頭部外傷が減少していると考えられた。

また，上位進出チームは体格が大きい選手が多く，実力も拮抗しているため無理な状態での返し技や重量級同士での技の応酬となる。そのため外傷が発生した際は予期せぬ重症例となったと考えられた。

通常の大会とは違って参加校も多く，体重無差別・勝ち抜き形式という選手にとって過酷な状況も 2 日目以降に重症外傷が起こる原因の 1 つではないかと考えた。膝

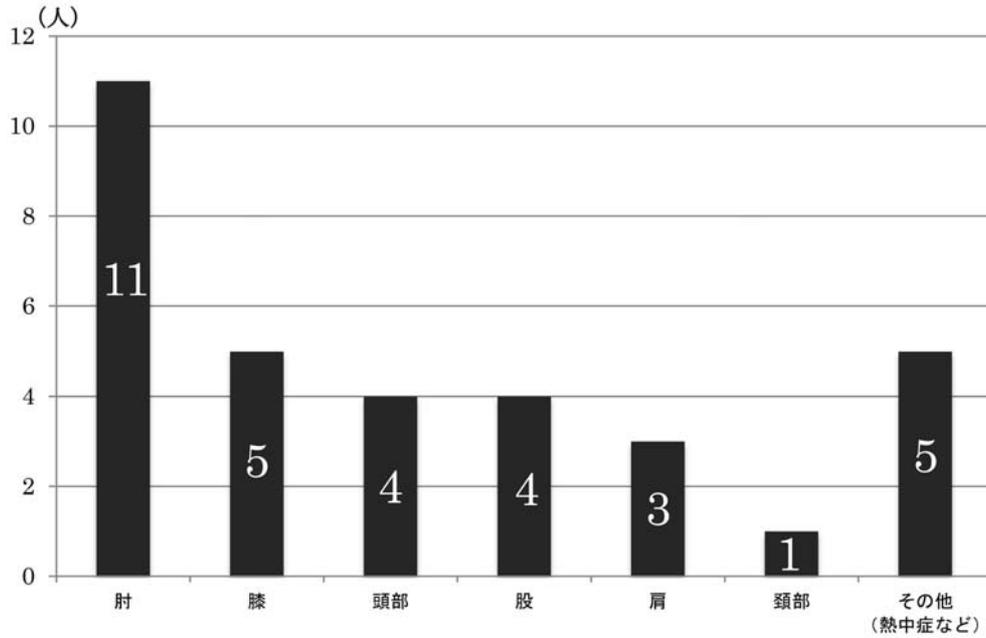


図2 救急搬送または病院受診となった外傷の内訳  
全33例中、肘の内側側副靭帯損傷が最多(肘外傷11例中6例)

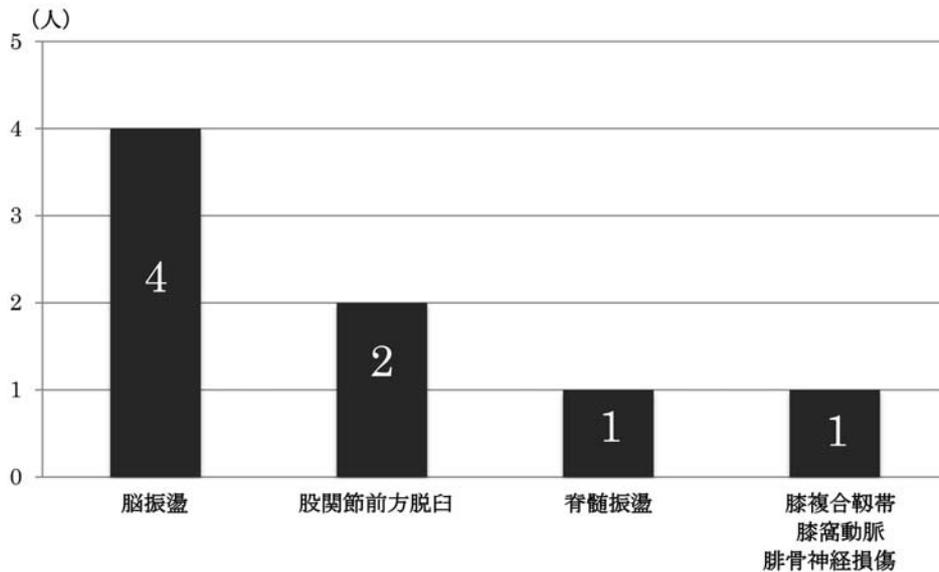


図3 重症例の発生 8例

関節複合靭帯損傷に腓骨神経断裂・膝窩動脈損傷を伴う重症例も発生しており、試合形式・大会ルールについても検討の余地があると考えます。

今回の調査からも、柔道においては頭頸部外傷や重症外傷が発生する可能性があり、今後は地方大会においても医療体制を充実させることが重要である。

しかしながら、地方大会においては医師の人材確保も

容易ではなく、各都道府県柔道連盟が独自に病院や医師に依頼して救護人員を確保しているのが現状である。そのため、全日本柔道連盟医科学委員会などの上層機関と協力して体制を整える必要がある。

また、柔道競技においては絞め技により意識を失った際、どのような初期対応をするのがよいか明確にされておらず、解決すべき問題は多い。

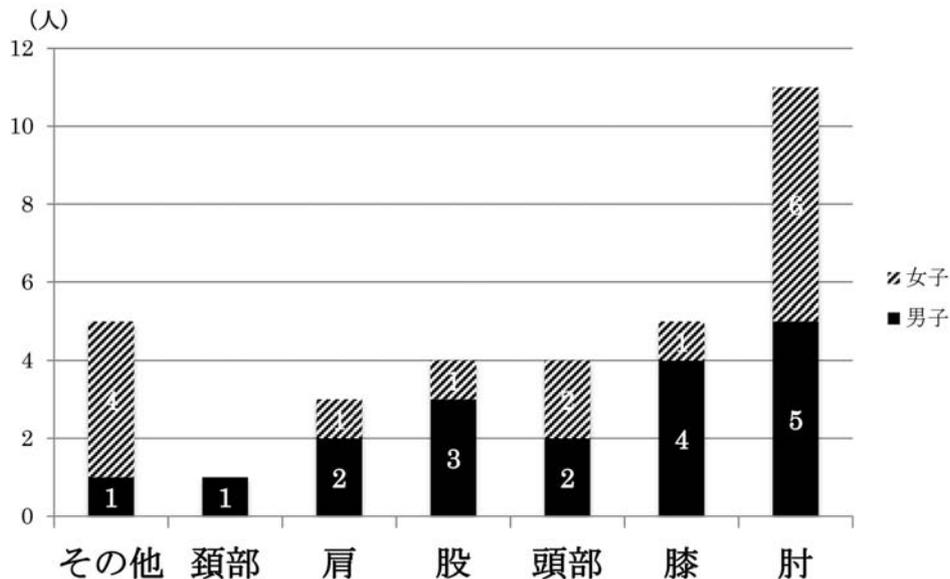


図4 男女別の外傷発生件数  
男子：965 団体戦，女子 486 団体戦，3 年間の合計。

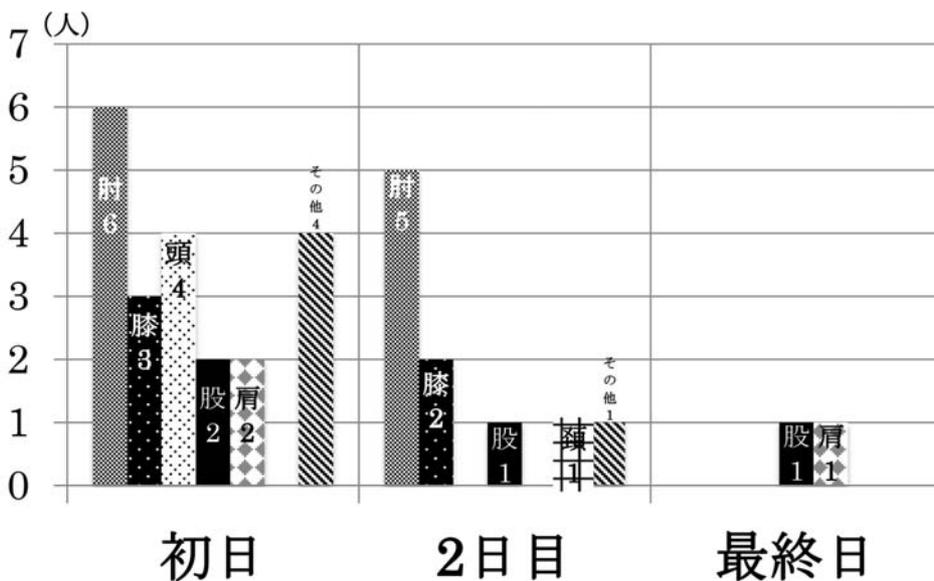


図5 日程別の外傷発生件数(初日：21 件，2 日目：10 件，最終日：2 件)  
初日：軽微な外傷と頭部外傷(脳振盪 4 例)  
2 日目以降：四肢・頸部の重症例(膝複合靭帯損傷と膝窩動脈・腓骨神経損傷の合併例，脊髄振盪，股関節脱臼)

重症外傷や柔道の競技特性上生じる事故(絞め技の後の意識障害など)に対する具体的な対策(大会ルールの見直しや，初期対応のガイドラインの制定など)を考えて行く必要がある。

### 結 語

オープン参加の全国大会で体重無差別・勝ち抜き形式の団体戦が行なわれる金鷲旗高校柔道大会において外傷調査を行なった。日程別の外傷発生率に有意差はみられ

なかったが、内訳としては初日に軽微な外傷と脳振盪が  
発生し、2日目以降は四肢・頸部の重症例が発生してい  
た。

## 文 献

- 1) Kamitani T et al: Catastrophic head and neck injuries in judo players in Japan from 2003 to 2010. *Am J Sports Med*, 41: 1915-1921, 2013.
- 2) 廣橋賢次: 柔道における頭部外傷及び脊椎・脊髄損傷について. *骨・関節・靭帯*, 13: 239-246, 2000.
- 3) 永廣信治ほか: 柔道における重症頭部外傷. *Neuro Surg*, 39: 1139-1147, 2011.
- 4) Nishimura K et al: Acute subdural hematoma in judo practitioners—report of four cases—. *Neuro Med Chir*, 28: 991-993, 1988.
- 5) 内田良: 柔道事故—武道の必修化は何をもたらすのか. *愛知教育大学研究報告*, 59: 131-141, 2010.
- 6) 紙谷武ほか: 医師の立場からみた柔道による脳および脊髄障害の事故予防対策. *日臨スポーツ医会誌*, 22: 265-267, 2014.
- 7) 全日本柔道連盟重大事故対策防止委員会: 柔道の安全指導. 第4版, 公益財団法人全日本柔道連盟, 東京: 3-33, 2015.
- 8) 宮崎誠司: 各スポーツにおける脳損傷の現状: 柔道. *日臨スポーツ医会誌*, 24: 355-358, 2016.

# 審美系アスリートにおける爪先立ち動作の研究

—第1報：健常人における開眼爪先立ち位での重心動揺と足関節底屈角度の関係—

Study of Standing on Tiptoe at Aesthetic Athlete — 1st Report : Relationship Between Center of Gravity Fluctuation and Ankle Joint Plantar Flexion Angle at Standing on Tiptoe with Eyes Open in Common Man —

小林 佑介<sup>1)</sup> Yusuke Kobayashi 杉岡 辰哉<sup>1)</sup> Tatsuya Sugioka  
佐竹 勇人<sup>1)</sup> Hayato Satake 河口 泰之<sup>1)</sup> Yasuyuki Kawaguchi  
熊井 司<sup>3)</sup> Tsukasa Kumai

## ● Key words

新体操, ルルベ, 足関節底屈角度

Rhythmic sportive gymnastics : Releve : Ankle joint plantar flexion angle

## ●要旨

一般健常人10名を対象に、足関節底屈角度(PF)の違いが爪先立ち(ルルベ)の安定性に与える影響を踵挙上角10°、45°、最大の3条件にて検討した。結果、10°条件、45°条件と比較し最大条件において総軌跡長(LNG)が最も長かった。また最大条件のみでの検討では、PFとLNGに有意な負の相関関係を認めた。最大条件で最も不安定となった要因として、身体重心が高位となったこと、関節のロックによる安定性を獲得できなかったことが考えられた。しかし、十分なPFを獲得することで不安定な最大条件においても重心動揺が軽減し安定性が向上する可能性が考えられた。一般健常人では、踵挙上角度の増加に伴い不安定となるが、十分なPFの獲得により最大条件における不安定性が軽減する可能性が示唆された。

## はじめに

新体操はジャンプやバランスなどの動きと手具操作を組み合わせる表現を行ない、その芸術性を競う採点競技である。爪先立ち(以下ルルベ)の状態で行なうことで加点されることも関係し、演技のほとんどをルルベで行なう競技特性がある<sup>1)</sup>。ルルベで演技を行なうことに加え、ジャンプやターンなどを繰り返し行なうなど

下肢にかかる負担が多い動作で演技が構成されていることも関係し、下肢とくに足部、足関節における障害や外傷が多い傾向があると報告されている<sup>2-4)</sup>。このようなスポーツにおける障害の発生要因は動作の繰り返しによるオーバーユースであり、関節や動作の不安定性は障害発生と関係している<sup>5)</sup>。つまり、足部、足関節の障害や外傷が多い新体操ではそれら関節や競技動作の安定性向上が障害予防のために必要と考えられる。しかし、新体操を対象としたルルベに関する研究は少なく、筋電図を

小林佑介  
〒630-0243 生駒市俵口町741番地  
阪奈中央病院スポーツ関節鏡センター  
TEL 0743-74-8660/FAX 0743-74-8690  
E-mail yusukekobaysi123@gmail.com

- 1) 阪奈中央病院スポーツ関節鏡センター  
Sports & Arthroscopy Center, Hanna Central Hospital
- 2) 四条啜学園大学リハビリテーション学部理学療法学専攻  
Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University
- 3) 早稲田大学スポーツ科学学術院  
Faculty of Sport Sciences, Waseda University

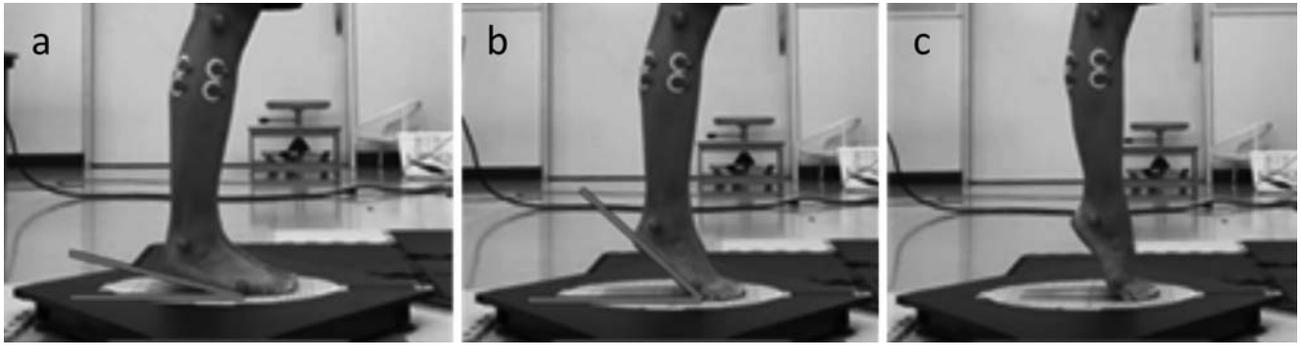


図1 ルルベの条件設定

条件設定は、床からの踵挙上角度とし挙上角度を  $10^\circ$  と  $45^\circ$  に設定した。  $10^\circ$  条件および  $45^\circ$  条件と各対象者で実施可能な最大挙上位を最大条件とした。

a :  $10^\circ$  条件, b :  $45^\circ$  条件, c : 最大条件。

用いてトレーニング中の足、膝関節の障害発生リスクを検討した報告はあるがルルベの安定性を検討した報告はない<sup>6)</sup>。ルルベに関する過去の研究はバレエダンサーを対象にしたものが多く、ダンサーと一般人を比較した研究では、ルルベ実施中ダンサーの足関節と膝関節が前後方向に同位相を示したのに対し、一般人では逆位相を示したと報告している<sup>7)</sup>。ダンサーの足関節に関する研究では、最大底屈は足関節と距骨下関節がロックされたポジションになるという報告や最大底屈による軟部組織の緊張が足関節の安定性に寄与すると報告している<sup>8,9)</sup>。また、ルルベの筋活動に関する研究では、ルルベの安定性は下肢筋の同時活動により獲得しているという報告がある<sup>10)</sup>。つまり、ダンサーは足関節の可動を減らしルルベの安定化を獲得しており、足関節の可動を減少させるための要因として、最大底屈での関節のロックや筋の同時活動が関係していると考えられる。新体操においてもバレエダンサーと同様にルルベの安定性向上には最大底屈による関節のロックや下肢筋の同時活動などによる足関節の安定化が必要と考えられる。そこで本研究の目的は、ルルベの安定性に関与する足部、足関節を中心とした身体機能を明らかにし、障害予防に必要な身体機能および効果的なトレーニング方法を検討することとした。

まず本報では、一般健常人を対象に足関節底屈角度(以下 PF)とルルベの安定性の関係を明らかにすることを目的とした。足関節の最大底屈位では関節が安定化しルルベの安定性向上に好影響となる可能性が考えられる。

### 対象と方法

対象は、神経学的、整形外科的疾患を有していない一般健常成人 10 名とし、被検者には本研究の主旨を説明

し同意を得て実施した。年齢、身長、体重の平均値および標準偏差は、年齢  $30.7 \pm 5.18$  歳、身長  $175.9 \pm 6.12$  cm、体重  $74.25 \pm 8.88$  kg であった。課題は裸足での両足爪先立ちを挙上角度の異なる  $10^\circ$ 、 $45^\circ$ 、最大の 3 条件で行なった(図 1)。条件設定は床からの踵挙上角度とし、 $10^\circ$  および  $45^\circ$  の 2 条件と、各対象者が実施可能な最大挙上位を最大条件とした。また、2 m 前方にある目の高さには設置された指標を注視し、胸部前で腕を組み上肢による重心動揺の変動を抑制した。動作中の PF の測定には、三次元動作解析装置(アニマ社製ローカス 3D MA3000)を使用し、赤外線反射マーカーを両側の膝関節外側裂隙、外果、第 5 中足骨頭の計 6カ所に貼付した。関節角度は、膝関節外側裂隙と外果を結ぶ線および外果と第 5 中足骨頭を結ぶ線のなす角とし、立位からの変化量を左右で平均し測定値とした。総軌跡長(以下 LNG)の測定には床反力計(アニマ社製 MG1000)を使用した。測定時間は 15 秒間とし、最初の 5 秒間を除外した 10 秒間を測定値として採用した。統計学的解析法は、Tukey の検定にて 3 条件間における LNG の多重比較を行ない、条件設定を各対象者で実施可能な最大挙上位とした最大条件は、PF と LNG の関係を Pearson の積率相関係数により検討した。統計処理ソフトは R3.4.4 を使用し、有意水準は 5%未満とした。

### 結 果

PF の平均値および標準偏差は、 $10^\circ$  条件で  $5.2 \pm 1.2^\circ$ 、 $45^\circ$  条件で  $27.5 \pm 5.5^\circ$ 、最大条件で  $41.6 \pm 4.6^\circ$  であった(図 2)。LNG の平均値および標準偏差は、 $10^\circ$  条件で  $67.1 \pm 5.6$  cm、 $45^\circ$  条件で  $78.8 \pm 9.0$  cm、最大条件で  $84.6 \pm 7.3$  cm であった。 $10^\circ$  条件・ $45^\circ$  条件間

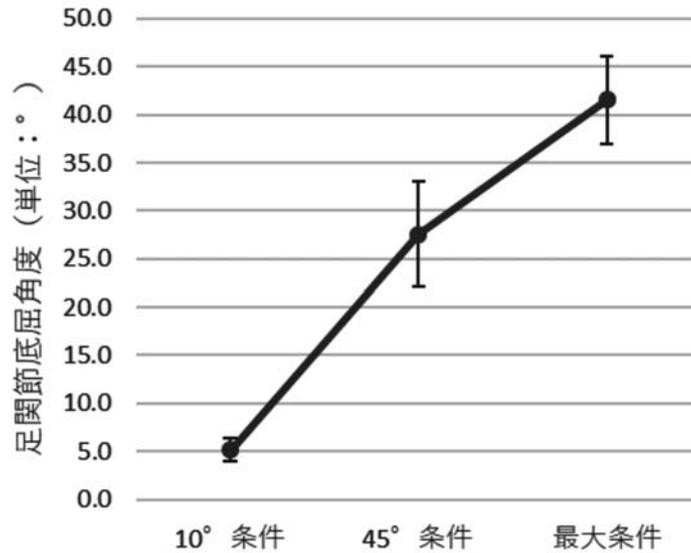


図2 条件別の足関節底屈角度

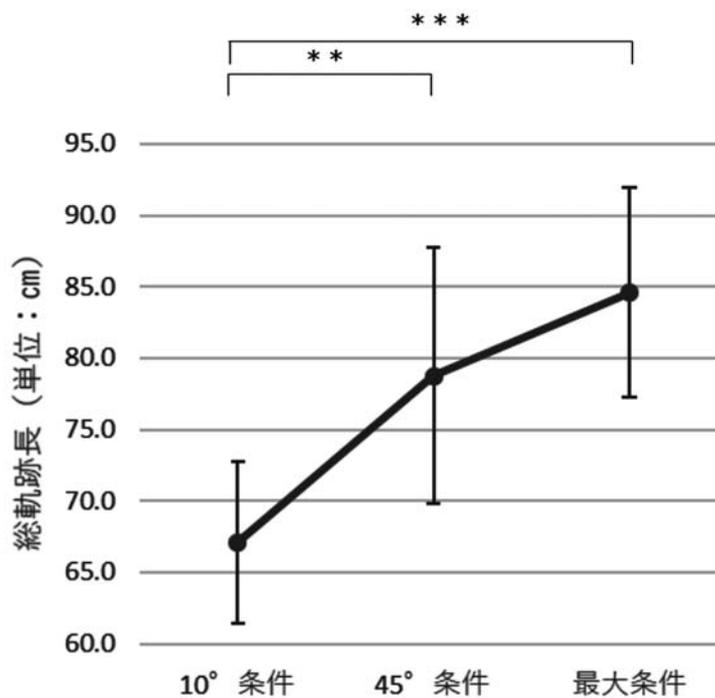


図3 各条件間における総軌跡長の比較  
 10° 条件と比較し 45° 条件で有意に長い値( $p = 0.007$ )を示し, 10° 条件と比較し最大条件で有意に長い値( $p < 0.001$ )を示した.  
 \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$

( $p = 0.007$ )と, 10° 条件・最大条件間 ( $p < 0.001$ )で有意差を認め, 挙上角度の増加に伴い LNG が延長する結果であった(図3). 最大条件での PF と LNG の関係は,

有意な負の相関を認めた( $r = -0.70, p < 0.05$ ). 最大条件では PF が大きいほど LNG は短い結果であった(図4).

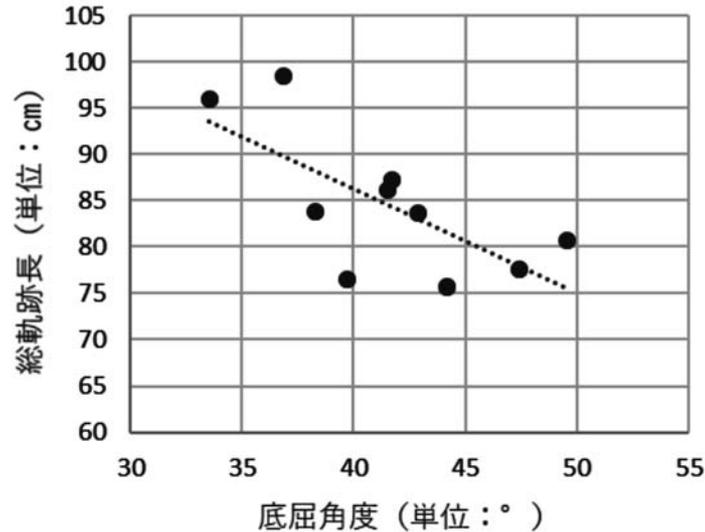


図4 最大条件における底屈角度と総軌跡長の関係  
底屈角度と総軌跡長は有意な負の相関関係( $r=-0.70$ ,  $p=0.02$ )を示した。

## 考 察

本研究は、PF とルルベの安定性の関係を明らかにすることを目的とし一般健常人を対象に測定を行なった。結果として、10°条件、45°条件と比較し最大条件においてLNGが最も長かった。最大条件のみでの検討では、PF とLNGに有意な負の相関関係を認めた。

最大条件で最もLNGが長く重心が動揺したことに関して、一般的に重心はその振動が少ないほどバランスがよいとされており、LNGには身体重心位置の高さも影響する<sup>11,12)</sup>。ルルベにおいて踵挙上角度が増加することで身体重心が高位となりLNGが増加した可能性が考えられる。またPFに関して、RussellらはダンサーのPFの測定は難しく、測定方法により50~60°といったものや90~100°とさまざまであると報告している<sup>9)</sup>。Linらは本研究と同様に三次元動作解析装置を用い測定を行っており、ダンサーのPFは50~55°であったと報告している<sup>13)</sup>。本研究の対象者は、最大条件でのPFが41.4±4.9°でありダンサーのPFより少なかったと考えられる。ダンサーは足関節最大底屈で関節をロックし足関節の安定性を得ることが報告されているが<sup>8)</sup>、一般健常人ではPFが少なく関節をロックすることができなかつたと考えられる。そのため、最大底屈で関節のロックによる足関節の安定を得ることができずLNGが増加したと考えられる。つまり、一般健常人では足関節底屈により身体重心が上昇したこと、足関節のロックによる

関節の安定化を得ることができなかったことにより10°条件、45°条件と比較し最大条件で最もLNGが増加したと考える。

最大条件でPFとLNGに有意な負の相関関係を認めたことに関して、最大条件は条件設定を各対象者で実施可能な最大挙上位とした。結果より、ルルベ実施中のPFが41.6±4.6°と各対象者間で差を認め、Linらの報告したダンサーのPFに近い測定値の対象者もいた<sup>13)</sup>。ダンサーのPFに近い対象者ほど最大条件で比較した場合、重心動揺は少なく安定していたといえる。前述したように、大きなPFは関節のロックを可能にし足関節の安定性を獲得できるとされており、一般健常人においてもダンサーと同等に足関節の底屈が可能であった対象者は、関節のロックによる足関節の安定性を獲得することができた可能性が考えられる。つまり、最大条件でルルベの安定性を向上させるためには、より大きなPFが必要であると考えられる。

本研究において、10°条件、45°条件と比較し、最大条件は重心動揺が増加し不安定であったが、より大きなPFを獲得することで最大条件でも重心動揺が軽減し安定性が向上する可能性が考えられた。本研究の限界として、一般健常人を対象にしていること、バランスに影響を与える要因として、筋活動や固有感覚などの身体機能があるが、関節角度の影響のみの検討になっていることがあげられる。今後、アスリートを対象に測定を行なうことや測定項目を追加、変更し研究を行なう必要があると考える。

## 結 語

一般健常人を対象に PF の違いによるルルベの安定性を検討した。一般健常人では、10° 条件、45° 条件と比較し最大条件は重心動揺が増加し不安定であり、ダンサーと比較して PF が少なかったことが要因として考えられた。十分な PF を獲得することで、不安定な最大条件でも重心動揺が軽減し安定性が向上する可能性が考えられた。ルルベの安定性向上には十分な PF の獲得も重要な身体機能の 1 つと示唆された。

## 文 献

- 1) 大野久留実ほか：新体操における動きの構造特性。愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 36 : 7-15, 2011.
- 2) 村田由香里：新体操における障害発生と競技ルールとの関連。日体大紀, 46 : 151-157, 2017.
- 3) Fong DT et al : A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. Sports Med, 37 : 73-94, 2007.
- 4) Edouard P et al : Gymnastics injury incidence during the 2008, 2012 and 2016 Olympic Games : analysis of prospectively collected surveillance data from 963 registered gymnasts during Olympic Games. Br J Sports Med, 52 : 475-481, 2018.
- 5) Hamill J et al : Coordinative variability and overuse injury. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol, 4 : 45, 2012.
- 6) Rutkowska-Kucharska A et al : Muscle coactivation during stability exercises in rhythmic gymnastics : a two-case study. Appl Bionics Biomech, 2018.
- 7) Tanabe H et al : Inter- and intra-lower limb joint coordination of non-expert classical ballet dancers during tiptoe standing. Hum Mov Sci, 34 : 41-56, 2014.
- 8) Hamilton WG : Sprained ankles in ballet dancers. Foot Ankle, 3 : 99-102, 1982.
- 9) Russell JA et al : Clinical anatomy and biomechanics of the ankle in dance. J Dance Med Sci, 12 : 75-82, 2008.
- 10) Hiroko T et al : Joint coordination and muscle activities of ballet dancers during tiptoe standing. Motor Control, 21 : 72-89, 2017.
- 11) Kiers H et al : A systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance. Sports Med, 43 : 1171-1189, 2013.
- 12) 田口喜一郎ほか：重心動揺軌跡距離測定法。日耳鼻会報, 79 : 835-843, 1976.
- 13) Lin CF et al : Ankle biomechanics of ballet dancers in releve en pointe dance. Res Sports Med, 13 : 23-35, 2005.

# 荷重による内側・外側半月板の変位 ～立位 MRI 検査による評価～

## Evaluation of Medial and Lateral Meniscal Shift with Upright Loading Magnetic Resonance Imaging

下崎 研吾 Kengo Shimozaki

高田 泰史 Yasushi Takata

豊岡 加朱 Kazu Toyooka

中瀬 順介 Junsuke Nakase

浅井 一希 Kazuki Asai

土屋 弘行 Hiroyuki Tsuchiya

### ● Key words

Upright loading : Magnetic resonance imaging : Ultrasonography

### ●要旨

目的：立位 MRI 検査を用いて健常成人の生理的荷重下での内側・外側半月板の変位を評価することである。

方法：対象は健常成人 18 例(男性 13 例, 女性 5 例)で平均年齢は  $21.8 \pm 3.1$  歳だった。これらに対し任意の体位保持が可能な MRI 装置を用いて膝伸展位にて臥位, 両足立位, 片足立位の 3 条件で MRI 検査を施行した。各条件で内側・外側半月板の脛骨辺縁に対する変位量と半月板長から半月板変位率を算出した。

結果・結語：健常成人における膝伸展位荷重では, 内側半月板は臥位に対して両足および片足立位で有意に内方に変位したが, 前方・後方には変位しなかった。一方で外側半月板は外方・前方・後方のすべての方向に有意な変位を認めた。

### はじめに

内側・外側半月板の逸脱は下肢アライメントや軟骨・半月板損傷と関連し, 最終的には変形性膝関節症につながる指標である<sup>1,2)</sup>。この半月板逸脱は関節荷重により増大することが仰臥位での特殊な magnetic resonance imaging (MRI) 装置を用いた研究にて報告されている<sup>3,4)</sup>。しかし, この荷重による半月板の形態変化を生理的荷重条件すなわち立位での MRI 検査で評価した報

告はなく, 立位荷重による半月板形態変化はいまだ不明な点が多い。そこでわれわれは立位生理的荷重下での撮影が可能な MRI 装置を開発し研究を行なった。本研究の目的は, 立位 MRI 検査を用いて健常成人の生理的荷重下での内側および外側半月板の変位を評価することである。

### 方 法

対象は膝関節に外傷や手術の既往がなく, 下肢アライ

下崎研吾

〒920-8641 金沢市宝町 13-1

金沢大学附属病院整形外科

TEL 076-265-2374/FAX 076-234-4261

E-mail shimo\_ne01@yahoo.co.jp

金沢大学附属病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Kanazawa University Hospital

メント異常を認めない健常成人 18 名(男性 13 名, 女性 5 名)で平均年齢は  $21.8 \pm 3.1$  歳だった。これらの症例に対して臥位・両足立位・片足立位の 3 条件で右膝伸展位での MRI 検査を施行した。MRI は任意の体位保持が可能なオープン型 MRI 装置(図 1: 日立製作所製, 0.4-T Gravity MRI)を使用し, 3D のグラディエントエコー法にて取得した。MRI の撮影条件は有効視野(field of view)220 mm, repetition time 29.6 mm, echo time 17.3 ms, スライス厚 2.0 mm で T1 強調画像の矢状断・冠状断像を取得した。MRI 撮像時間は 1 条件につ

き約 3 分であり, 参加者あたり約 20 分程度であった。MRI による内側半月板の内方変位および外側半月板の外方変位の評価はそれぞれ脛骨中央を通る冠状断像で行ない, 内側・外側半月板の前方・後方変位の測定はそれぞれ大腿骨内顆・外顆中心を通る矢状断像で行なった(図 2,3)。各条件における内側・外側半月板の脛骨辺縁に対する変位量(mm)を測定し, 同断面の半月板長で除することで内方・外方・前方・後方変位率(%)を算出した。また脛骨辺縁からの変位量は脛骨関節面外への変位を正, 脛骨関節面内を負に表示した。それぞれの変位率

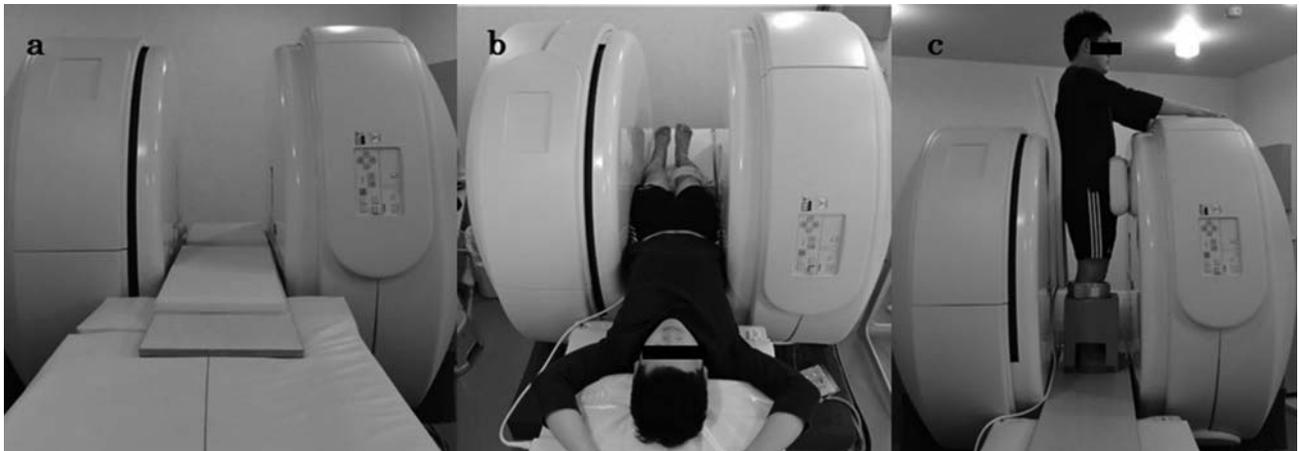


図 1 任意の体位保持が可能な立位 MRI 装置(a), 臥位撮影(b), 立位撮影(c)

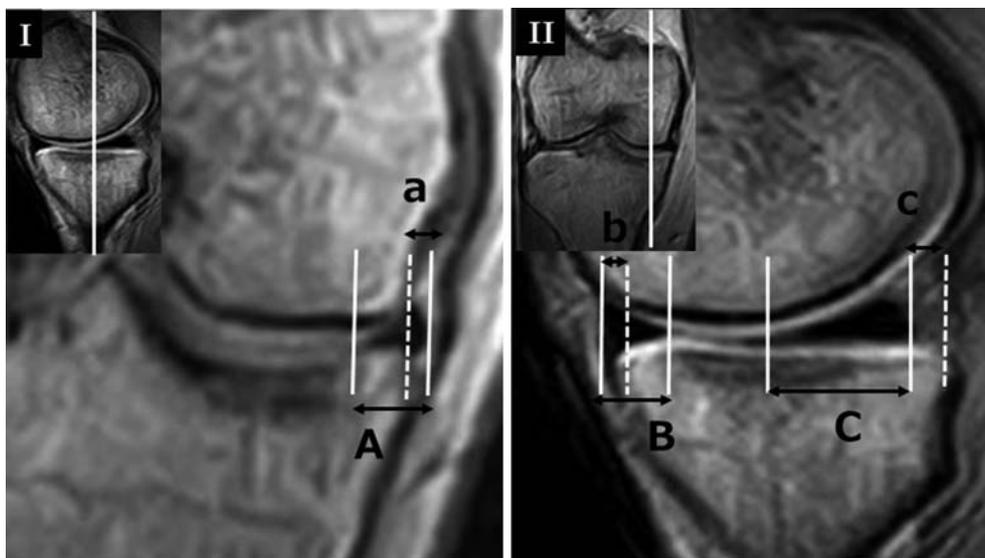


図 2 内側半月板の内方変位率(I), 前方・後方変位率(II)の評価方法  
 内方変位率 =  $a/A \times 100\%$ , 前方変位率 =  $b/B \times 100\%$ , 後方変位率 =  $c/C \times 100\%$   
 実線-実線(大文字アルファベット)が半月板長, 実線-点線(小文字アルファベット)が脛骨辺縁からの距離をそれぞれ示す。

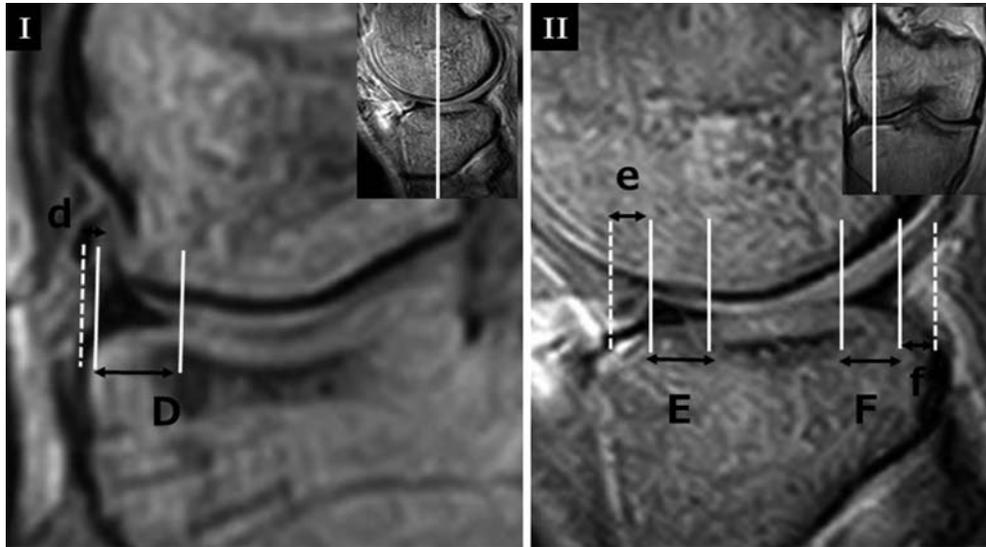


図3 外側半月板の外方変位率(I), 前方・後方変位率(II)の評価方法  
 外方変位率=d/D×100%, 前方変位率=e/E×100%, 後方変位率=f/F×100%

表1 内側半月板における内方・前方・後方変位率(量)と3群間分散分析

変位率(%) (変位量 [mm])	臥位	両足立位	片足立位	p-value
内方変位率 (変位量)	7.3±5.8 (0.6±0.5)	20.0±8.8 (1.8±0.8)	21.5±7.6 (2.0±0.6)	<0.01
前方変位率 (変位量)	33.8±5.9 (3.8±1.0)	35.1±7.3 (3.7±1.1)	33.1±7.6 (3.6±1.0)	0.93
後方変位率 (変位量)	-25.3±8.5 (-4.7±1.5)	-27.1±9.6 (-4.5±1.6)	-26.8±8.2 (-4.2±1.3)	0.33

に対して臥位, 両足立位, 片足立位で3群間分散分析を行ない, 有意差(p<0.05)を認めた項目には, 多重比較検定を行ない荷重条件による内側・外側半月板の変位率について検討した. 半月板変位率測定は経験のある整形外科医2名で行ない, 検者間・検者内信頼性も級内相関係数を用いて測定した.

なお, 本研究は金沢大学医学部倫理委員会の承認を受け(承認番号 2328-2), すべての参加者において本研究内容およびMRI検査の安全性に関する説明を十分に行ない, 文書で研究参加への同意を得た.

### 結 果

内側半月板の内方変位率は3群間に有意差を認め(表1), 臥位に対して両足および片足立位で有意に大きかった(図4: 臥位 vs 両足立位; p<0.01, 臥位 vs 片足立位; p<0.01, 両足立位 vs 片足立位; p=0.70). 一方

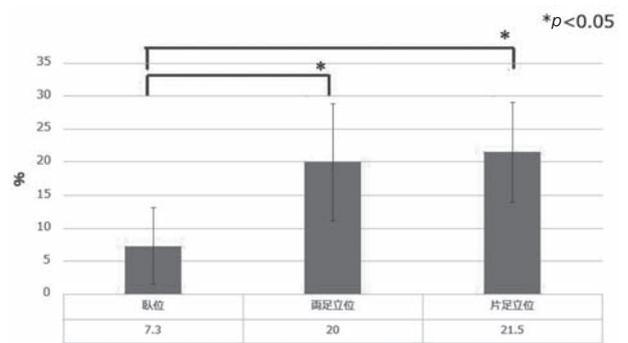


図4 内側半月板内方変位率の3群間多重比較検定

で, 前方および後方変位率は臥位, 両足立位, 片足立位の3群間で有意差を認めなかった(表1). 外側半月板の外方・前方・後方変位率はそれぞれ3群間に有意差を認めた(表2). 外方変位は臥位に対して片足立位で有意に大きかったが, 両足立位では有意差を認めなかった(図

表2 外側半月板における外方・前方・後方変位率(量)と3群間分散分析

変位率(%) (変位量 [mm])	臥位	両足立位	片足立位	p-value
外方変位率 (変位量)	-1.2±11.8 (-0.1±1.0)	2.7±11.1 (0.2±1.0)	4.5±10.8 (0.5±1.1)	<0.01
前方変位率 (変位量)	-20.6±14.3 (-2.5±1.5)	-14.7±12.2 (-1.4±1.7)	-8.9±14.9 (-1.1±1.8)	<0.01
後方変位率 (変位量)	-78.0±19.6 (-7.1±1.5)	-63.7±18.7 (-5.8±1.8)	-57.8±19.2 (-5.4±1.7)	<0.01

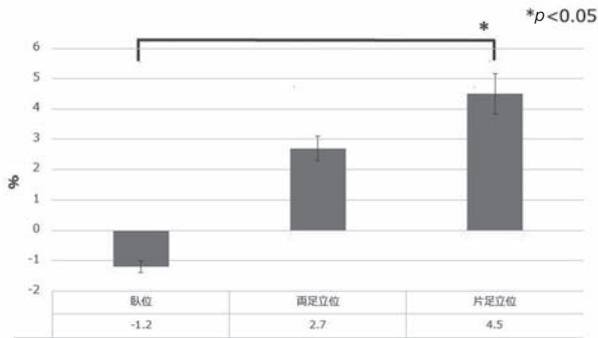


図5 外側半月板外方変位率の3群間多重比較検定

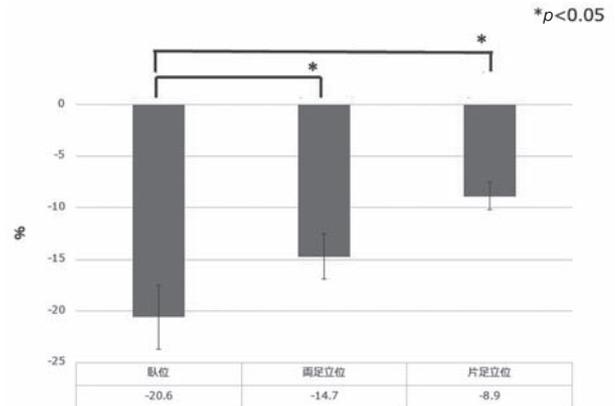


図6 外側半月板前方変位率の3群間多重比較検定

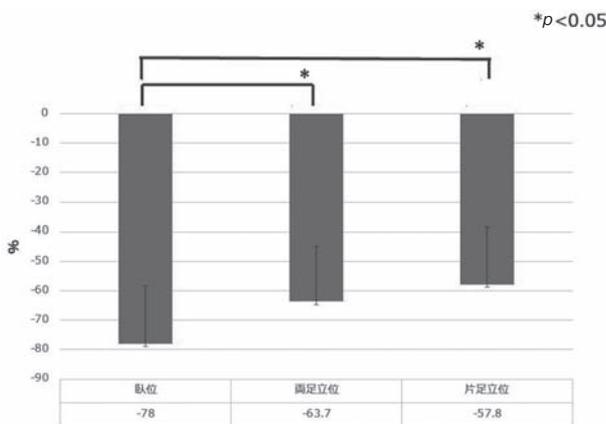


図7 外側半月板後方変位率の3群間多重比較検定

### 考 察

本研究から健常成人であっても内側半月板は立位荷重により内方に有意に変位し、前方・後方には変位を認めなかった。一方で外側半月板は外方・前方・後方すべてに変位した。内側半月板が荷重により前方・後方に変位しなかった理由としては、内側半月板前節部が膝伸展位では元々前方に位置するため荷重による圧増加の影響を受けにくいことが考えられる<sup>5)</sup>。一方、内側半月板後方は後方関節包や半膜様筋腱とのつながりが強く<sup>6,7)</sup>、膝伸展位では後方関節包や半膜様筋の緊張が増すために変位が抑えられたと考えられる。また外側半月板で外方・前方・後方すべての方向に変位がみられた理由もその解剖学的特徴が関与していると考えられる。すなわち、外側半月板には後外側部に膝窩筋腱裂孔が存在し関節包とのつながりが少ない。さらには内側半月板にみられるような内側側副靭帯や冠状靭帯といった半月板を固定する強靭な周囲組織がないことがあげられる。このため外側半月板は高い可動性を有し、荷重により全方向に大きく変位したものと考えられた。今回のわれわれの結果は近年本邦でも増加傾向にある半月板縫合術の術後リハビリテーションや荷重開始時期に応用が可能であると考えられる。現

5; 臥位 vs 両足立位;  $p=0.21$ , 臥位 vs 片足立位;  $p=0.04$ , 両足立位 vs 片足立位;  $p=0.72$ ). 前方・後方変位率はともに臥位に対して両足・片足立位で有意に大きかった(前方(図6); 臥位 vs 両足立位;  $p<0.01$ , 臥位 vs 片足立位;  $p<0.01$ , 両足立位 vs 片足立位;  $p=0.33$ , 後方(図7); 臥位 vs 両足立位;  $p=0.02$ , 臥位 vs 片足立位;  $p<0.01$ , 両足立位 vs 片足立位;  $p=0.45$ ). 半月板変位率測定における検者内信頼性は0.903, 検者間信頼性は0.875と高い再現性を認めた。

在, 内側半月板縫合後には, その断裂形態や位置によって伸展での早期荷重を許可している. 一方で外側半月板縫合後は半月板断裂の位置に関わらず荷重による影響を受けることから伸展位であっても慎重なりハビリが必要と考えている.

また本研究では両足立位と片足立位における半月板変位率は内側・外側半月板ともにやや片足立位で変位が大きい傾向であったが有意差はなかった. これは対象がアライメント異常のない健常人であったことが要因と考えられる. すなわち, 下肢アライメント異常がないため膝関節のスラストといった片足荷重による膝関節負荷の増加の影響が少ない. このため本研究の結果を膝関節痛やアライメント異常をもつ患者に適用できるか否かは不明である. 今後は下肢アライメントと半月板変位の関連や膝痛を有する患者を対象にした立位 MRI 検査やより簡易に臨床応用が可能な超音波検査を併用して検討していく予定である.

## 結 語

健常成人の膝伸展立位 MRI 検査において生理的荷重により内側半月板は内方に変位し, 外側半月板は外方・前方・後方に変位した. 内側半月板に比して外側半月板は周囲軟部組織とのつながりが疎であり, 動きの自由度が高いことが荷重による大きな変位の要因と考えられた.

## 謝 辞

本研究に際し, 大変お力添え頂きました金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター・ウェルネスイメージング分野教授である宮地利明先生ならびに同助教である大野直樹先生に感謝の意を表します.

## 文 献

- 1) Crema MD et al : Factors associated with meniscal extrusion in knees with or at risk for osteoarthritis : the Multicenter Osteoarthritis Study. *Radiology*, 264 : 494-503, 2012.
- 2) Roemer FW et al : Tibiofemoral joint osteoarthritis : risk factors for MR-depicted fast cartilage loss over a 30-month period in the multicenter osteoarthritis study. *Radiology*, 252 : 772-780, 2009.
- 3) Patel R et al : Loaded versus unloaded magnetic resonance imaging (MRI) of the knee : effect on meniscus extrusion in healthy volunteers and patients with osteoarthritis. *Eur J Radiol*, 3 : 100-107, 2016.
- 4) Barile A et al : Evaluation of medial meniscus tears and meniscal stability : weight-bearing MRI vs arthroscopy. *Eur J Radiol*, 82 : 633-639, 2013.
- 5) Yao J et al : Magnetic resonance image analysis of meniscal translation and tibio-menisco-femoral contact in deep knee flexion. *J Orthop Res*, 26 : 673-684, 2008.
- 6) De Maeseneer M et al : Distal insertions of the semimembranosus tendon : MR imaging with anatomic correlation. *Skeletal Radiol*, 43 : 781-791, 2014.
- 7) DePhillipo NN et al : Quantitative and qualitative assessment of the posterior medial meniscus anatomy : defining meniscal ramp lesions. *Am J Sports Med*, 47 : 372-378, 2019.

# 内側半月板後根断裂に対する pullout 修復術後の 脛骨回旋変化の検討

## Transtibial Pullout Repair of Medial Meniscus Posterior Root Tear Restores Physiological Internal Rotation of the Tibia in the Knee-flexed Position

岡崎 勇樹 Yuki Okazaki  
宮澤 慎一 Shinichi Miyazawa  
日野 知仁 Tomohito Hino

古松 毅之 Takayuki Furumatsu  
釜付 祐輔 Yusuke Kamatsuki  
尾崎 敏文 Toshifumi Ozaki

### ● Key words

Medial meniscus posterior root tear : Magnetic resonance imaging : Tibial rotation

### ●要旨

内側半月板 (medial meniscus ; MM) の後根断裂 (posterior root tear ; PRT) は膝関節の負担を急激に増大させるため、早期診断・治療が重要とされるが、生体における脛骨回旋について報告した研究はない。今回われわれは脛骨の回旋変化を pullout 修復術前後で検討した。MMPRT に対して pullout 修復術を施行した 15 膝と健常人ボランティア 7 膝を対象とした。術前・術後 3 ヶ月の magnetic resonance imaging 水平断像 (膝 10°, 90° 屈曲位) で計測した。大腿骨の軸は surgical epicondylar axis, 脛骨の軸は膝蓋腱内側縁と脛骨内側顆間隆起を結ぶ線とし、両骨軸が直行するものを基準 (内外旋 0°) とした。健常膝・MMPRT 膝・pullout 修復膝における膝 10°/90° 屈曲位の平均内旋角度は、おのおの  $1.0 \pm 3.3^\circ / 4.1 \pm 3.5^\circ \cdot 1.1 \pm 3.0^\circ / 1.3 \pm 3.0^\circ \cdot 1.6 \pm 2.9^\circ / 4.3 \pm 2.9^\circ$  であった。健常膝でみられる膝屈曲時の内旋は MMPRT 受傷膝ではみられず、pullout 修復することで生理的内旋を復元できた。

### はじめに

内側半月板 (medial meniscus ; MM) の後根断裂 (posterior root tear ; PRT) は、膝関節における大腿骨～脛骨間の接触面積の減少および接触圧の増大により<sup>1)</sup>、短期間で膝関節の変性が進行する。近年 MMPRT に対する経脛骨 pullout 修復術の有用性が報告されているが<sup>2)</sup>、内側半月板逸脱は MMPRT 受傷後急速に進行し<sup>3)</sup>、内側半月板逸脱が小さい段階で修復術を行えば良好な臨床成績が得られるため<sup>4)</sup>、posteromedial pain-

ful popping (急激に出現する膝後内側部痛)<sup>5)</sup> の問診や MRI により早期に診断し<sup>6-8)</sup>、可及的すみやかに修復術を施行する必要がある<sup>9)</sup>。Cadaver を用いた研究で、MMPRT 膝では脛骨外旋が増し、pullout 修復術後は本来の内旋が復元されると報告されているが<sup>10)</sup>、渉猟し得た範囲で生体における脛骨回旋について報告した研究はない。本研究の目的は、健常膝、MMPRT 膝、pullout 修復術後膝のおのおのにおける脛骨回旋角度について検討することである。

古松毅之  
〒700-8558 岡山市北区鹿田町 2-5-1  
岡山大学大学院整形外科  
TEL 086-235-7273

岡山大学大学院整形外科  
Department of Orthopaedic Surgery, Okayama University Graduate School

## 対象と方法

2016年1月から2017年10月にF-MMA法により経脛骨 pullout 修復術を施行した15膝(男性2膝, 女性13膝)と健常人ボランティア7膝を対象とした。手術適応は, femorotibial angle 180°未滿, 軟骨損傷が軽度にとどまっているもの(Outerbridge grade 0~2), Kellgren-Lawrence grade 0~2を滿たす症例とした。手術時平均年齢は60歳(35~72歳), MMPRT受傷から手術までは平均15.5週(1~42週)であった。健常人ボランティアの平均年齢は27歳(22~33歳)であった(表1)。MMPRTに対しては, FasT-Fix と #2 Ultrablaid (Smith & Nephew)を併用した modified Mason-Allen suture (F-MMA)でMM後角断端を捉え, 専用の aim-

ing device (MMPRTガイド, Smith & Nephew)を用いて解剖学的MM後根付着部に脛骨骨孔を作製し, pull-out 修復術を行なった<sup>11~13)</sup>。術後2週間は免荷でknee braceによる伸展位固定, 術後3週目から1/3部分荷重および膝可動域訓練0~45°を開始, 術後4週目で1/2部分荷重および膝屈曲60°, 術後5週目で全荷重および膝屈曲90°, 術後7週目で膝屈曲制限120°, 術後3ヵ月で膝深屈曲を許可した。

Magnetic resonance imaging (MRI)は, MMPRT膝で術前および術後3ヵ月の2回, 健常膝は1回のみ撮像した(非荷重・膝関節10°/90°屈曲位)。MRIによる計測には, 脛骨粗面に平行な水平断像をもとに脛骨顆間隆起が同定できるスライスを用いた。大腿骨軸にはsurgical epicondylar axisを, 脛骨軸には膝蓋腱内側縁と内側顆間隆起を結ぶ線<sup>14)</sup>を用いた。両骨軸が直行するものを基

表1 患者背景

	MMPRT 膝群	健常膝群	p 値
症例数	15	7	
年齢 (歳)	59.8±9.7	27.6±4.65	<0.001*
男性/女性	2/13	3/4	
身長 (m)	1.56±0.06	1.65±0.09	0.009*
体重 (kg)	65.9±13.7	55.7±12.3	0.11
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.0±4.62	20.3±2.64	0.002*
Kellgren-Lawrence grade I/II	10/5	N/A	
受賞後から手術までの期間 (週)	15.5±13.9	N/A	

数値は平均値±標準偏差。Medial meniscus posterior root tear (MMPRT). Body mass index (BMI). Not applicable (N/A). \*統計学的有意差あり

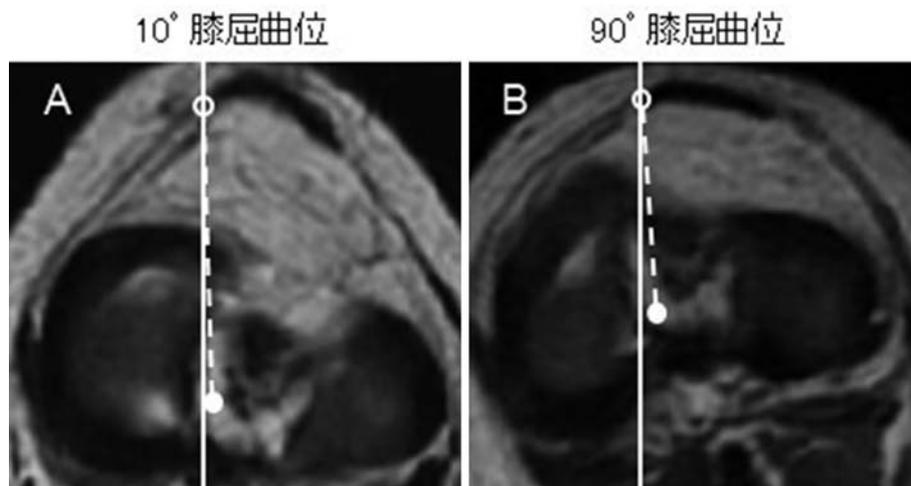


図1 健常膝(左)のMRI画像  
Surgical epicondylar axisに垂直な線(実線)と, 膝蓋腱内側縁(円)と脛骨内側顆間隆起(点)を結ぶ線(点線).  
A: 膝10°屈曲位における内旋角度は1°であった。  
B: 膝90°屈曲位における内旋角度は5°であった。

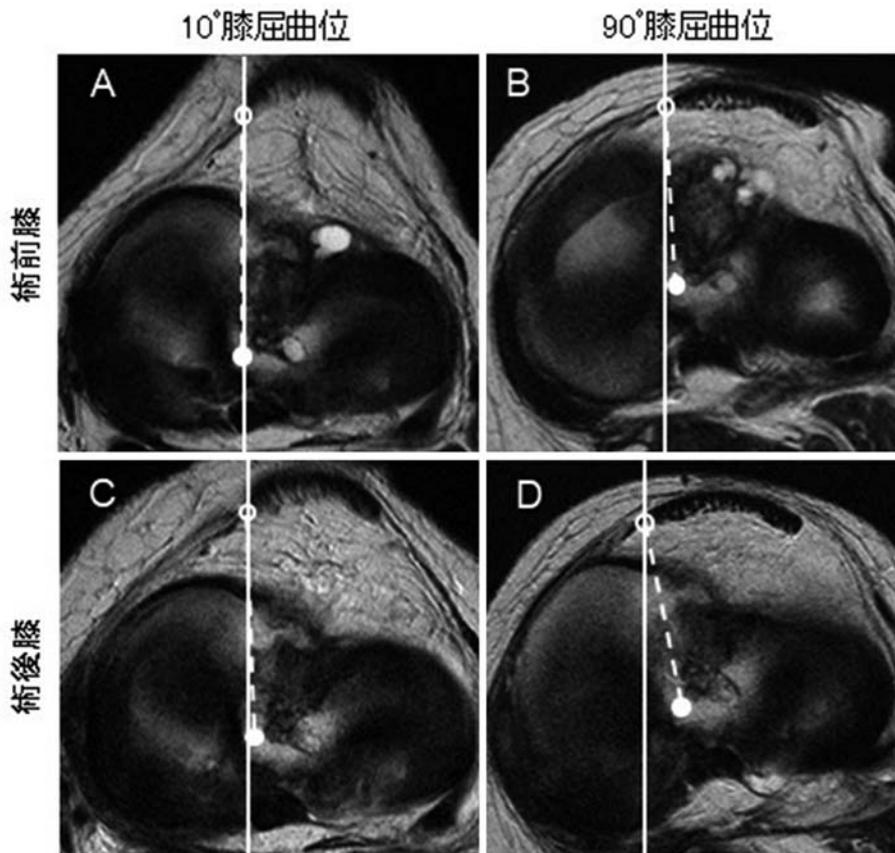


図2 術前膝(medial meniscus posterior root tear ; MMPRT)と術後膝(pullout 修復術後)のMRI 画像(左膝) Surgical epicondylar axis に垂直な線(実線)と、膝蓋腱内側縁(円)と脛骨内側顆間隆起(点)を結ぶ線(点線).  
 A : MMPRT 膝. 膝 10° 屈曲位における内旋角度は±0°であった.  
 B : MMPRT 膝. 膝 90° 屈曲位における内旋角度は 2°であった.  
 C : Pullout 修復術後膝. 膝 10° 屈曲位における内旋角度は 1°であった.  
 D : Pullout 修復術後膝. 膝 90° 屈曲位における内旋角度は 9°であった.

準(内外旋 0°)として内旋方向の回旋を正の数で表した(図 1,2). 結果は, 平均±標準偏差で表記した.

統計解析には自治医科大学附属さいたま医療センターの EZR<sup>15)</sup>を用いた. 各群における膝屈曲位 10°と 90°の比較には Wilcoxon 符号順位検定を用い, 膝屈曲位 10°/90°における 3 群間比較には ANOVA を, MMPRT 膝と健常膝の患者背景の比較には t 検定と Fisher の正確検定検査を用いた. *p* 値が 0.05 未満の場合を有意差ありとした.

### 結 果

健常膝の脛骨回旋は, 10°屈曲位において 1.0±3.3°, 90°屈曲位において 4.1±3.5°であった. MMPRT 膝の脛骨回旋は, 10°屈曲位において 1.1±3.0°, 90°屈曲位において 1.3±3.0°であった. Pullout 修復術後膝の

脛骨回旋は, 10°屈曲位において 1.6±2.9°, 90°屈曲位において 4.3±2.9°であった.

正常膝と pullout 修復術後膝では, 10°屈曲位と比較して 90°屈曲位で有意に脛骨は内旋していたが(*p*=0.02/*p*<0.001), MMPRT 膝では 10°屈曲位と 90°屈曲位で脛骨回旋に有意差を認めなかった(*p*>0.05)(図 3). 90°屈曲位において, pullout 修復術後膝は MMPRT 膝と比較して有意な内旋を認めた(*p*=0.01)が, pullout 修復術後膝と健常膝では有意な回旋の差を認めなかった. 10°屈曲位における比較では, いずれも脛骨回旋に有意差を認めなかった.

### 考 察

本研究により, MMPRT 膝において膝屈曲時に生理的な内旋は認められないこと, そして MMPRT 膝に対

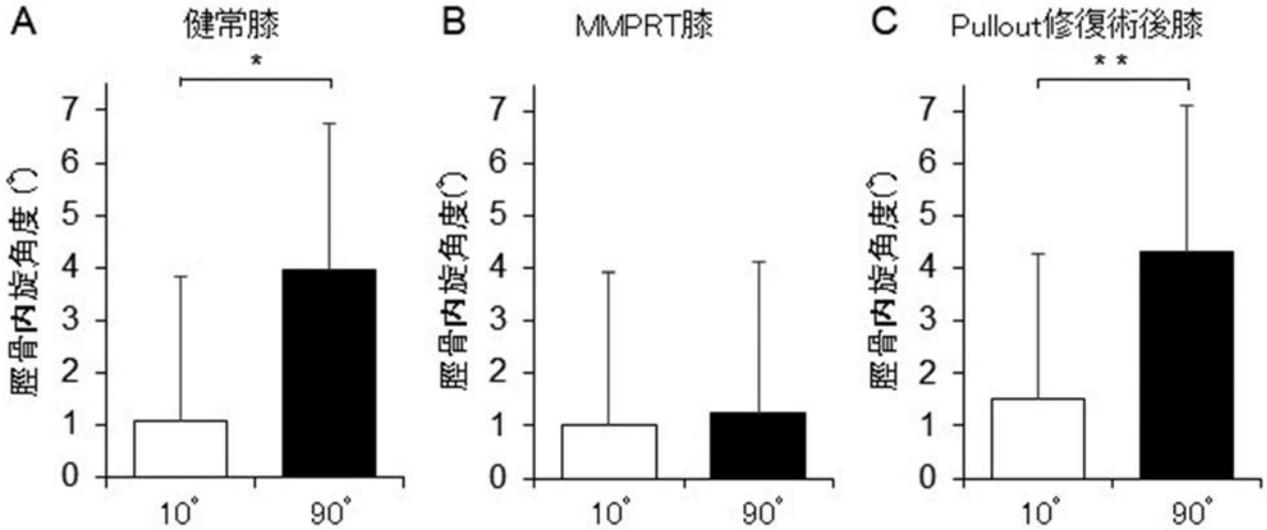


図3 MRIにおける膝10°・90°屈曲位の脛骨内旋角度  
 A：健常膝. \* p<0.05  
 B：Medial meniscus posterior root tear (MMPRT)膝  
 C：Pullout 修復術後膝. \*\* p<0.001

して pullout 修復術を施行することで生理的内旋が健常膝と同程度まで復元されることが明らかとなった。

健常膝では0°から120°までは脛骨には medial pivot と呼ばれる内旋が起こり、120°から深屈曲までは両大腿骨顆部が脛骨に対して roll back を起こす<sup>16)</sup>。Cadaver を用いて MMPRT 膝の検討を行なった研究で、伸展位では有意差はなかったものの、30°・60°・90°屈曲位において MMPRT 膝では健常膝・後根修復術後膝と比較し脛骨は外旋していたこと、また後根修復後はその外旋は是正されたことが報告されている<sup>13)</sup>。しかし、筋肉の存在・位置覚・治癒過程等が考慮されおらず生体にそのまま適応するのは難しい。今回のわれわれの結果はこの研究の結果と一致し、MMPRT 膝は90°屈曲位では健常膝や pullout 修復術後膝と比較し脛骨は外旋しており、pullout 修復術後は生理的な内旋へと復元されていた。

MMPRT 膝では膝屈曲時に MM は後方に逸脱する<sup>17)</sup>。したがって、secondary stabilizer としての MM 従来の機能が破綻し MM 後節によって大腿骨内顆の後方転位を制御できず、膝屈曲時の病的な脛骨外旋につながったと考えられる。MM は膝関節後内側の動的な安定性をもたらすうえで非常に重要であるが<sup>18)</sup>、MMPRT を pullout 修復し機能回復することで、結果として生理的な内旋を復元できたと考える。

本研究の限界として、後向き研究であること、サンプル数が少なく健常膝との患者背景が一致していないこと、経過観察期間が短いこと、検出できた回旋角度が比

較的小さいこと、非荷重で10°と90°のみの評価であること、初期固定の張力や縫合糸が緩む可能性が検討されていないことなどがあげられる。

## 結 語

MMPRT を受傷すると健常膝に比べ膝屈曲の際に脛骨が内旋しないが、pullout 修復することで生理的な脛骨内旋を誘導することができる。

## 文 献

- 1) Marzo JM et al : Effects of medial meniscus posterior horn avulsion and repair on tibiofemoral contact area and peak contact pressure with clinical implication. Am J Sports Med, 37 : 124-129, 2009.
- 2) Moatshe G et al : Posterior meniscal root injuries : a comprehensive review from anatomy to surgical treatment. Acta Orthop, 87 : 452-458, 2016.
- 3) Furumatsu T et al : Meniscal extrusion progresses shortly after the medial meniscus posterior root tear. Knee Surg Relat Res, 29 : 295-301, 2017.
- 4) Chung KS et al : Pullout fixation of posterior medial meniscus root tears : correlation between meniscus extrusion and midterm clinical results. Am J Sports Med, 45 : 42-49, 2017.

- 5) Bae JH et al : Predictive value of painful popping for a posterior root tear of the medial meniscus in middle-aged to older Asian patients. *Arthroscopy*, 29 : 545-549, 2012.
- 6) Lee YG et al : Magnetic resonance imaging findings of surgically proven medial meniscus root tear : tear configuration and associated knee abnormalities. *J Comput Assist Tomogr*, 32 : 452-457, 2008.
- 7) Choi SH et al : The MRI findings of meniscal root tear of the medial meniscus : emphasis on coronal, sagittal and axial images. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20 : 2098-2103, 2012.
- 8) Furumatsu T et al : A giraffe neck sign of the medial meniscus : a characteristic finding of the medial meniscus posterior root tear on magnetic resonance imaging. *J Orthop Sci*, 22 : 731-736, 2017.
- 9) Chung KS et al : A meta-analysis of clinical and radiographic outcomes of posterior horn medial meniscus root repairs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24 : 1455-1468, 2016.
- 10) Allaire R et al : Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus similar to total meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am*, 90 : 1922-1931, 2008.
- 11) Kodama Y et al : Pullout repair of a medial meniscus posterior root tear using a FasT-Fix<sup>®</sup> all-inside suture technique. *Orthop Traumatol Surg Res*, 102 : 951-954, 2016.
- 12) Fujii M et al : A novel suture technique using the FasT-Fix combined with Ultrabraid for pullout repair of the medial meniscus posterior root tear. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 27 : 559-562, 2017.
- 13) Furumatsu T et al : A new aiming guide can create the tibial tunnel at favorable position in transtibial pullout repair for the medial meniscus posterior root tear. *Orthop Traumatol Surg Res*, 103 : 367-371, 2017.
- 14) Lee BK et al : Restoration of the anatomic position during a meniscal allograft transplantation using pre-existing landmarks. *Arch Orthop Trauma Surg*, 135 : 393-399, 2015.
- 15) Kanda Y : Investigation of freely available eas-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*, 48 : 452-458, 2013.
- 16) Freeman MA et al : The movement of the normal tibio-femoral joint. *J Biomech*, 38 : 197-208, 2005.
- 17) Masuda S et al : Medial meniscus posterior root tear induces pathological posterior extrusion of the meniscus in the knee-flexed position : an open magnetic resonance imaging analysis. *Orthop Traumatol Surg Res*, 104 : 485-489, 2018.
- 18) Tang H et al : Anatomy and biomechanical research progress of knee posteromedial corner. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 23 : 1058-1061, 2009.

# 野球肘として加療されていた滑膜性骨軟骨腫症の 1 例

## A Case of Synovial Osteochondromatosis Treated as Baseball Elbow

杉山 公一<sup>1)</sup> Koichi Sugiyama河崎 賢三<sup>1,2)</sup> Kenzo Kawasaki

### ● Key words

滑膜性骨軟骨腫症, 肘関節, 野球肘

### ●要旨

野球肘として他院で経過をみられていたが, 当院受診後, 身体所見, 画像検査で滑膜性骨軟骨腫症を考え, 鏡視下手術, 病理組織検査後に診断に至った高校野球選手の症例を経験した。術後1年8ヵ月時の診察時, 単純X線での明らかな遊離体の再発はみられていないが, 可動域は術前よりも改善したものの, 制限が残存した。本疾患は骨化するまでX線像に表われにくいこと, 遊離体の数が増加しなければ, 症状発現をみないこと等により, 診断が遅れることがある。本症例のような経過もあるため, 野球肘と診断し加療している時点でも, 改善がみられない場合, 可動域の悪化がみられる場合は本疾患も鑑別の1つとして考え, 定期的な診察や画像検査を行なうことが必要であると考えた。

### はじめに

滑膜性骨軟骨腫症は, 滑膜中に軟骨組織および骨組織が発生し, やがては遊離体として関節腔内で発育することにより関節の疼痛, 関節可動域制限等の症状をきたす疾患で, 好発部位は膝関節(58%), 肘関節(19%), 股関節(13%)<sup>1)</sup>である。投球との因果関係は明確にはされていないが, スポーツ選手の肘関節に発生した例が報告されている<sup>2,3)</sup>。

今回われわれは, 野球肘(内側側副靭帯損傷)として他院で経過をみられていたが, 滑膜性骨軟骨腫症と診断した症例を経験したのでこれを報告する。

### 症 例

#### 現病歴

高校2年生, 硬式野球部捕手。平成27年3月からの投球側の肘関節尺側部痛を主訴に前医を受診し, 単純

X線を施行されたが明らかな所見がみられず, 内側側副靭帯損傷と診断されていた。他の医療機関でリハビリテーション加療をされていたが, 症状は改善していなかった。徐々に橈側や後方にも疼痛が生じ, 可動域制限も悪化してきたため, 同年12月に当院を受診した。

#### 初診時身体所見

右肘関節腫脹があった。熱感はなかった。肘関節可動域は屈曲115°, 伸展-50°と制限があった。肘関節部橈側, 尺側, 後方に圧痛があった。

#### 画像検査所見

単純X線: 肘関節前方に粒状の陰影を認めた(図1)。

単純CT: 滑車部や肘頭窩, 腕橈関節, 腕尺関節に粒状の陰影を認めた(図2)。

#### 診断

滑膜性骨軟骨腫症と考え, 当院受診約2週間後に手術を施行した。

杉山公一

〒225-0025 横浜市青葉区鉄町2201-5

横浜総合病院スポーツ整形外科

TEL 045-602-0001

1) 横浜総合病院スポーツ整形外科

Department of Sports Orthopedic Surgery, Yokohama General Hospital

2) 桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部

Faculty of Culture and Sports Policy, Toin Yokohama University



図1 初診時単純X線像  
肘関節前方に粒状の陰影を認める.

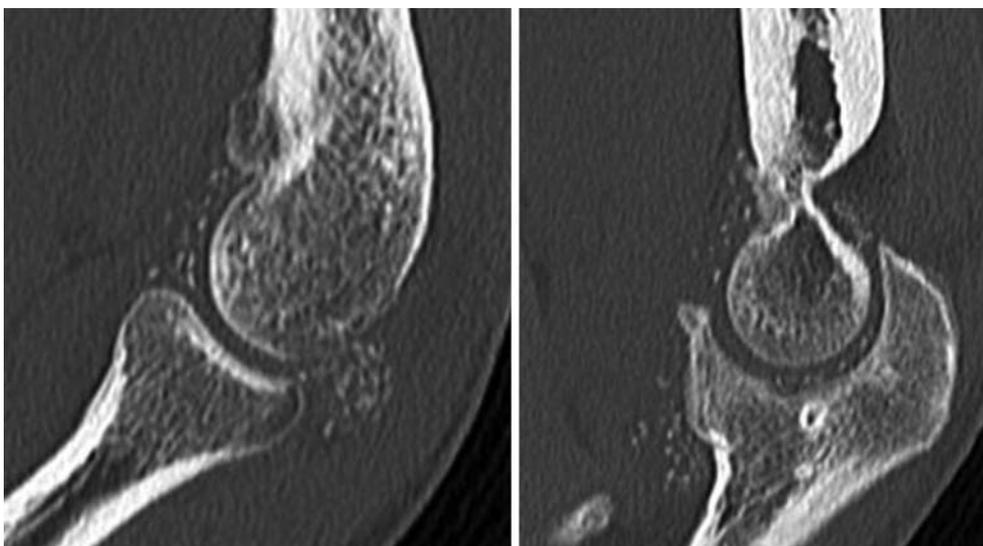


図2 初診時CT像  
滑車部や肘頭窩、腕橈関節、腕尺関節に粒状の陰影を認める.

#### 術中所見

肘関節鏡視下での遊離体の摘出を行なった。肘関節前方、腕橈関節、肘頭窩、滑車部に遊離体を多数認めた。また滑膜の増生や発赤、軟骨化生も認めた(図3)。遊離体の摘出と、滑膜切除を施行した。

#### 病理組織学的所見

滑膜の線維性結合組織内に結節状の硝子軟骨様組織が広範に認められ、また遊離体には結節状の骨組織が認められ、滑膜炎性骨軟骨腫症の所見であった(図4)。

#### 経過

術後は可及的に可動域訓練を行なった。緩徐であるものの、可動域の改善がみられたが、術後約1年2ヵ月時の診察時の可動域は、屈曲130°、伸展-20°で、術後1年8ヵ月の診察時まで変わらなかった。本症例の患者は、可動域制限のため、野球のプレーへの復帰はしなかった。単純X線での明らかな再発の所見はみられていない(図5)。

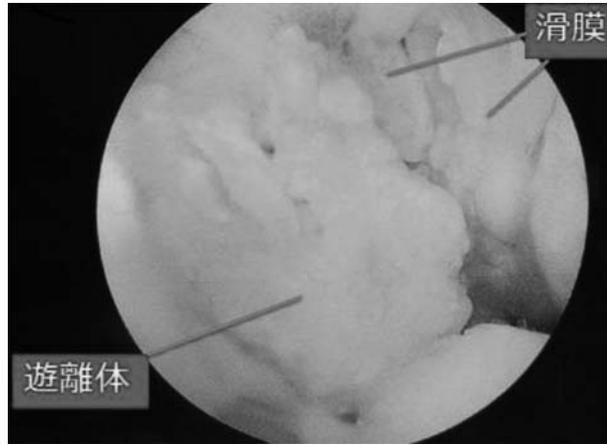


図3 肘関節鏡視下所見(肘頭窩)  
遊離体, 滑膜の増生がみられた.

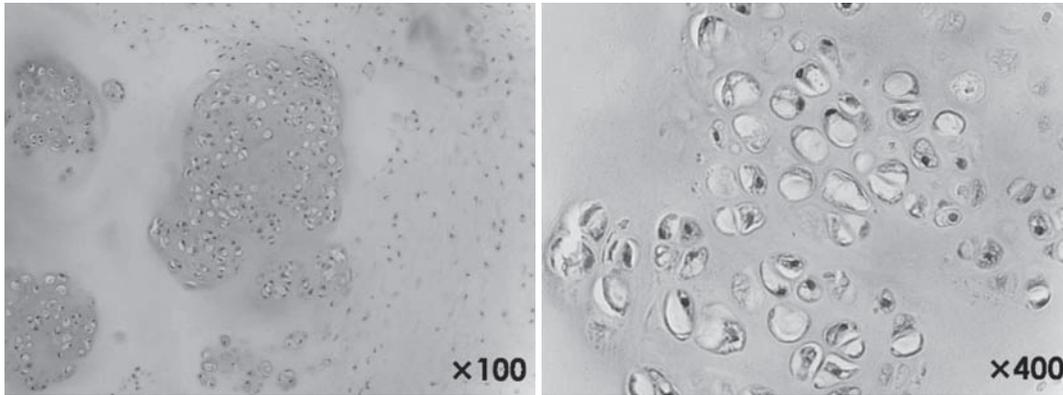


図4 滑膜の病理組織学的所見  
滑膜の線維性結合組織内に結節状の硝子軟骨様組織を広範に認め、滑膜炎性骨軟骨腫症の所見であった.

## 考 察

本症例は野球肘と診断され、他院での診察当初の単純X線では明らかな所見はみられなかったとのことであったが、当院初診時は肘関節前方に粒状の陰影がみられ、滑膜炎性骨軟骨腫症を考えた。本疾患は骨化するまでX線像に表われないこと、遊離体の数が増加しなければ症状発現をみないこと、遊離体は主として関節液で栄養されるためその発育速度がきわめて緩慢であること<sup>4)</sup>、等により診断が遅れることがある。本疾患は、第1期～第3期に分類される、Milgramの病期分類によって治療方針が決定されるが<sup>5)</sup>、多くは第2期または第3期に、遊離体による嵌頓症状で診断され<sup>6)</sup>、本症例でも、滑膜内病変と多数の遊離体を認める第2期での診

断となり、遊離体摘出と滑膜の切除を行なった。しかし第1期では、病変が滑膜内に限局し、診断されることがまれであり<sup>6)</sup>、当初、石灰化または骨化など、明らかな画像所見がみられなくとも、本疾患を否定することは難しいと考える。

野球歴を有する患者に生じた滑膜炎性骨軟骨腫の報告には過去に、鷹羽らによるものがあり<sup>3)</sup>、この報告でも、過去、野球肘と診断されていたことがある患者に、疼痛の増強と可動域の悪化が急激に生じ、後の検査で診断に至っている。この症例と同様に、本症例でも鏡視下手術で遊離体を摘出し、術後可動域訓練等のリハビリテーションを行ない、その後、画像上の再発の所見がみられなかった。しかし本症例では伸展可動域の制限の残存が、 $-20^{\circ}$ と、この報告の $-5^{\circ}$ と比較し大きかった。これは、本症例のほうが、可動域制限がある状態がより



図5 術後1年8ヵ月時単純X線像  
明らかな再発の所見を認めない。

長期間続いたために生じた差である、という可能性を考えた。そのため、本疾患は、より早期の発見、加療が望ましいと考える。また本疾患では、治療後であっても滑膜病変が残存すると遊離体が再発する可能性があるため、術後の定期的な経過観察も必要である。

野球肘と診断し、リハビリテーション等の加療を行っている時点でも、本疾患の可能性も念頭に置き、定期的な診察や画像検査が必要であると考えた。

## 文 献

- 1) Bloom R et al : Osteochondromatosis of the hip joint. J Bone Joint Surg Br, 33-B : 80-84, 1951.
- 2) 彌山峰史ほか：大量の遊離体を伴った肘関節滑膜性骨軟骨腫症の治療経験一。中部整災誌, 43 : 1503-1504, 2000.
- 3) 鷹羽慶之ほか：野球肘との鑑別を要した滑膜性骨軟骨腫症の1例。JOSKAS, 43 : 14-15, 2018.
- 4) 近藤秀丸：関節遊離体に関する研究。日整会誌, 53 : 1767-1789, 1979.
- 5) Milgram JW : Synovial osteochondromatosis. J Bone Joint Surg, 59-A : 792-801, 1977.
- 6) 大谷俊郎：膝関節外科の要点と盲点。第1版, 文光堂, 東京 : 297, 2012.