

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 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」＞

1. 座長原稿

早稲田大学スポーツ科学学術院 金岡 恒治ほか … 1

＜第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」＞

2. 非特異的腰痛診断に陥りやすい椎間板性腰痛

Some Patients with Discogenic Pain were Fell into Category of Non-Specific Low Back Pain

徳島大学大学院運動機能外科学 東野 恒作ほか … 2

＜第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」＞

3. 発育期腰椎分離症に特徴的な所見—腰痛の状況別 VAS, 部位, 性質に着目して Characteristics of Low Back Pain in Adolescent Patients with Early-stage Spondylolysis Focusing on Detailed Visual Analogue Scale, Extent and Quality of Low Back Pain

西川整形外科 杉浦 史郎ほか … 7

＜第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」＞

4. プロ野球選手における腰部障害の病態評価への挑戦—診断的ブロックの有用性— Evaluation of the Lumbar Spinal Disorders in Professional Baseball Players

公立大学法人福島県立医科大学医学部整形外科学講座 加藤 欽志ほか … 11

＜第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」＞

5. 発育期運動選手の腰痛～原因不明の非特異的腰痛に陥らないために～ Low Back Pain in Adolescent Athletes — The Pathology Falls into Unidentified Non-specific Low Back Pain —

徳島大学大学院運動機能外科学 山下 一太ほか … 17

＜第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会

「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときに非特異的腰痛—」＞

6. 徒手療法を用いた腰痛の病態評価の試み

Pathomechanical Evaluation of Low Back Pain Using Manual Therapy

健康科学大学健康科学部理学療法学科 成田 崇矢ほか … 22

7. 投球動作に起因した下位胸椎胸髄症の 1 例

A Myelopathy of Lower Thoracic Spine Due to Throwing Motion. A Case Report

藤沢湘南台病院整形外科 加藤 卓也ほか … 27

8. 大学野球投手における肩関節内旋可動域の日差変動

～プレシーズンにおける経時的変化と変動幅～

Daily Variation of Range of Shoulder Internal Rotation on College Baseball Pitchers : Changes with The Passage of Time and Fluctuation Range in Preseason of College Baseball League

中部大学生命健康科学部理学療法学科 宮下 浩二ほか … 32

9. プロ野球選手における投球と腱板の厚さについて

The Relationship between Throwing and the Rotator Cuff Thickness in Professional Baseball Players

慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター 小松 秀郎ほか … 37

10. 膝関節鏡視下前外側靱帯再建術の cadaver での試み

Arthroscopic Anterolateral Ligament Reconstruction ; a Cadaveric Study

北里大学医学部整形外科 東山 礼治ほか … 42

11. 投球動作におけるステップ足接地の肘下がりは動力学的パラメータに影響するか？

Does The Arm Sagging at the Instant of Stride Foot Contact Effect Elbow Kinetics during Baseball Pitching?

信原病院・バイオメカニクス研究所 田中 洋ほか … 46

12. 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の検討

Reliability of the Blood Flow Velocity Measurement in the Subclavian Artery, and the Changes of the Velocity after the First Rib Resection

慶友整形外科病院リハビリテーション科 井上 彰ほか … 53

13. スポーツ活動者の外傷性肩関節前方不安定症に対する鏡視下バンカート修復術の成績
Clinical Results of Arthroscopic Bankart Repair for Athletes with Traumatic Recurrent Anterior Shoulder Instability
宮崎大学医学部整形外科 横江 琢示ほか … 59
14. 半月板逸脱を伴った内側半月板損傷に、半月板縫合術を行ない時間経過とともに逸脱が改善した1例
Gradual Improvement of Meniscal Extrusion after Meniscal Suture of Medial Meniscal Root Tear : a Case Report
医療法人社団紺整会船橋整形外科病院スポーツ医学センター 高山 定之ほか … 64
15. 腱板筋群のストレッチによる投球動作における肩甲骨上腕リズムの縦断的变化
Longitudinal Change in the Scapula Humeral Rhythm during Baseball Pitching by the Stretching of the Rotator Cuff Muscles
早稲田大学スポーツ科学学術院 近田 彰治ほか … 68
16. 滋賀県内高校バレーボール選手における足関節捻挫発生の実態とその予防
Actual Situation and its Prevention of Ankle Sprain Occurred in High School Volleyball Player
医療法人社団村上整形外科クリニック 高木 律幸ほか … 76
17. 胸郭出口症候群のMRI 最大値投射法
Maximum Intensity Projection in Magnetic Resonance Images for Thoracic Outlet Syndrome
西別府病院スポーツ医学センター野球医学科 馬見塚尚孝ほか … 80
18. 高校野球選手へのサポート—理学療法士の立場から—
Support for the High School Baseball Players — From the Viewpoint of Physical Therapist —
丸太町リハビリテーションクリニック 松井 知之ほか … 84
19. 高校野球選手における投球数と投球時痛との関係
Relationship between Number of Pitches and the Body Pain in Throwing in High School Baseball Players
山形大学医学部整形外科 宇野 智洋ほか … 89

20. アキレス腱症に対する自己多血小板血漿療法の治療成績
Clinical Outcomes of an Autologous Platelet-Rich Plasma Therapy for Achilles
Tendinopathy
独立行政法人国立病院機構西埼玉中央病院整形外科 吉田 衛 …… 94
21. 発育期腰椎分離症～新鮮例に必要なストラテジーとは～
The Acute Lumbar Spondylolysis in Children ～To Be Healed or Not to Be
Healed～
さかまき整形外科 酒巻 忠範 …… 99
22. 2016 JOSSM-USA Traveling Fellow 体験記
札幌医科大学医学部整形外科 寺本 篤史 …… 103
23. 2016 JOSSM-USA Traveling Fellow 体験記
岡山大学大学院整形外科 古松 毅之 …… 105
24. 2016 JOSSM-USA Traveling Fellow 体験記
慶友整形外科病院スポーツ医学センター 古島 弘三 …… 108

第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」

座長原稿

金岡 恒治¹⁾ Koji Kaneoka

西良 浩一²⁾ Koichi Sairyō

スポーツ選手は身体活動による腰椎への負荷が多いため、腰痛を訴えるものが多いが、椎間板ヘルニアや腰椎分離症などの器質的変化が明らかなことは少なく、画像所見に乏しく、NSAID 等で一旦軽快してもスポーツ再開によって再発してしまうことが多く、診察室で苦慮することがある。このような病態に対しては、詳細な問診、運動時痛や圧痛部位などの脊柱所見、疼痛が出現するスポーツ動作の確認、推定障害部位に対するブロック注射による疼痛寛解や動作改善の有無などのいわば“状況証拠”を集めて、障害部位を推定することが求められる。

本パネルディスカッションではこのような病態に対して、さまざまな切り口から病態の評価を行っている先生方からご報告を頂いた。東野先生からは椎間板性腰痛の疼痛発現部位と推察される MRI 高輝度部位（HIZ）の焼灼・切除によって腰痛が寛解した症例が報告され、杉浦先生からは初期の腰椎椎弓疲労骨折の理学的所見を用いた評価方法が報告された。加藤先生からはプロ野球選手の推定障害部位へのブロック注射を行なうことで、明らかな画像所見を認めない椎間関節性腰痛、椎間板性腰痛、仙腸関節障害の病態評価を行ない、全例で疼痛原因部位を特定できたことが示され、その原因に応じた運動療法を行なうことの重要性が述べられた。山下先生からは“非特異的腰痛≡原因不明の腰痛”ではなく、詳細な評価によって初期の腰椎分離症、腰椎椎間板障害、椎間関節炎、骨端輪骨折などに診断できること。成田先生からは腰痛の疼痛除去方法として用いられる徒手療法を用いて、障害推定部位への徒手介入の疼痛軽減効果の有無によって障害部位を椎間関節、椎間板、仙腸関節と筋膜性に推定する方法が紹介された。

ここで示されたさまざまな方法を駆使して腰痛の病態を評価することで、最善の治療方法が提示されることになる。またブロック注射や徒手的介入による疼痛改善効果は、医療者が病態を把握することで診療に有効であるのみならず、慢性の腰痛に悩まされる者にとっては、何らかの介入で疼痛が取れることを認知することにもなり、慢性疼痛の負の連鎖を断ち切ることに繋がり、その後の治療効果を高める効果も期待される。

またスポーツ選手はその種目に特異的な動作を行なうために必要とされる身体機能が相対的に低下していることを誘因として、特定分節への負荷が加わり続けることで一旦軽快した腰痛が再発することが多い。そのため、再発を予防するための股関節・骨盤周囲筋のストレッチや体幹の安定性獲得などのアスレティックリハビリテーションが求められる。

MRI を始めとする画像検査方法の発展はめざましく、STIR 画像によって炎症所見が描出され、X 線検査で器質的変化が描出される前の病態も描出されるようになった。今後もテクノロジーの進歩によってより詳細な画像評価が行われることが期待される。しかし、現時点では明らかな器質的変化を認めない腰痛に対しては、詳細な問診、脊柱所見、神経学的所見、動作評価等を行って病態を推定して最適な対処方法を提示する必要がある。たとえ明らかな器質的、形態的な異常所見を認めなくても、ある組織に負荷がかかり続けることで、違和感や疼痛を生じ、放置し負荷が繰り返されることで器質的な障害に進んでいくことを認識し、その段階にあった対処方法を提示していくことが、運動器の専門家であるわれわれ整形外科医に求められている。

金岡恒治
〒359-1192 所沢市三ヶ島 2-579-15
早稲田大学スポーツ科学学術院
TEL 04-2947-6783

1) 早稲田大学スポーツ科学学術院
Faculty of Sport Sciences, Waseda University
2) 徳島大学大学院運動機能外科学
Department of Orthopedics, The University of Tokushima Graduate School

第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」

非特異的腰痛診断に陥りやすい椎間板性腰痛

Some Patients with Discogenic Pain were Fell into Category of Non-specific Low Back Pain

東野 恒作	Kosaku Higashino	山下 一太	Kazuta Yamashita
手束 文威	Fumitake Tezuka	高田洋一郎	Yoichiro Takata
酒井 紀典	Toshinori Sakai	西良 浩一	Koichi Sairyo

● Key words

Unspecific low back pain : HIZ (high intensity zone) : Thermal annuloplasty : Lumbar disc : Endoscope

●要旨

椎間板性腰痛は腰椎 MRI 画像による診断が優先され、椎間板ヘルニアなどの所見が乏しい場合は責任病巣として除外される傾向がある。また、他覚所見のみでは椎間板性疼痛と確定診断することは困難である。近年、MRI T2 強調画像で認められる腰椎線維輪後方の限局した high signal intensity zone (HIZ) が椎間板性腰痛との関連が報告されているが、MRI 像のみでは椎間板性疼痛の責任病巣と確定することは困難である。われわれの施設では椎間板造影を重視しており、造影時に再現痛が確認され、椎間板性疼痛と診断可能であれば、経皮的内視鏡視下腰椎椎間板ヘルニア摘出術 (PED) を治療選択の 1 つとしている。この度、非特異性腰痛とされた 2 症例を紹介し考察を加え報告する。

はじめに

椎間板性腰痛は腰椎 MRI 画像による診断が優先され、椎間板ヘルニアなどの所見が乏しい場合は責任病巣として除外される傾向がある。他覚所見では前屈時の腰痛が特徴的ではあるが、疼痛が間欠的に生じる場合やスポーツ活動時のみに生じる例があり、確定診断が難しいのが一般的である。近年、MRI T2 強調画像で認められる腰椎線維輪後方の限局した high signal intensity zone (HIZ) が椎間板性腰痛との関連が報告されているが(図

1)¹⁾、腰椎椎間板ヘルニア後の吸収過程においても同所見が存在することがあり、MRI 像のみでは椎間板性疼痛の責任病巣と確定することは困難である²⁾。一方で HIZ が存在しない変性所見の乏しい画像であっても椎間板性腰痛と診断される症例がある。われわれの施設では椎間板性疼痛の診断において椎間板造影を重要視しており、疼痛の関連性、経過を観察し必要であれば経皮的内視鏡視下腰椎椎間板ヘルニア摘出術(percutaneous endoscopic discectomy ; PED)を施行している(図 2)³⁻⁶⁾。この度、20 年来の腰痛があり、HIZ 所見を認めた症例と MRI 画像で変性が乏しいが、保存的加療に抵

東野恒作
〒 770-8503 徳島市蔵本町 3-18-15
徳島大学病院クリニカルアナトミー教育・研究センター
TEL 088-633-7240/PHS 070-6586-0217

徳島大学大学院運動機能外科学
Department of Orthopedics, Institute of Biomedical Sciences, Tokushima University
Graduate School

HIZ (High signal intensity zones) : 椎間板後方線維輪のT2高信号領域

(Aprill, Bogduk. Br J Radiol 1992)

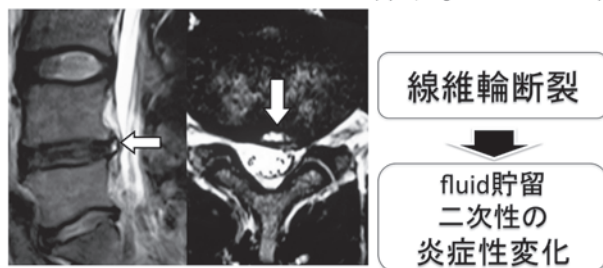


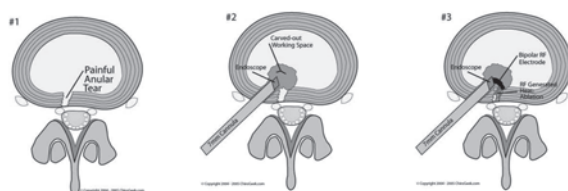
図1 MRIでのHIZ所見

表1 症例1

身体的所見, 慢性疼痛が持続し ADL は制限されていた。

Reflex	Right	Left
SLRT	70° (+)	70° (+)
Hamstring tightness	(+)	(-)
	Right	Left
Pain in extension & flexion	(+) low back pain	
Kemp sign	(-)	(-)

MMT, Reflex, Sensory : normal
常時 VAS 20/100



(Tsou PM et al Spine J. 2004)

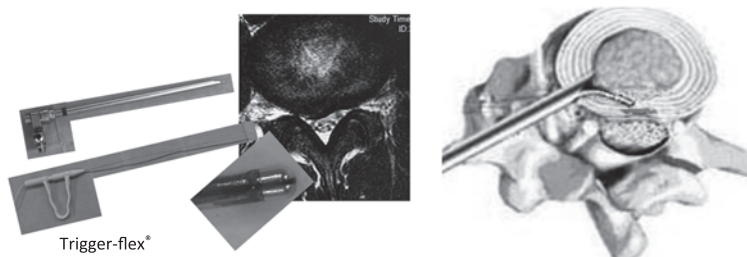


図2 PED + radiofrequency thermal annuloplasty
後方の髄核から線維輪に対しパイポアで凝固。

抗しスポーツ活動が不可能となった症例を提示しその病態につき検討したので報告する。

HIZ について

HIZ は MRI T2 強調画像で認められる腰椎線維輪後方の限局病巣である¹⁾。椎間板性腰痛との関連が報告されており、椎間板造影等で疼痛の再現痛が確認できれば治療対象となる⁷⁾。一方で HIZ が存在しない変性所見の乏しい画像であっても椎間板性腰痛と診断される症例があり、注意深い診察によって椎間板性腰痛と確定できればスポーツ復帰を見据え、thermal annuloplasty を施行することができる(図2)^{3~6)}。

PED における thermal annuloplasty

PED は腰椎椎間板後方 HIZ に対しても低侵襲手術可能な手技である(図2)。PED を施行した場合、直接 HIZ 部分を鏡視下で観察することが可能となり、直接的にアプローチできる。

症 例

症例 1

49 歳男性、難治性腰痛として当院紹介(表1)。MRI 画像では HIZ 所見を認めた。椎間板造影では関連痛を強度認めた(図3,4)。PED を施行した際には後方髄核、

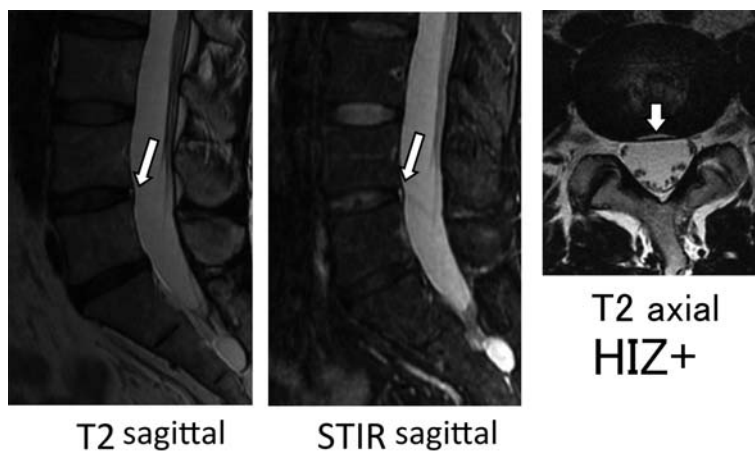
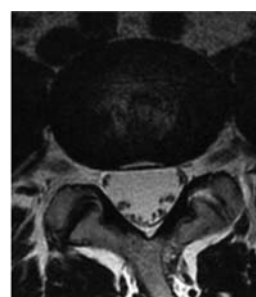


図3 症例1 術前 MRI

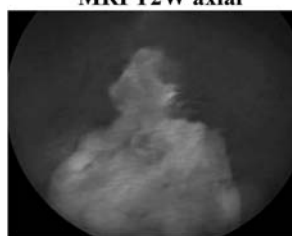
sagittal 像, axial 像とも線維輪後方に HIZ を認める.



図4 症例1 ディスコグラフィ
腰痛が再現されたことを確認.

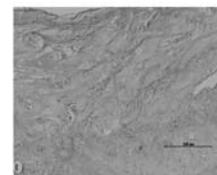


MRI T2W axial

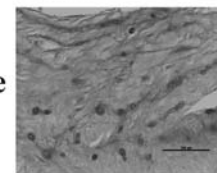


術中鏡視所見

H&E染色



Alcian blue
染色



Anti-PGP9.5
免疫染色

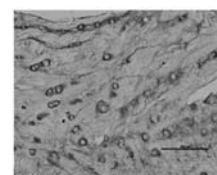


図5 症例1

術中所見では発赤した軟骨, 組織所見では軟骨基質部分に神経原性物質を確認.

線維輪摘出時に強い関連痛を認めた. 組織学検査では神経線維のマーカーとして Anti PGP9.5 (protein gene product 9.5) を用い免疫染色を行なったが PGP9.5 の陽性を認めた (図 5). 術後, 疼痛は改善し仕事に完全に復帰, 脊椎の可動域にも改善がみられレクリエーションレベルのスポーツが可能となった. 術後 MRI 画像では HIZ 所見は消失した (図 6). スパイナルマウス[®] (インデックス社) では腰椎の前後屈の可動域改善のみならず脊椎全体での柔軟性が改善した. JOA Back Pain Evalua-

tion Questionnaire (JOABPEQ) では疼痛関連, 社会生活障害, 歩行機能障害の改善を認めた (図 7, 8).

症例2

20 歳男性, トップアマチュア野球選手. 1 年前から腰痛を生じ, スポーツクリニック, トレーナーによる保存療法に抵抗を示し当院紹介 (表 2). MRI 上は HIZ 所見を認めず (図 9). 椎間板造影では後方線維輪への leak を認め, 関連痛を強度認めた (図 10). PED を施行し, 後方摘出時には関連痛を認めた. 術後 MRI 画像では手

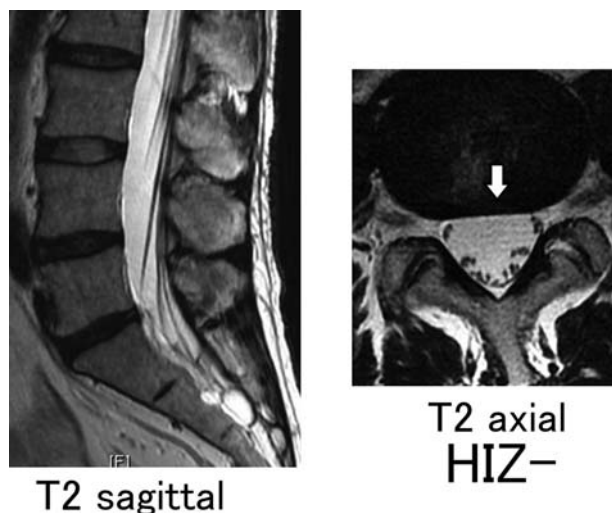


図6 症例1術後1年MRI
HIZは消失.

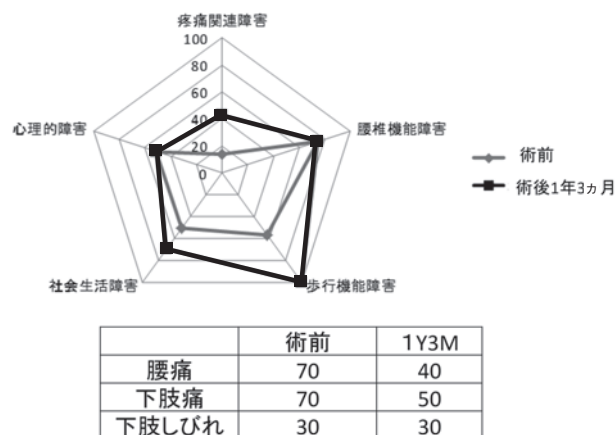


図8 症例1 JOABPEQ

術による影響のため椎間板変性所見およびHIZ所見を認めるが、JOABPEQではすべての項目で著しく改善し、VASもすべて0となった。2ヵ月後にはスポーツに完全復帰した(図11, 12)。

考察および結論

椎間板性腰痛はMRI画像等の所見が乏しい場合は非特異的腰痛とされる可能性があるが、臨床症状の経過、椎間板造影などの評価により、場合によっては経皮的内視鏡視下腰椎椎間板ヘルニア摘出術の適応と考えられる。腰椎椎間板後方線維輪はすべての症例で神経線維、血管新生の増強は認められないが、症例によっては後方線維輪が慢性疼痛との因果関係があることが推測され、

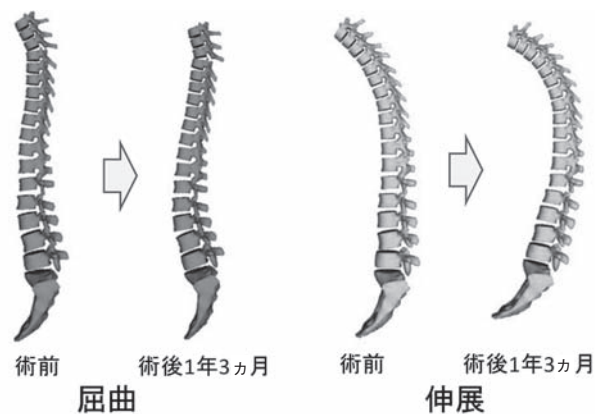


図7 症例1 スパイナルマウス®
脊椎の可動域は改善.

表2 症例2

身体的所見では腰痛下肢痛を認め、スポーツ活動は制限されていた

	Right	Left
SLRT	70° (+)	70° (+)
Hamstring tightness	(+)	(-)
	Right	Left
Pain in extension & flexion	(+) low back pain	
Kemp sign	(-)	(-)

MMT, Reflex, Sensory : normal

今後解析検討を行なっていく予定である。

文 献

- 1) Aprill C et al : High-intensity zone : a diagnostic sign of painful lumbar disc on magnetic resonance imaging. Br J Radiol, 65 : 361-369, 1992.
- 2) Weishaupt D et al : MR imaging of the lumbar spine : prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. Radiology, 209 : 661-666, 1998.
- 3) Sairyo K et al : Percutaneous endoscopic discectomy and thermal annuloplasty for professional athletes. Asian J Endosc Surg, 6 : 292-297, 2013.

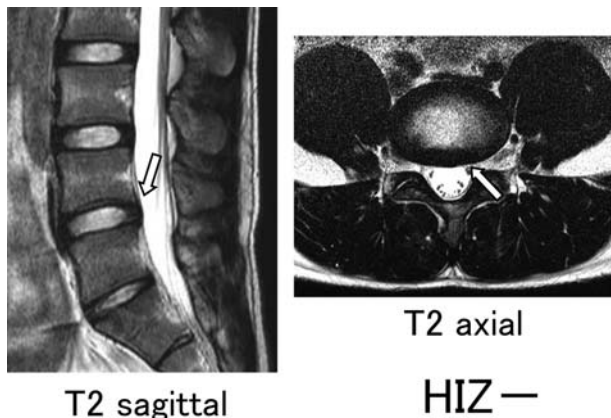
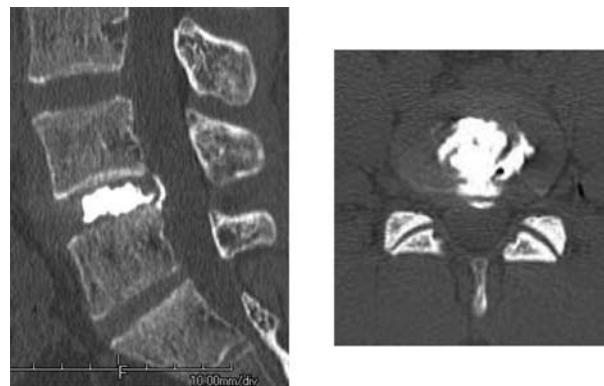


図9 症例2

術前 MRI では HIZ を認めなかった。



再現痛あり

図10 症例2 ディスコグラフィ

再現痛あり。後方への造影剤 leak あり。

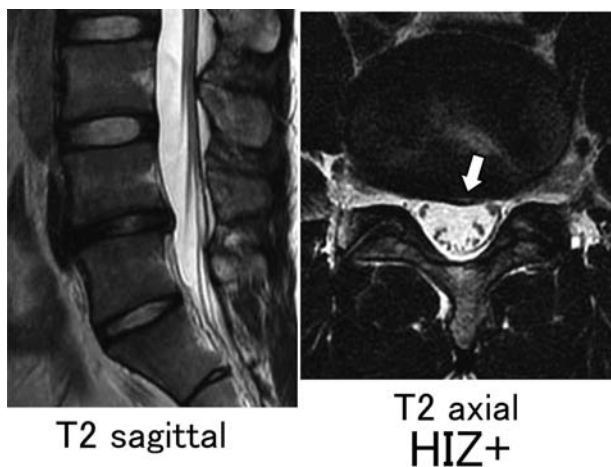


図11 症例2 術後7ヵ月 MRI

HIZ を認める。

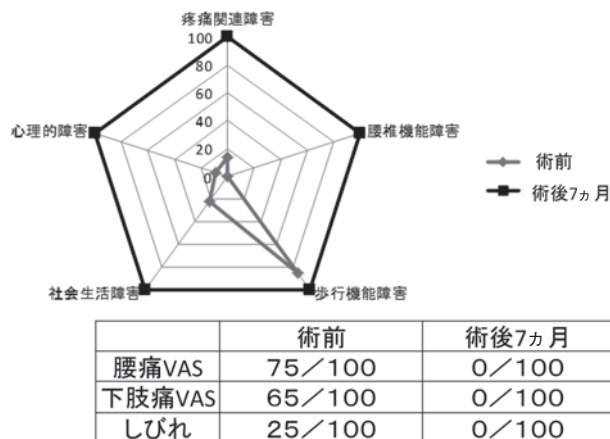


図12 症例2

術前後 JOABPEQ ではすべての項目改善。

- 4) Tsou PM et al : Posterolateral transforaminal selective endoscopic discectomy and thermal annuloplasty for chronic lumbar discogenic pain : a minimal access visualized intradiscal surgical procedure. Spine J, 4 : 564-573, 2004.
- 5) Cheng J et al : Posterolateral transforaminal selective endoscopic discectomy with thermal annuloplasty for discogenic low back pain : a prospective observational study. Spine (Phila Pa 1976), 39 (26

Spec No.) : B60-65, 2014.

- 6) Choi KC et al : Changes in back pain after percutaneous endoscopic lumbar discectomy and annuloplasty for lumbar disc herniation : a prospective study. Pain Med, 12 : 1615-1621, 2011.
- 7) Lam KS et al : Lumbar disc high-intensity zone : the value and significance of provocative discography in the determination of the discogenic pain source. Eur Spine J, 9 : 36-41, 2000.

第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」

発育期腰椎分離症に特徴的な所見 腰痛の状況別 VAS, 部位, 性質に着目して

Characteristics of Low Back Pain in Adolescent Patients with Early-Stage
Spondylolysis Focusing on Detailed Visual Analogue Scale, Extent and
Quality of Low Back Pain

杉浦 史郎 ^{1,2)}	Shiro Sugiura	青木 保親 ^{3,4)}	Yasuchika Aoki
大山 隆人 ¹⁾	Takato Oyama	豊岡 毅 ¹⁾	Takeshi Toyooka
志賀 哲夫 ¹⁾	Tetsuo Shiga	西川 悟 ¹⁾	Satoru Nishikawa

● Key words

Early-stage spondylolysis : Physical sign : Detailed visual analogue scale

● 要旨

発育期腰椎分離症は、若年性スポーツ腰部障害の中でも、代表的な腰痛症である。病態は腰椎関節突起間部の疲労骨折であり、確定診断には MRI 検査が必要である。しかしすべての若年性腰痛患者に MRI 検査をすることは困難なため、特徴的な理学所見を把握することは臨床的意義がある。これまで、われわれは、急性発育期腰椎分離症患者に特徴的な理学所見を調査してきた。本稿では、発育期腰椎分離症を他の原因による急性腰痛と鑑別するための特徴的症状と理学所見について報告する。

はじめに

発育期のスポーツ腰部障害の代表的な疾患として発育期腰椎分離症があげられる¹⁾。発育期腰椎分離症の病態は、スポーツにより繰り返される腰椎への伸展や回旋ス

トレスを原因とする腰椎関節突起間部の疲労骨折である²⁾。Kobayashi ら³⁾は、2 年間に 200 名の 18 歳以下の下肢症状のない若年性スポーツ腰痛患者を magnetic resonance imaging (MRI) 検査したところ約半分の選手に発育期腰椎分離症を認め、スポーツ腰部障害を評価、治療する上で発育期腰椎分離症の存在を認識することが重

杉浦史郎
〒 258-0817 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) 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 Orthopedic 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

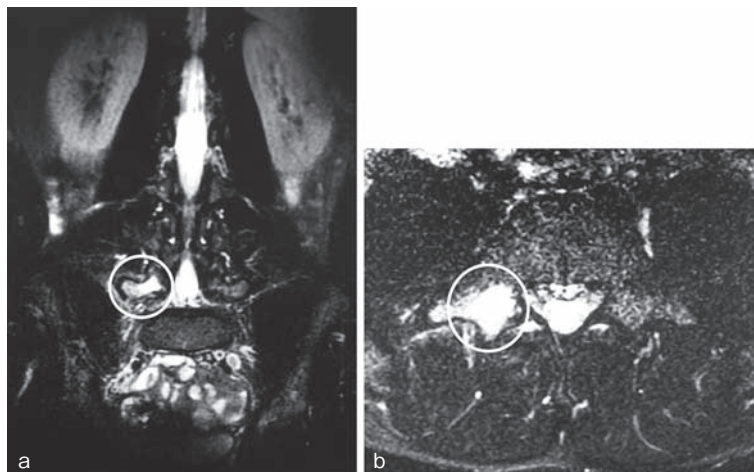


図1 発育期腰椎分離症の急性期のMRI(脂肪抑制 T2 強調画像)
a: 前額断像 右第5腰椎椎弓根部に高輝度変化を認める.
b: 横断像 右第5腰椎椎弓根部に高輝度変化を認める.

要であると報告している。

発育期腰椎分離症は computed tomography (CT) 検査により、初期、進行期、終末期に病期分類され⁴⁾、初期の状態にスポーツ活動を継続した場合、骨癒合の可能性の低い進行期～終末期^{5,6)}の腰椎分離症に移行する可能性が高く、将来の腰痛の危険因子となると言われている⁷⁾。以上より発育期腰椎分離症は早期診断が重要であるが、単純 X 線検査では初期の腰椎分離症の検出は困難^{8,9)}であり、早期診断には MRI 検査が有用である^{10,11)}。

しかし MRI が設置されている医療機関が限定されているため、すべてのスポーツ腰部障害患者に対して MRI 検査は困難である。そのため確定診断ができないまま、スポーツ活動を継続し、進行期～終末期の腰椎分離症へ移行する選手が存在することは容易に想像がつく。これらのことから、MRI 検査を実施すべきか否かの判断をするためには発育期腰椎分離症を疑うべき特徴的所見を知ることが重要である。

われわれは発育期腰椎分離症の急性期症状の臨床的特徴を明らかにするために、単純 X 線検査で異常のない若年性腰痛患者の臨床所見を調査、報告してきた。本稿では、われわれが取り組んできた発育期腰椎分離症の急性期症状に関する調査結果を整理し紹介する。

発育期腰椎分離症の MRI

発育期腰椎分離症の早期診断は MRI 検査が有用である^{10,11)}。単純 X 線検査や CT 検査で分離像が出現しない超早期例でも MRI による診断が可能である。MRI 所

見で椎弓根部に T1 強調画像で低信号、脂肪抑制 T2 強調画像で高信号ならば発育期腰椎分離症と診断される(図1)。

発育期腰椎分離症の急性期症状の特徴

発育期腰椎分離症患者の体位や動作による痛みの特徴

Balagué らは若年性腰痛患者の腰痛は座位時に増強しやすいと報告している¹²⁾。しかし臨床で、発育期腰椎分離症患者は、スポーツ活動中の腰痛が多く、学校の授業中の座位姿勢など安静時は痛みを訴えない傾向がある。われわれは、それらを検証するために、Aoki ら¹³⁾が考案した3種類の detailed visual analogue scale (3種の状況別 VAS: 動作時痛、立位時痛、座位時痛)を用いて調査した¹⁴⁾。18歳以下の若年性急性腰痛症患者(発症1ヵ月以内)のうち、単純 X 線検査にて明らかな異常を認めない77名を対象とし評価した。MRI 検査で急性発育期腰椎分離症かその他の腰痛症かを確定診断し、発育期腰椎分離症群とその他の腰痛群に対する3種の VAS (0~10 cm)の結果を統計解析して、両群の姿勢による腰痛の違いを検討した。

結果、急性発育期腰椎分離症は、その他の腰痛群と比較し、立位時痛(2.0 cm)、座位時痛(2.0 cm)は少ないが、動作時痛(4.2 cm)が立位時痛・座位時痛と比べ強かった(図2)。その他の腰痛症は、動作時痛(5.3 cm)、立位時痛(4.0 cm)、座位時痛(4.9 cm)(図3)、の3種の VAS の間に差を認めなかった。以上より急性発育期腰椎分離症患者は動作時に強い痛みを感じるが、他の原因による若年性腰痛患者のように立位や座位の継続により

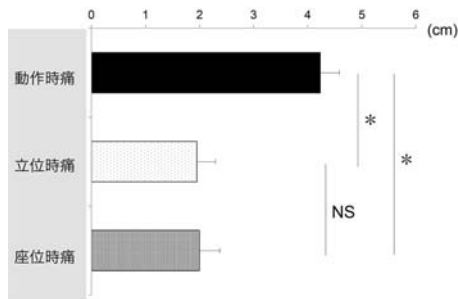


図2 発育期腰椎分離症患者の3種類のVASの平均値
動作時痛, 立位時痛, 座位時痛における平均
VAS 値(0~10 cm)を示す. 動作時痛が立位時
痛, 座位時痛と比較し有意に強い. Error Bar: 標
準偏差. NS, no significant difference

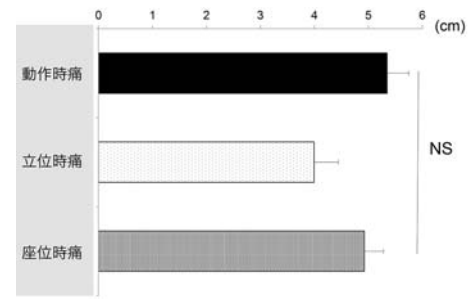


図3 その他の腰痛症患者の3種類のVASの平均値
動作時痛, 立位時痛, 座位時痛における平均
VAS 値(0~10 cm)を示す. すべての状況で有意
差なく腰痛は強い. Error Bar: 標準偏差. NS,
no significant difference

表1 発育期腰椎分離群とその他の腰痛群の理学所見の
差異(χ^2 検定)

	発育期腰椎分離群	その他の腰痛群	p 値
体幹伸展テスト (% 陽性/陰性)	76/24 (%)	87/13 (%)	NS
体幹屈曲テスト (% 陽性/陰性)	55/45 (%)	76/24 (%)	$p < 0.05$
痛みの性質 (ズキン/ズーン)	71/29 (%)	51/49 (%)	$p < 0.1$
痛みの範囲 (狭い/広い)	50/50 (%)	26/74 (%)	$p < 0.05$
痛みの部位 (片側/中央)	85/16 (%)	37/63 (%)	$p < 0.05$

痛みが増強することは少ないと考えられた¹²⁾.

急性発育期腰椎分離症患者の特徴的な腰痛の性質, 範囲, 部位

若年性腰痛症患者に対し, 腰痛の性質や範囲や部位に焦点を当て, 急性発育期腰椎分離症患者に特徴的な腰痛を調査した¹⁵⁾. 18歳以下の若年性急性腰痛患者 104 名を対象に対し, 1. 体幹伸展テスト, 2. 体幹屈曲テスト, 3. 痛みの性質(ズキンとした痛みか, ズーンとした痛みか), 4. 痛みの範囲(finger sign: 腰痛の範囲は狭いか, palm sign: 腰痛の範囲は広い), 5. 痛みの部位(片側痛か中央部痛 *中央部痛を含まない両側痛は片側痛として評価した)を調査し, 発育期腰椎分離症とそれ以外の腰痛症患者に対し 1~5 の評価の陽性率を算出し χ^2 検定を行なった. 結果, 発育期腰椎分離症の特徴的な所見として, 痛みの性質はズキンとした痛み($p < 0.1$)で, 痛みの範囲は finger sign で狭い範囲の腰痛($p < 0.05$)で, 腰痛の部位は片側の腰痛($p < 0.05$)を訴える傾

向のことが判明した(表1).

発育期腰椎分離症を診断するための参考理学所見として, 体幹の伸展時痛をあげる報告が多いが^{16,17)}, われわれの調査より, 発症 1 ヶ月以内の急性若年性腰痛患者においては体幹の伸展時痛は発育期腰椎分離症, その他の腰痛症ともに高率であり(表1), 体幹の伸展時痛では両者の鑑別は困難なことがわかった.

臨床的意義

急性発育期腰椎分離症を診断するには, MRI 検査が有用であるが, すべての若年性急性腰痛患者に検査をすることは不可能である. そのため, 急性発育期腰椎分離症に特徴的な理学所見を把握しておくことは臨床的意義があると考ええる.

われわれの調査から, 急性成長期腰椎分離症患者の特徴的な所見は, 主に動作時に腰痛を訴え, スポーツ活動を著しく制限されており, 腰痛自体の特徴は, 1. ズキンとした鋭い腰痛, 2. 比較的狭い範囲の腰痛, 3. 片側の腰痛を訴える傾向であった. これらの所見が複数存在する場合は, 発育期腰椎分離症を疑い MRI 検査を勧めることが重要であると考ええる.

今後の展望

われわれは発育期腰椎分離症患者に特徴的な症状を調査してきた. 現在, これまでの調査から得られた症状を質問紙化し, 医師, コメディカルが直接評価する前に発育期腰椎分離症を検出できるツールを検討している. 発育期腰椎分離症患者の多くはスポーツ活動をしているため腰痛が出現した場合でもすぐに医療機関に受診できな

い可能性が高い。今後は、医療現場のみならずスポーツ現場でも発育期腰椎分離症をいち早く予測できる簡易的な検出ツールを作成していきたいと考えている。これにより受診や診断が遅れ、終末期分離へ移行する患者が減少することを望んでいる。

おわりに

急性期発育期腰椎分離症の特徴的症狀について紹介した。発育期腰椎分離症は臨床上、頻発する疾患である。本稿で報告した特徴的症狀を把握して、もし発育期腰椎分離症が疑われる場合には、単純X線検査で腰椎分離症を検出できない場合でも、MRI検査を勧め確定診断をすることが治療の第一歩となると考える。確定診断がつけばCT検査により初期から終末期までのステージを把握し適切な治療を選択することが可能である。本稿で報告したことが、若年性腰部障害で原因がわからず困窮している選手の一助になれば幸いである。

文 献

- 1) Hollenberg GM et al : Stress reactions of the lumbar pars interarticularis : the development of a new MRI classification system. *Spine (Phila Pa 1976)*, 27 : 181-186, 2002.
- 2) Letts M et al : Fracture of the pars interarticularis in adolescent athletes : a clinical-biomechanical analysis. *J Pediatr Orthop*, 6 : 40-46, 1986.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Bhatia NN et al : Diagnostic modalities for the evaluation of pediatric back pain : a prospective study. *J Pediatr Orthop*, 28 : 230-233, 2008.
- 6) 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.
- 7) Iwamoto J et al : Relationship between radiographic abnormalities of lumbar spine and incidence of low back pain in high school and college football players : a prospective study. *Am J Sports Med*, 32 : 781-786, 2004.
- 8) Harvey CJ et al : The radiological investigation of lumbar spondylolysis. *Clin Radiol*, 53 : 723-728, 1998.
- 9) Papanicolaou N et al : Bone scintigraphy and radiography in young athletes with low back pain. *AJR Am J Roentgenol*, 145 : 1039-1044, 1985.
- 10) Campbell RS et al : Juvenile spondylolysis : a comparative analysis of CT, SPECT and MRI. *Skeletal Radiol*, 34 : 63-73, 2005.
- 11) 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.
- 12) Balagué F et al : Non-specific low back pain in children and adolescents : risk factors. *Eur Spine J*, 8 : 429-438, 1999.
- 13) Aoki Y et al : Evaluation of nonspecific low back pain using a new detailed visual analogue scale for patients in motion, standing, and sitting : characterizing nonspecific low back pain in elderly patients. *Pain Res Treat*, 680496, 2012.
- 14) Sugiura S et al : Characteristics of low back pain in adolescent patients with early-stage spondylolysis evaluated using a detailed visual analogue scale. *Spine (Phila Pa 1976)*, 40 : E29-E34, 2015.
- 15) Sugiura S et al : Does low back pain in patients with early-stage spondylolysis have specific characteristics? second report. International society for the study of the Lumbar Spine. San Francisco. June 2015.
- 16) Jackson DW et al : Stress reactions involving the pars interarticularis in young athletes. *Am J Sports Med*, 9 : 304-312, 1981.
- 17) 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.

第42回日本整形外科学スポーツ医学会学術集会
「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」

プロ野球選手における腰部障害の病態評価への挑戦 — 診断的ブロックの有用性 —

Evaluation of the Lumbar Spinal Disorders in Professional Baseball Players

加藤 欽志¹⁾ Kinshi Kato
紺野 慎一¹⁾ Shin-ichi Konno

大歳 憲一²⁾ Kenichi Otoshi

● Key words

腰痛, 野球選手, 診断的ブロック

● 要旨

腰痛は、アスリートのパフォーマンスを低下させ、時に選手生命に関わる重大な障害となる。腰痛の大部分は、原因の特定が困難な非特異的腰痛とされるが、早期競技復帰が要求されるアスリートでは、可能な限り原因の特定を試み、病態に即した治療方針を立てることが望ましい。われわれは、プロ野球選手20名を対象に、身体所見、神経学的所見、および画像所見に加えて、診断的ブロックによる評価を行ない、全例で疼痛の原因部位の特定が可能であった。診断的ブロックには、それ自身の早期疼痛緩和作用に加えて、正確な疼痛の原因部位の把握から、病態に応じた運動療法の提示を可能とする利点があり、アスリートの早期競技復帰に関して有用な手技である。

はじめに

腰痛は、アスリートのパフォーマンスを低下させ、時に選手生命に関わる重大な障害となりうる。腰痛の大部分は、原因の特定が困難な非特異的腰痛とされるが¹⁾、早期競技復帰が要求されるアスリートに対しては、可能な限り原因の特定を試み、病態に即した治療方針を立てることが望ましい。われわれは、腰部障害の病態分析には、身体所見、神経学的所見、および画像所見に加えて、診断的ブロックによる評価を行なっている^{2,3)}。

本稿では、当科で対応したプロ野球選手における腰部障害の病態評価について報告する。

対象と方法

当科では2013年5月以降、複数名のプロ野球選手の腰部障害の診療を経験した。本研究の対象は、2013年5月～2016年8月までの期間において、腰下肢痛により競技続行不能となり、治療目的に当科を受診したプロ野球選手20名(投手8名、野手12名、年齢中央値26歳)である。側胸部痛、側腹部痛の症例、受診時にすでに症

加藤 欽志
〒960-1295 福島市光が丘1番地
福島県立医科大学医学部整形外科学講座
TEL 024-547-1276/FAX 024-548-5505
E-mail kinshi@fmu.ac.jp

1) 公立大学法人福島県立医科大学医学部整形外科学講座
Department of Orthopaedic Surgery, Fukushima Medical University School of Medicine
2) 公立大学法人福島県立医科大学医学部スポーツ医学講座
Department of Sports Medicine, Fukushima Medical University School of Medicine

状が改善し、診断的ブロックを施行しなかった症例、および胸椎疾患が原因と確定診断された症例は除外した。

各症例に対し、身体所見、神経学的所見、および画像所見(腰椎 CT と MRI)による障害の評価に加えて、診断的ブロック(椎間関節、分離部、神経根、椎間板、および仙腸関節)による評価を行ない、疼痛原因部位の特定を試みた。診断的ブロックは、すべて透視下に行なった。造影剤で目的部位に到達していることを確認後に、2%のリドカイン 1.0~2.0 ml を注入し、疼痛が消失すれば、疼痛原因部位と診断した。ブロックにより疼痛は軽減したが、完全に消失しなかった場合には、リドカインの極量を考慮しながら、連続して次に疼痛の原因と考えられる部位の診断的ブロックを行なった。

結 果

20 名全例の選手で、疼痛原因部位の特定が可能であった(表 1)。診断的ブロックを用いず、身体所見、神経学的所見、および画像所見のみで原因部位の特定が可能であった選手は 3 名(15%)であり、その内訳は、横突起骨挫傷 1 名、成人発症の新鮮分離 1 名(図 1)、發育性脊柱管狭窄による馬尾障害 1 名であった。原因部位の特定のために、診断的ブロックが有効であった選手は 17 名(85%)であり、1 名の選手あたり、平均 2.2カ所の診断的ブロックを必要とした。原因部位の内訳は、椎間関節性腰痛が 9 名(45%)と最も多く(図 2)、分離部滑膜炎由来の腰痛 5 名(25%)、椎間板ヘルニアによる神経根障害 3 名(10%)、椎間板性腰痛(High Intensity Zone: HIZ を含む)2 名(10%) (図 3)、分離部骨棘による神経根障害 1 名(5%)、分離すべりに伴う椎間孔狭窄による神経根障害 1 名(5%)、および仙腸関節障害 1 名(5%)であった(症例の重複有り)。20 名の選手のうち、19 名(95%)が競技復帰を果たしたが、椎間板性腰痛の 1 名はリハビリ期間中に戦力外を通告された(表 1 の症例 No.13)。

考 察

プロ野球選手 20 名を対象に、身体所見、神経学的所見、および画像所見に加えて、診断的ブロックによる評価を行ない、全例で疼痛の原因部位の特定が可能であった。そのうち、診断的ブロックが病態特定に有効であった選手は 85%であった。診断的ブロックには、それ自身の早期疼痛緩和作用に加えて、正確な疼痛の原因部位の把握から、病態に応じた運動療法の提示を可能とする利点があり、アスリートの早期競技復帰に関して有用な

手技と考えている。

診断的ブロックを必要とせず、確定診断に画像診断(とくに MRI の STIR 画像)が有用であった選手が 3 名存在した。各国の診療ガイドラインでは、非特異的腰痛患者に対するルーチンの画像検査(単純 X 線写真、CT および MRI)は推奨されていない⁴⁾。しかしながら、スポーツ選手の腰痛では、骨髄変化に最も感度が高い MRI の脂肪抑制画像を用いて、外傷性の病態をまず除外することを推奨する報告も散見される^{5,6)}。脂肪抑制画像は、發育期では脂肪髄が少なく、脂肪抑制の有無で変化が認められないこともあるが、成人以降ではコントラストが良好で、成人発症の新鮮分離症や仙骨疲労骨折などの外傷性の病態や炎症性の変化を評価するうえで、極めて有効と報告されている⁵⁻⁸⁾。われわれは、野球選手に対するスクリーニングの腰椎 MRI として、通常の T1, T2 画像に加え、脂肪抑制画像の 1 つである STIR 画像を追加し、冠状断像と横断像では必ず椎弓根を通過するスライスを撮影している。また、仙骨・仙腸関節病変を見逃さないために、冠状断では仙骨-仙腸関節を含めて撮像している^{3,7,8)}。

腰部障害の病態分析には診断的ブロックによる疼痛分析が有用であった。今回診断的ブロックで確定診断が可能であった障害は、椎間関節障害 9 名、分離部障害 5 名、神経根障害 5 名、椎間板障害 2 名、および仙腸関節障害 1 名であった(重複あり)。本研究において、最も頻度が高かった椎間関節障害は、伸展・回旋時の腰痛が特徴的である。とくに投球や投擲などの一方向性の体幹の伸展・回旋ストレスを伴うスポーツ種目の選手では、利き手と反対側に椎間関節の変性所見を認め、片側性の腰痛を呈するケースが多い^{7,9)}。しかし、椎間関節の変性所見が認められても無症状である場合もあり¹⁰⁾、画像検査のみで診断することは難しい。これらの理由から、椎間関節障害の診断には、椎間関節の診断的ブロックが極めて有用であると言える。ブロックを行なう責任椎間関節の同定には、画像診断よりも、身体所見を参考にし、とくに圧痛や疼痛の局在が参考になる^{2,3)}。

分離部に由来する腰痛と神経根障害は、2 番目に頻度が高い病態であった。成人期以降の終末期分離に伴う腰下肢痛では、①分離部とそれに隣接する椎間関節の炎症(滑膜炎)、②分離部骨棘による神経根圧迫、③隣接する椎間板変性や終板障害、および④分離すべりに伴う椎間孔狭窄による神経根圧迫の 4 つが主な病態とされる⁹⁾。いずれも脊柱所見、神経学的所見、および画像診断を合わせて評価することで、病態の推定は可能だが、診断的ブロックにより、診断的治療が可能となる。また、今回の検討では、分離部ブロックを行なったすべて

表1 腰下肢痛により当科を受診したプロ野球選手

No	ポジション	主訴	診断	診断の根拠
1	野手	右腰痛	右 L2 横突起骨挫傷	画像所見 (MRI STIR 画像での高信号領域)
2	投手	左腰痛	左 L3 新鮮分離症 (成人発症)	画像所見 (MRI STIR 画像での高信号領域)
3	投手	腰痛, 両下肢しびれ	発育性脊柱管狭窄による馬尾障害	神経学的所見, 負荷試験, 画像所見 (CT, MRI) →後方除圧術により症状消失
4	投手	左腰痛	左 L3/4, L4/5 椎間関節障害	椎間関節ブロック
5	投手	左腰痛	左 L4/5 椎間関節障害	椎間関節ブロック
6	野手	左腰痛	左 L4/5, L5/S 椎間関節障害	椎間関節ブロック
7	野手	左腰痛	左 L4/5 椎間関節障害	椎間関節ブロック
8	投手	左腰痛	左 L4/5 椎間関節障害	椎間関節ブロック
9	野手	左腰痛	左 L5 分離症 (滑膜炎), 左 L4/5, L5/S 椎間関節障害	分離部ブロック, 椎間関節ブロック
10	野手	腰痛	両 L5 分離症 (滑膜炎), 両 L4/5, L5/S 椎間関節障害	分離部ブロック, 椎間関節ブロック
11	野手	腰痛	両 L5 分離症 (滑膜炎), 両 L4/5, L5/S 椎間関節障害	分離部ブロック, 椎間関節ブロック
12	野手	腰痛, 両殿部痛	両 L4/5, L5/S 椎間関節障害, 両仙腸関節障害	椎間関節ブロック, 仙腸関節ブロック
13	野手	腰痛	L4/5 椎間板性ヘルニア (HIZ)	椎間板ブロック
14	野手	腰痛	L5 分離すべり (滑膜炎), L5/S 椎間板ヘルニア (HIZ)	分離部ブロック, 椎間板ブロック
15	投手	左腰痛	左 L5 分離症 (滑膜炎)	分離部ブロック
16	野手	腰痛, 左臀部痛	L5/S 椎間板ヘルニア (左 S1 神経根障害)	神経根ブロック
17	投手	左殿部痛	左 L5 分離症 (分離部骨棘による左 L5 神経根障害)	神経根ブロック
18	野手	左殿部痛	L4/5 椎間板ヘルニア (左 L5 神経根障害)	神経根ブロック
19	投手	右腰痛, 右殿部-大腿後面痛	L5/S 椎間板ヘルニア (右 S1 神経根障害)	神経根ブロック
20	野手	左下腿外側部痛	L5 分離すべり (椎間孔狭窄による左 L5 神経根障害)	神経根ブロック

の選手において, 1~2 回のブロックで症状は消失し, 再燃なく競技復帰を果たしていた. これはブロックそのものによる抗炎症効果のみならず, ブロックの結果から病態推定を行ない, 復帰に向けての適切なコンディショニングが行なわれたことも影響していると考えられる^{3,11)}.

腰椎椎間板ヘルニアによる神経根障害による腰下肢痛は, 3 番目に頻度が多かった病態であった. 身体所見と画像所見のみで, 疼痛の原因と推察できる場合が多く, ブロックは診断というよりは, 治療のために施行した. 椎間板ヘルニアに対する治療は, プロ野球選手においても保存療法が中心である. 神経根ブロックが著効することが多く, ほとんどの症例で競技復帰が可能であり, 手術に至る選手は, 麻痺などの重篤な神経障害を合併した

わずかな症例に限られる^{2,3,12,13)}. 今回の検討でも, 保存療法により, 全症例で症状は消失し, 競技復帰を果たしていた.

椎間板性腰痛が, 4 番目に多い病態であり, 2 例とも椎間板内に HIZ を伴う症例であった. HIZ は, MRI の T2 強調画像で, 腰椎椎間板後方, 線維輪に生じる高信号領域であり, 線維輪の損傷と引き続いての炎症反応を反映している¹⁴⁾. 1992 年に Aprill と Bogduk が腰痛との関連性を最初に報告したが¹⁵⁾, 無症状の症例でも半数に認めるとの報告もあり¹⁶⁾, 腰痛との関連については不明な点が多い. 腰椎椎間板の MRI 所見と腰痛の関連について検討した最新のメタ・アナリシスによれば, HIZ は腰痛との関連は認められなかったと報告されている¹⁷⁾. 今回の検討においても, 椎間板性腰痛と診断され

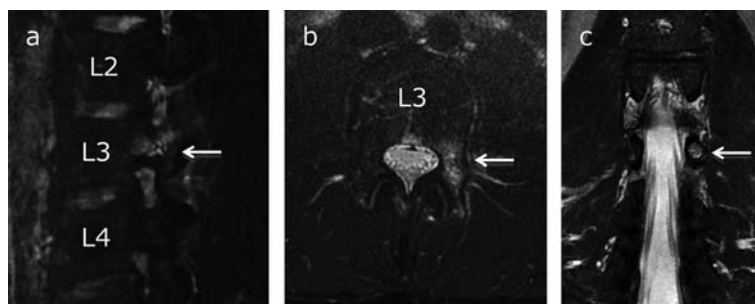


図1 MRI STIR の画像所見が診断に有用であった症例(文献8より画像引用)
右投げの投手. 表1の症例 No.2. 雨天での投球練習中に左寄りの腰痛を自覚したが, 我慢しながら練習を2ヵ月間継続した. その後, 試合登板の投球時(80球前後)に腰痛が増悪し, プレー不能となった. 当科受診時には, 腰椎の前屈・後屈・回旋いずれも左寄りの腰痛が誘発され, 左L3高位の左多裂筋-傍脊柱起立筋部に限局した圧痛が存在した. MRI STIR 画像(a:矢状断像, b:横断像, c:冠状断像)にて左L3椎弓根-関節突起部に高信号像が認められた. 左L3超初期分離症(成人発症)と診断した.

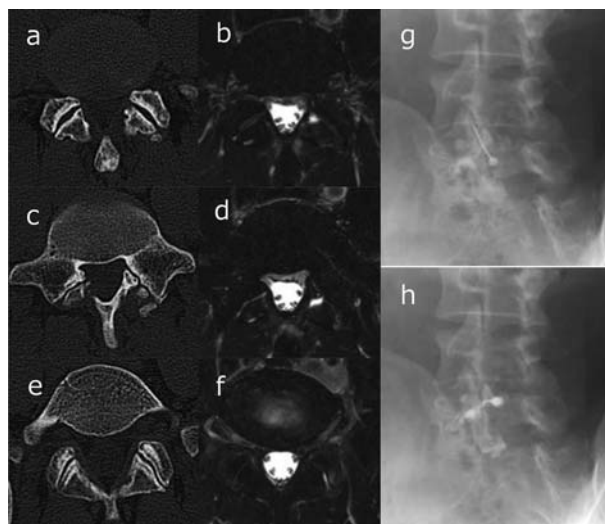


図2 分離部ブロックと椎間関節ブロックが診断に有用であった症例(文献8より画像引用)
野手. 表1の症例 No.9. 急性腰痛にて競技継続困難となり来院した. 腰椎後屈時に左L5-S高位に限局する腰痛が誘発された. CTでのL4/5高位での椎間関節変性変化(a)とMRI STIRでの左優位の関節内高信号変化(b), 両側のL5終末期分離(c)と左優位の分離部での高信号変化(d), およびL5/S高位での椎間関節変性変化(e)と左優位の関節内高信号変化(f)を認めた. 左L4/5椎間関節(g), 分離部(h), 左L5/S椎間関節ブロック(h)を施行したところ, 疼痛は完全消失し, ブロック2日後より競技復帰した.

ていない18名のうち, 4名にHIZが認められていることから, MRIは, 椎間板性腰痛の診断ではあくまで補助診断であり, 病歴, 身体所見, 画像所見, および診断的ブロックの結果を総合して判断することが望ましい.

仙腸関節障害と診断された選手は1名であった. アス

リートにおける仙腸関節障害の疫学調査は少なく, プロ野球選手における同障害の頻度や特徴は現時点では不明である. われわれが過去に行なった調査では, 高校野球選手における仙腸関節障害の有病割合は2.5%であり, 投手, 投球側, および症状側股関節の回旋・伸展制限と



図3 椎間板ブロックと分離部ブロックが診断に有用であった症例(文献8より画像引用)

野手. 表1の症例No.14. 両L5終末期分離があり, 軽度のすべりを伴い, L5/S椎間板後方に, L5/S椎間板後方にHIZ(high intensity zone)を認めた(a). プロ生活で1年に1回は腰痛の自覚があり, 特に当科を初診したシーズンは, 腰痛により1週間以上の競技離脱を複数回経験していた. 腰椎の前屈・後屈両方で腰痛が誘発され, 下肢痛はなかった. 分離部ブロックで, 腰椎後屈時痛が消失し, 椎間板ブロック後に腰椎前屈時痛が消失した(b). 1年後の再診時には, 椎間板内のHIZは消失しており(c), ブロック後2年間の経過観察で腰痛再燃による競技離脱はない.

関連していた¹⁸⁾. 今回経験した1名は, 上記の特徴と合致はしなかったが, 今後症例を集積し, 再検討する必要がある.

本研究の限界として, 診断的ブロックの診断精度があげられる. 診断的ブロックでは, 真に特異的なブロックは不可能である. 椎間関節ブロックを例にあげれば, ①プラセボ効果による偽陽性の可能性¹⁹⁾, ②1.0 mlの椎間関節内注入では, 薬液が腹側硬膜外腔に浸潤して硬膜外ブロックとなってしまう可能性²⁰⁾, ③0.5 mlの椎間関節内注入ではブロック効果が十分でなく, 偽陰性となってしまう可能性²¹⁾, ④1.0 mlを超える腰神経後枝内側枝ブロックでは, 後枝外側枝もブロックされることにより, 最長筋, 腸肋筋を含めた周囲組織由来の疼痛もブロックされてしまう可能性²²⁾, などの問題点が指摘されている. 他の診断的ブロックにおいても, ほぼ同様の問題点が存在する. したがって, 本研究の結果は, 上記の診断精度の問題を理解したうえで, 解釈すべきと考えられる.

結 語

プロ野球選手を対象に, 診断的ブロックを中心とした病態評価を行ない, 全例で疼痛の原因部位の特定が可能であった.

診断的ブロックには, それ自身の治療効果である早期疼痛緩和作用に加えて, 正確な疼痛の原因部位の把握から, 病態に応じた運動療法の提示を可能とする利点がある.

文 献

- 1) Deyo RA : Early diagnostic evaluation of low back pain. J Gen Intern Med, 1 : 328-338, 1986.
- 2) 加藤欽志ほか : 腰部障害—腰椎分離症と腰椎椎間板ヘルニア—. 臨スポーツ医, 32 : 213-219, 2015.
- 3) 加藤欽志ほか : プロ野球選手の腰下肢痛に対する診断と治療. Locomot Pain Front, 3 : 92-99, 2014.
- 4) 加藤欽志ほか : 非特異的腰痛の診療ガイドライン. Mon Book Orthop, 26 : 1-6, 2013.
- 5) Campbell R et al : Sports-Related Disorders of the Spine and Sacrum. Essential Radiology for Sports Medicine, 217-240, 2010.
- 6) Tezuka F et al : Etiology of Adult-onset Stress Fracture in the Lumbar Spine. Clin Spine Surg. Epub ahead of print, 2016.
- 7) 加藤欽志ほか : 伸展時腰痛の画像診断. 臨スポーツ医, 33 : 968-973, 2016.
- 8) 加藤欽志ほか : 神経学的所見に乏しい腰痛の診断画像所見から. ペインクリニック, 37 : 1249-1256, 2016.
- 9) Sairyo K et al : State-of-the-art management of low back pain in athletes : Instructional lecture. J Orthop Sci, 21 : 263-272, 2016.
- 10) Alyas F et al : MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic, adolescent, elite tennis players. Br J Sports Med, 41 : 836-841, 2007.

- 11) 加藤欽志ほか：体幹 腰部障害からのスポーツ復帰. 総合リハ, 44 : 581-586, 2016.
- 12) 奥田晃章ほか：プロスポーツ選手の腰部障害と治療. Mon. Book Orthop, 19 : 29-37, 2006.
- 13) 高橋 壘：プロ野球選手の腰痛管理とコンディショニング. 臨床スポーツ医学, 30 : 753-763, 2013.
- 14) Jha, SC et al : Clinical Significance of High-intensity Zone for Discogenic Low Back Pain : A Review. J Med Invest, 63 : 1-7, 2016.
- 15) Aprill, C et al : High-intensity zone : a diagnostic sign of painful lumbar disc on magnetic resonance imaging. Br J Radiol, 65 : 361-369, 1992.
- 16) Stadnik TW et al : Annular tears and disk herniation : prevalence and contrast enhancement on MR images in the absence of low back pain or sciatica. Radiology, 206 : 49-55, 1998.
- 17) Brinjikji W et al : MRI Findings of Disc Degeneration are More Prevalent in Adults with Low Back Pain than in Asymptomatic Controls : A Systematic Review and Meta-Analysis. AJNR Am J Neuroradiol, 36 : 2394-2399, 2016.
- 18) 加藤欽志ほか：高校野球選手における仙腸関節障害の頻度と特徴. 日臨スポーツ医会誌, 24 : S241, 2016.
- 19) Manchukonda R et al : Facet joint pain in chronic spinal pain : an evaluation of prevalence and false-positive rate of diagnostic blocks. J Spinal Disord Tech, 20 : 539-545 2007.
- 20) Destouet JM et al : Lumbar facet joint injection : Indication, technique, clinical correlation, and preliminary results. Radiology, 145 : 321-325 1982.
- 21) Dreyfuss P et al : Specificity of lumbar medial branch and L5 dorsal ramus blocks : A computed tomography study. Spine (Phila Pa 1976), 22 : 895-902 1997.
- 22) Kaplan M et al : The ability of lumbar medial branch blocks to anesthetize the zygapophysial joint : A physiologic challenge. Spine (Phila Pa 1976), 23 : 1847-1852 1998.

第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」

発育期運動選手の腰痛 ～原因不明の非特異的腰痛に陥らないために～

Low Back Pain in Adolescent Athletes

— The Pathology Falls into Unidentified Non-specific Low Back Pain —

山下 一太¹⁾ Kazuta Yamashita 西良 浩一¹⁾ Koichi Sairyo
間瀬 泰克²⁾ Yasuyoshi Mase

● Key words

非特異的腰痛, 思春期, 子ども, 運動選手

Non-specific low back pain : Adolescence : Children : Athletes

●要旨

近年の疫学調査により, 子どもの腰痛はこれまで考えられていたより多いことが分かってきた。その大部分は安静による経過観察で症状が軽減するのであるが, なかには慢性腰痛に移行し, スポーツ活動や日常生活に支障をきたすものも存在する。複数の病院を受診するも, 腰痛の原因が不明のまま漫然と, 通院とスポーツ活動を継続する症例も散見される。そのような原因不明の腰痛を抱えてしまっている症例は仮に腰痛が軽減しても, 病態に応じた適切なコンディショニングを行なっていないければ, また同じ腰痛が再発する可能性が高い。医療者は適切な診察と画像所見により, 腰痛の原因を特定するように尽力しなければならない。

はじめに

以前は, 発育期・子どもの腰痛は非常にまれであると考えられていた。しかし近年の疫学調査により, 発育期の腰痛の罹患率は 13.7～60.3% と報告されており¹⁻⁵⁾, これまで考えられていたより高いことが分かってきた。一般的に, 発育期は成人・老年期と異なり, 椎間板をはじめとする腰部構造体は保持されていることがほとんど

であり, 腰痛の発生源を特定することは容易ではない。

本稿ではまず, 非特異的腰痛の正しい認識について述べる。続いて発育期の腰痛に焦点を当てて, その原因が特定できない理由, 原因を特定する必要性について述べる。また前医で腰痛の原因が分からないため精査加療目的, もしくはセカンドオピニオン目的に紹介受診となった発育期の「原因不明の腰痛」について, 症例を提示して述べる。

山下一太
〒770-8503 徳島市蔵本町3丁目18-15
徳島大学大学院運動機能外科学
TEL 088-633-7240

1) 徳島大学大学院運動機能外科学
Department of Orthopedics, The University of Tokushima Graduate School
2) 八王子スポーツ整形外科
Hachioji Sports Orthopaedic Surgery

「非特異的腰痛」の正しい認識

非特異的腰痛とは、「原因不明の腰痛」のことと一般的に理解されているが、本来は「明らかな原因のない腰痛を総称した」言葉である。つまり、腫瘍、感染、外傷による脊椎疾患および神経症状を伴う脊椎疾患を除外した腰痛の総称であり、正確には「さしあたっての診察や検査では、その原因をすぐに特定することができないが、経過観察しておいてもすぐに甚大な影響を及ぼさない類の腰痛」を指している。非特異的腰痛は一般的に腰痛の85%が当てはまるとされ⁶⁾、子どもの腰痛においても同様に起こりうる。

国内では非特異的腰痛という言葉が一人歩きし、「非特異的腰痛＝原因不明の謎の腰痛」と考えられていることが多いため、「85%も原因が分からない腰痛がある」という誤った認識をもっている医療者も少なくない。

慢性化する「原因不明の腰痛」に対して、通常のNSAIDsなどの鎮痛剤が奏効しない場合は、弱オピオイド、抗鬱薬、あるいは認知行動療法などに頼らざるを得ないのが実状である。

発育期の腰痛

発育期の腰痛の原因として、スポーツ活動があげられる。スポーツ活動での繰り返し加えられる腰部構造体への物理的負荷のため、組織の微細損傷、炎症が生じ、腰痛が引き起こされる。

その腰痛は、最初は運動時、あるいは運動後のみ出現する腰痛であり、日常生活には支障をきたすことがないため、医療機関へ受診しないものも多い。また受診したとしても、この時点では、通常のX線検査やMRIでさえも腰痛の発生源を特定できないことも多い。医療者側も前述の非特異的腰痛の概念を正しく理解していないと、「85%は原因が分からない腰痛だから仕方ない」という説明をして、患者・医療者双方が腰痛の発生源の特定を断念してしまう可能性もある。その発生源を特定せずに、疼痛を我慢して漫然とスポーツ活動を継続した結果、終末期腰椎分離症などに病態が進行して、はじめて腰痛の原因を特定される場合も散見される。また、中学高校の部活動の実質的な活動期間は2年数ヵ月程度であり、休んでいるとレギュラーを奪われるなどの理由から、痛くても言い出せずに我慢しているケースも散見され、要注意である。

発育期の腰痛で、原因の特定しやすい病態としては、椎間板ヘルニア、腰椎分離症(進行期、終末期)があげら

れる。これらは基本的な理学的所見に加え、単純X線、MRIで比較的容易に診断可能である。

一方、原因不明の非特異的腰痛に陥りやすい病態としては、1)腰椎分離症(初期)、2)椎間板性腰痛、3)椎間関節炎、4)骨端輪骨折があげられる。以下に代表症例とともに、おのおのの病態について解説する。

1. 腰椎分離症(初期)

腰椎分離症はその病状の進行程度を初期・進行期・終末期の3段階に分類する⁷⁾。進行期、終末期は単純X線で描出されるが、初期分離症は単純X線では描出されない。①腰椎伸展で増強する腰痛、②Kemp sign 陽性、③限局した棘突起の圧痛などの理学的所見を詳細にとり、「初期の分離症ではないか」と疑って診察しないと容易に見逃してしまう。

腰椎分離症を疑って単純X線を撮像したのに、明らかな関節突起間部の骨折線を認めないときは、MRIを撮像する。MRIは通常のT1強調像、T2強調像に加えて、STIR(short T1 inversion recovery)が有用である。また初期分離症では、関節突起部間部の下方から上方に向かう骨折線を認めることもある。

症例1

15歳男子。サッカー部。半年前、練習中に腰痛自覚し、以降も継続、増強。近医受診するもX線撮影では異常なく、腰痛に対する診断は不明であった。さらなる精査目的で当院受診。左右回旋時と後屈時の疼痛を認めた。MRIでL4の両椎弓内にT1低信号、T2高信号領域を、またCTで関節突起間部の骨折線を確認(図1)し、L4分離症の初期と診断することができた。スポーツ活動の休止に加え、後屈と回旋を制御した硬性コルセット着用を指示した。当院受診後4ヵ月で腰痛消失、MRIの輝度異常消失を確認し、競技復帰となった。

2. 椎間板性腰痛

慢性腰痛の40%以上は椎間板が関与していると報告されている^{8,9)}。成人と比べて、発育期の椎間板変性は少ないが、スポーツ活動を盛んに行なう発育期には、椎間板が原因の腰痛が起こりうる。椎間板性腰痛は前屈位やくしゃみなどの際に増強することが特徴である。近年、high signal intensity zone (HIZ)という概念が提唱されている。線維輪の断裂部分にfluidが貯留し、二次的に炎症性変化が起きているところを描出したものである¹⁰⁾。「HIZの存在」と「椎間板造影の疼痛誘発テスト陽性」は強い相関がある¹⁰⁾、また慢性腰痛患者の28~59%にHIZが陽性であった^{11,12)}という報告は、“HIZの存在は椎間板性腰痛の診断に有効である”ことを後押しする

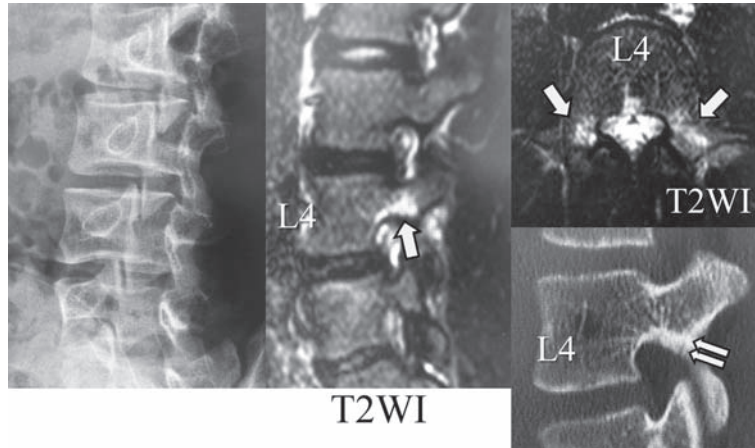


図1 腰椎分離症(初期)の椎弓根輝度変化

単純X線では分離症を指摘することはできないが、MRIで椎弓根の輝度変化、CTで関節突起間部の骨折線を確認することができる。

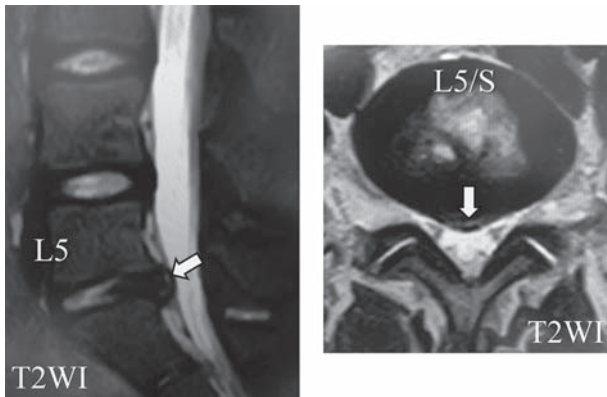


図2 椎間板性腰痛のHIZ (high signal intensity zone)
椎間板後方線維輪内にT2高信号領域を確認することができる。STIRを撮像してはじめてHIZを確認することができる症例もある。

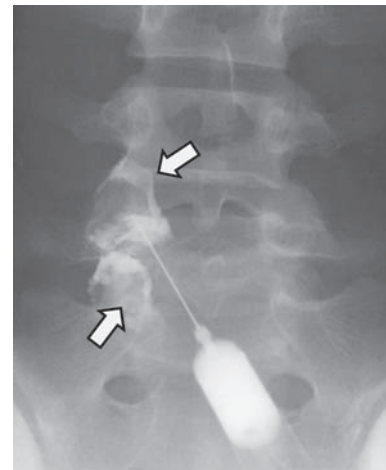


図3 終末期分離症に対する分離部造影
分離部の滑液包炎と連結した上下椎間関節の滑膜炎。

ものである。一方で、症状がなくても一定数でHIZが陽性である^{13,14)}という報告もあり、まだ議論の余地がある領域である。画像所見だけではっきりしない場合は、椎間板造影による疼痛再現と、それに続く椎間板ブロックでの疼痛消失を確認して、椎間板性腰痛と診断しているが、椎間板造影そのものに椎間板変性効果があるとの報告もあり、こちらもまだ議論の余地がある。

症例2

14歳女子。ゴルフ選手。6ヵ月前からのゴルフ練習中の腰痛。症状進行し、前屈位となると日常生活にも支障をきたすようになった。近医受診するも腰痛の原因特定に至らず、当院に紹介受診となった。MRIではL5/S1椎間板の正中の突出を認めるものの、硬膜の圧迫はなかつ

た。また同レベルの椎間板後方にHIZを認めた(図2)。椎間板造影での疼痛再現と、リドカインとステロイドを使用した椎間板ブロックでの一時的疼痛消失を確認し、最終的に椎間板性腰痛と診断した。2回の椎間板ブロックと下肢のストレッチ、体幹筋力訓練のコンディショニングで徐々に疼痛緩和し、当院紹介受診後5ヵ月で元の競技レベルに復帰した。

3. 椎間関節炎

椎間関節も疼痛源となる可能性がある¹⁵⁾。通常、発育期の椎間関節は関節症性変化となっていることは少ないはずだが、スポーツの種類や外傷歴によっては念頭に入なければならない。また、腰椎分離症の進行期や終末

期に、分離部と椎間関節が交通して滑膜炎となっていることもある(図3)¹⁶⁾。正確な診断には、椎間関節ブロックでの疼痛消失を確認する必要がある。

症例3

15歳男子。ラグビー部。3年前の試合中に相手と正面衝突した際に強い腰痛があった。以降、徐々に腰痛は改善したものの、練習中は常に疼痛が継続していた。背屈、右回旋時に疼痛は増強した。近医受診するも腰痛の原因特定には至らず、当院受診となった。単純X線とMRIでは明らかな異常所見はなかったが、CTにてL5/S左椎間関節の関節症性変化を認めた(図4)。同部位への椎間関節ブロックで疼痛の一時的な消失を確認し、椎間関節炎と診断した。本人に病態を説明し、現在は非コンタクトスポーツに変更して活動中である。

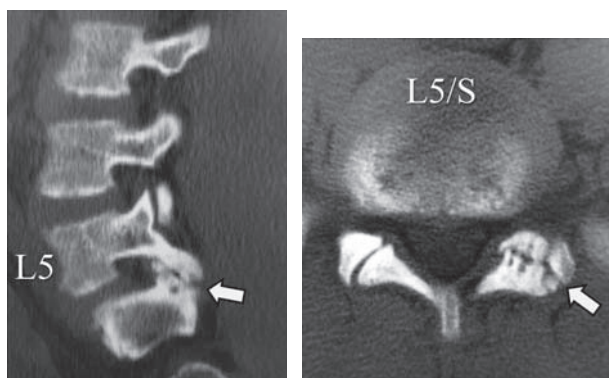


図4 L5/S左椎間関節の関節症性変化
CTにより左椎間関節の関節症性変化がはじめて確認できた。

4. 骨端輪骨折

骨年齢が未熟な時期に腰椎分離症を発生し、分離すべり症に進行する際に、まれではあるが椎体骨端輪に骨折を伴うことがある¹⁷⁾。その際の腰痛は急激かつ激烈であり、小骨片が神経根を圧迫すると下肢痛が出現する。この病態は単純X線やMRIでさえも描出されにくく、CT撮影してはじめて特定されることが多い¹⁸⁾。

症例4

11歳女子。スキー選手。半年前より練習中の腰痛を自覚。近医でL5分離すべり症を指摘されていた。縄跳びをしていて突如強い腰痛が出現し、かかりつけ医受診するも、「分離症の悪化」と診断され、腰椎固定術を勧められた。セカンドオピニオン目的に当院受診。強い腰痛と前後屈で両大腿後面に強い突っ張り感あり。MRIではL5分離すべり症に伴うL5/S椎間板の膨隆を認めるのみだったが、CTでL5椎体下位終板レベルの骨片を確認し(図5)、今回の腰痛の主原因は、L5腰椎分離すべり症に伴う腰椎骨端輪骨折と診断した。スポーツ完全休止と硬性コルセット着用に加え、NSAIDs内服で徐々に疼痛軽減し、以降経過観察としているが、症状再発した際は骨片摘出と分離修復術を検討している。

腰痛の原因特定の必要性

成人・老年期だけではなく、発育期にも腰痛は起こり、特に運動選手に頻発する。「原因不明の腰痛」に対してドクターショッピングを繰り返し、不安を抱えたままスポーツ活動を継続している発育期運動選手は少なくない。腰痛の原因を特定できないまま、一定期間の安静

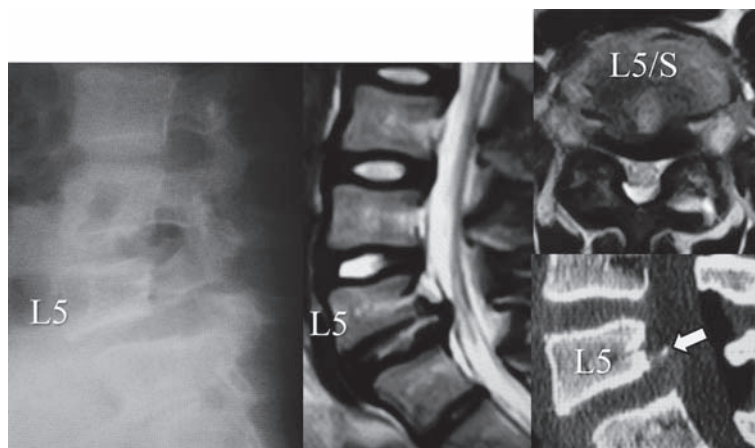


図5 L5分離すべり症に伴う腰椎骨端輪骨折
単純X線、MRIでは骨片を確認することができないが、CTでは明瞭に確認できる。

と経過観察のみで症状が軽快するものも多いが、腰痛は高率に再発する。原因が特定できれば、それぞれへの病態に適したコンディショニングや姿勢指導、練習内容の調整を行なうことで再発を防止することができるため、医療者は疼痛源の特定に尽力しなければならない。また、スポーツ活動の指導者、保護者と連携して、発育期アスリートをサポートできるような体制作りが重要な課題である。

前述したように、「非特異的腰痛は原因不明なのだから、原因が分からなくても仕方ない」という誤った認識そのものが、腰痛の原因特定を妨げている可能性がある。「原因不明の腰痛」を減らすためには、医療者の正しい知識と、なにより「疼痛源を特定する」という情熱をもって診療する必要がある。

総 括

発育期運動選手の腰痛で原因不明の非特異的腰痛に陥りやすい病態として、初期の腰椎分離症、椎間板性腰痛、椎間関節炎、骨端輪骨折があげられ、注意を要する。詳細な問診・診察に加えて、STIR-MRIやCTなど、個々の病態に適した画像所見を駆使して診療することが望ましい。

文 献

- Burton A et al : The natural history of low back pain in adolescents. *Spine (Phila Pa 1976)*, 21 : 2323-2328, 1996.
- Masiero S et al : Prevalence of nonspecific low back pain in schoolchildren aged between 13 and 15 years. *Acta Paediatr*, 97 : 212-216, 2008.
- Sato T et al : Low back pain in childhood and adolescence : a cross-sectional study in Niigata City. *Eur Spine J*, 17 : 1441-1447, 2008.
- Skoffler B et al : Physical activity and low-back pain in schoolchildren. *Eur Spine J*, 17 : 373-379, 2008.
- Balagué F et al : Non-specific low back pain in children and adolescents : risk factors. *Eur Spine J*, 8 : 429-438, 1999.
- Deyo RA et al : Low back pain. *N Engl J Med*, 344 : 363-370, 2001.
- 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.
- Ito M et al : Predictive signs of discogenic lumbar pain on magnetic resonance imaging with discography correlation. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23 : 1252-1258, 1998.
- Schwarzer AC et al : The prevalence and clinical features of internal disc disruption in patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 20 : 1878-1883, 1995.
- Aprill C et al : High-intensity zone : a diagnostic sign of painful lumbar disc on magnetic resonance imaging. *Br J Radiol*, 65 : 361-369, 1992.
- Lam KS et al : Lumbar disc high-intensity zone : the value and significance of provocative discography in the determination of the discogenic pain source. *Eur Spine J*, 9 : 36-41, 2000.
- Carragee E et al : 2000 Volvo Award winner in clinical studies : Lumbar high-intensity zone and discography in subjects without low back problems. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25 : 2987-2992, 2000.
- Weishaupt D et al : MR imaging of the lumbar spine : prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. *Radiology*, 209 : 661-666, 1998.
- Stadnik TW et al : Annular tears and disk herniation : prevalence and contrast enhancement on MR images in the absence of low back pain or sciatica. *Radiology*, 206 : 49-55, 1998.
- Goode AP et al : Low back pain and lumbar spine osteoarthritis : how are they related? *Curr Rheumatol Rep*, 15 : 305, 2013.
- Sairyo K et al : Painful lumbar spondylolysis among pediatric sports players : a pilot MRI study. *Arch Orthop Trauma Surg*, 131 : 1485-1489, 2011.
- Baranto A et al : Fracture patterns of the adolescent porcine spine : an experimental loading study in bending-compression. *Spine (Phila Pa 1976)*, 30 : 75-82, 2015.
- Tamaki S et al : Lumbar posterior apophyseal ring fracture combined with spondylolysis in pediatric athletes : case series of three patients. *JBJS Case Connect*, 6 : e64, 2016.

第 42 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
「腰痛の機能的病態診断への挑戦—あきらめたときが非特異的腰痛—」

徒手療法を用いた腰痛の病態評価の試み

Pathomechanical Evaluation of Low Back Pain Using Manual Therapy

成田 崇矢¹⁾ Takaya Narita

金岡 恒治²⁾ Koji Kaneoka

● Key words

腰痛, 機能的病態評価, 徒手療法, 疼痛除去テスト

Low back pain : Pathomechanical evaluation : Manual therapy : Pain reduction test

● 要旨

徒手療法は、疼痛の原因となる異常関節挙動を徒手的に改善させることで疼痛軽減効果が得られると考えられている。われわれは神経学的所見のない腰痛者に対してさまざまな徒手療法介入を行ない、その疼痛軽減効果をもって腰痛の病態を推定する試みを行なった。対象は腰痛を主訴に整形外科外来を受診したアスリート 68 名とし、脊椎外科医の診察によって神経学的所見等を有した 13 名を除外した 55 名に対し、徒手療法介入の疼痛軽減効果を用いて病態を推定分類した。その結果、椎間関節由来は 63.6 %, 椎間板由来は 7.3 %, 仙腸関節由来は 25.5 %, 筋・筋膜由来の腰痛は 18.2 % と推定された。関節機能の改善による疼痛軽減効果を用いた本手法は、画像所見に乏しい腰痛の機能的な病態理解や、機能改善のための運動療法の提供の可能性をもつ。

はじめに

腰痛の病態はさまざまであり、その 8 割は画像所見で病態を特定することが難しい非特異的腰痛と呼ばれている。アスリートは競技活動によって腰部に繰り返しの負荷を加えるため腰痛発生頻度が高く、画像所見を生じる以前から疼痛による運動制限が生じるためその対応が難しい。腰椎椎間板ヘルニアや腰椎疲労骨折(分離症)のように画像所見が得られる腰痛以外の病態として、腰椎椎間関節障害、椎間板障害、仙腸関節障害や筋筋膜性腰痛があげられる。腰椎椎間関節や仙腸関節は滑膜関節であり、侵害受容器が豊富に存在し^{1,2)}、過度の負荷によ

る炎症や、さまざまな身体機能の低下による腰椎分節の非生理的挙動の繰り返しにより、侵害受容器が刺激され疼痛を生じ、腰痛として認識される。

椎間関節、仙腸関節への負荷が継続することによって関節の変形性変化が生じると画像検査として描出され、これらの変化はグレード分類が行なわれている^{3,4)}。しかし、変形性変化が生じる前には画像所見が得ることができず、いわゆる非特異的腰痛として認識されやすい。これらの診断には運動時痛の誘発の有無や、圧痛の有無などの所見から病態を推察し、推定障害部位への関節ブロック注射等による疼痛軽減効果を用いた治療の診断手法が用いられる^{5,6)}。しかし、疼痛誘発テストは一時的に疼痛を増強させることから患者への負担があり、スポーツの

成田崇矢
〒 2401-0380 南都留郡富士河口湖町小立 7187
健康科学大学健康科学部理学療法学科
TEL 0555-83-5289

1) 健康科学大学健康科学部理学療法学科
Department of Physical Therapy, Health Science University
2) 早稲田大学スポーツ科学学術院
Faculty of Sport Sciences, Waseda University

現場においてブロック注射を行なうことは困難である。

関節由来の疼痛に対して実施されている理学療法の一部として、非生理的な関節挙動によって疼痛を惹起している関節に対して徒手的に関節挙動を改善し、生理的挙動に近づける徒手療法がある。その疼痛軽減効果は介入直後から得られることが経験されており、脊椎に対する徒手療法の即時的効果が報告されている^{7,13)}。われわれはこの徒手療法を応用し、障害部位への力学的負荷を減ずる操作による疼痛軽減効果を診る“疼痛除去テスト”を用いて⁸⁾、アスリートの腰痛に対する機能的病態評価を試みたのでその結果を報告する。

方 法

腰痛を主訴に整形外科外来を受診したアスリート 68 名に対して、まず脊椎外科医が診察し問診、脊柱所見（動作時痛、圧痛部位、疼痛誘発テスト等）、神経学的所見を取得し、X 線写真評価を行ない、必要に応じて MRI、CT 検査を行ない障害部位を推定した。この内、神経学的所見を有した者は 13 名で、これらを除いた 55 名（男性 31 名、女性 24 名、平均年齢 19 歳）を対象に徒手療法技術を習得した理学療法士が、立位時の動作時痛（体幹前屈、後屈、側屈、回旋）の有無を確認し、疼痛が誘発された場合は主観的疼痛尺度（VAS 値）を確認した後に、以下に示す 3 種類の徒手的操作を行なった。それぞれの徒手的操作後の動作時痛の VAS 値が 4 割以上の軽減を得た場合に、疼痛除去テスト陽性と判定した。

徒手的操作方法

椎間制動操作（図 1）：障害を生じていると推定される脊椎分節の上位椎の棘突起を、検者の手根部で経皮的に

挙上させて同分節挙動を制限させながら、立位での疼痛誘発動作を行なわせた。この操作によって、介入前の動作時に誘発された腰痛が軽減されるか否かで効果を判定した。もし腰椎伸展挙動や斜め後ろへの伸展挙動（ケンプ手技）により椎間関節に負荷を加えた際に腰痛が誘発され、徒手的に障害推定分節を制動しながら同様の挙動を行なわせることで、動作時痛が軽減した場合は椎間関節性腰痛と推定した。また腰椎前屈にて腰痛が誘発され分節制動にて前屈動作時痛が軽減した際には椎間板性腰痛と推定した。また、椎間板性腰痛においては、MRI 画像所見の椎間板変性所見、局所的高輝度変化（high intensity zone）、椎間板ヘルニア所見の有無を補助診断として用いた。

仙腸関節徒手介入（図 2）：仙腸関節性腰痛を疑った際には、腰痛者の仙骨と腸骨に徒手的に矢状面での回旋力を作用させ、仙腸関節の回旋位置異常を改善させ疼痛の変化を評価した。また、両腸骨を側方より徒手的に圧迫し仙腸関節を固定させる仙腸関節制動操作にて、動作時の疼痛誘発の軽減を評価した。これらの操作によって疼痛が軽減したものは仙腸関節性腰痛と推定した。

筋筋膜操作：筋筋膜性腰痛であることが疑われた際には、筋肉に対するマッサージ介入や、筋膜に対する滑走性改善の手技等を介入し、動作時痛の軽減効果を評価し、疼痛が軽減した場合には筋筋膜性腰痛と推定した。また、それぞれの推定病態に対するこれらの徒手介入による動作時誘発痛の VAS 値の変化を対応のある t 検定にて評価した。

結 果

55 名のアスリートに徒手療法の介入を行なったとこ

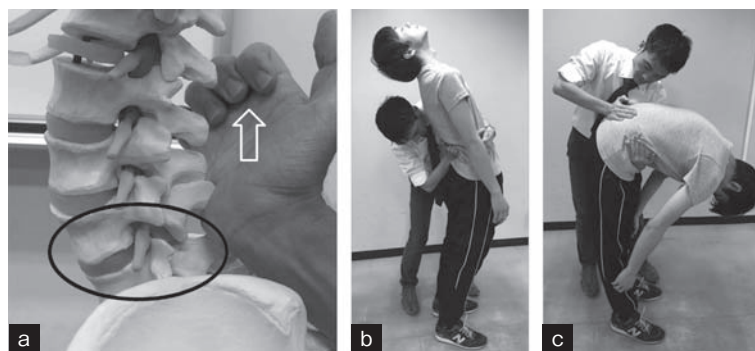


図 1 椎間制動操作

障害推定分節の上位腰椎棘突起を検者の手根部で挙上し、同分節を制動する(a)。徒手的に制動しながら腰椎伸展時痛の軽減効果の有無(b)、前屈時痛の軽減効果の有無(c)を用いて病態を評価する。

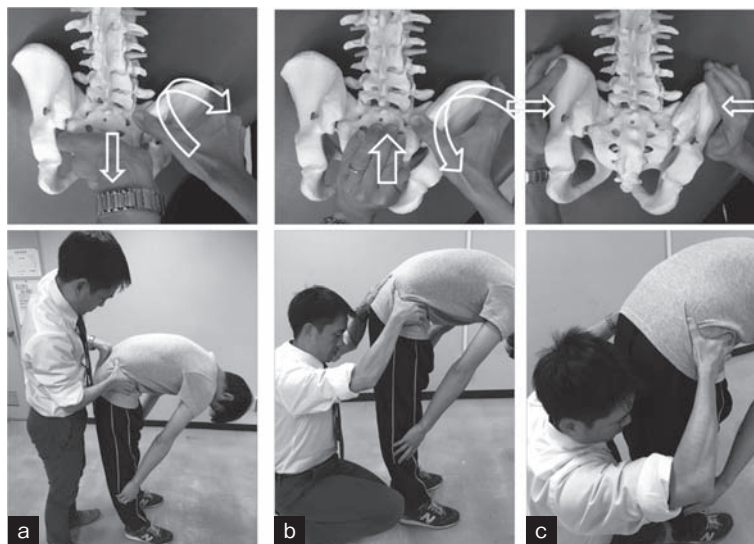


図2 仙腸関節徒手介入

仙骨と腸骨に徒手的に矢状面での回旋力を作用させ、仙腸関節の回旋位置異常を是正する手法(a：仙骨をカウンターニュートーション方向に誘導, b：仙骨をニュートーション方向に誘導)と、両腸骨を側方より徒手的に圧迫する仙腸関節制動操作(c)。

表1 アスリートの腰痛に対する機能的病態分類

徒手介入方法	椎間制動操作		仙腸関節徒手介入	筋筋膜操作	
	椎間関節性腰痛(分離症)	椎間板性腰痛	仙腸関節性腰痛	筋, 筋膜性腰痛	その他
人数(名)	35(11)	4	14	10	2
割合(%)	63.6	7.3	25.5	18.2	3.6

ろ、程度の差はあるが全例において即時的な疼痛の改善が得られた。推定障害分節の椎間制動操作にて椎間関節負荷時の疼痛が改善されたことから、椎間関節あるいは椎弓部に病態が存在すると推定された者は35名(63.6%)であり、そのうち各種画像検査にて椎弓疲労骨折(分離症)と診断されたものは11名であった。また同様の椎間制動操作によって前屈時の腰痛が軽減し、画像検査によって椎間板に疼痛部位が存在すると推定された者は4名(7.3%)であった。仙腸関節への徒手介入によって、腰痛が軽減し他の理学的所見からも仙腸関節が疼痛発生部位と推定された者は14名(25.5%)であった。また筋筋膜への操作によって疼痛が改善したことから筋筋膜性腰痛と推定された者は10名(18.2%)であった。その他の手法で疼痛の軽減を認めた者は2名(3.6%)であった(表1)。

徒手介入前後の動作時痛のVAS値の平均は、椎間関節性腰痛は介入前 5.5 ± 2.3 cm, 介入後 0.5 ± 0.9 cm, 椎間板性腰痛は介入前 5.2 ± 2.6 cm, 介入後 $3.0 \pm$

1.1 cm, 仙腸関節性腰痛は介入前 5.6 ± 2.3 cm, 介入後 1.2 ± 1.4 cm, 筋, 筋膜性腰痛は介入前 6.0 ± 2.7 cm, 介入後 1.2 ± 1.3 cm となり、すべての項目で徒手介入により疼痛は有意に減少した(図3)。

考 察

運動器疾患に対する徒手療法の有効性は数多く報告されており⁷⁾、関節の挙動の質を変えることによって異常関節挙動由来の疼痛を軽減させると考えられているが、その作用機序は明らかにされていない。われわれはこの徒手療法を応用し、一般的に行なわれている診断的ブロック注射と同様の病態評価手法として実践している。今回は55名のアスリートの腰部障害推定部位に徒手療法介入を行ない、疼痛軽減効果をもって障害部位を推定した。その結果、すべての対象者において即時的に動作時痛の改善を認め、その結果から椎間関節性腰痛は63.6%、椎間板性腰痛は7.3%、仙腸関節性腰痛25.5%、筋・

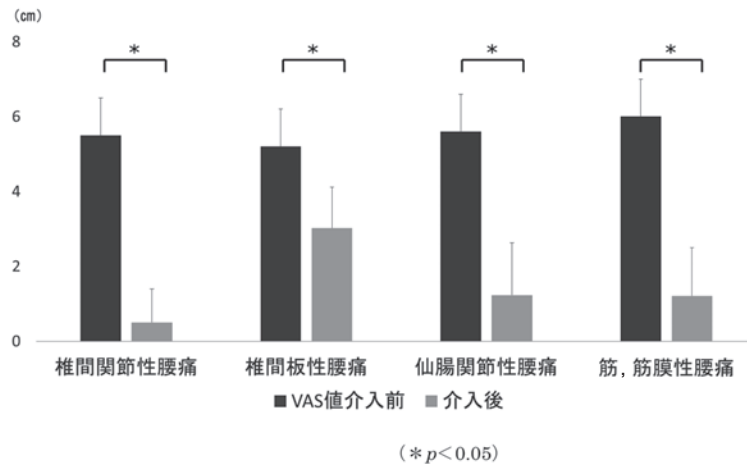


図3 徒手介入前後におけるVAS値の変化

筋膜性腰痛 18.2%と推定された。これまでの報告から椎間関節性腰痛の割合は40%前後^{9,10)}とされており、本研究の63.6%はやや多い。本研究の対象はアスリートであるため、一般健常者と比較し、脊椎伸展動作が多いことが影響していると考ええる。また、椎間板性腰痛の割合は、Schwarzerらの40%以上⁹⁾、Abdiらの26%¹⁰⁾と比較して本研究の7.3%は少ないものであった。この原因としては、本研究の対象が若年のアスリートであり椎間板障害の頻度が少なかったためと考える。仙腸関節性腰痛は20%前後^{9,11)}とされており、本研究もほぼ同様の頻度となった。

われわれが行なった徒手の介入方法は、ニュージーランドの徒手理学療法士であるBrian Mulliganによって開発された治療概念¹²⁾を応用したものであるが、本手法による椎間関節性腰痛に対する即時的な疼痛軽減効果はこれまでも示されており¹³⁾、われわれの手法においても同様の結果が得られた。しかし、これまでに椎間板性腰痛、仙腸関節性腰痛に対する同手法の即時効果の報告は乏しく、今回の調査において椎間板性腰痛、仙腸関節性腰痛に対しても介入前後で有意に誘発痛のVAS値が改善したこと、椎間関節性腰痛と同様に、椎間板性腰痛や仙腸関節障害に対しても即時的に疼痛軽減効果があることが示された。これら疼痛改善のメカニズムとしては、前屈や伸展挙動の際に障害分節に過度のストレスが集中しており、この局所的な物理的ストレスを徒手の椎間関節制動手法によって軽減させたことにより疼痛が軽減したと考える(図4)。また、このような障害発生メカニズムが推定されれば、障害分節への過度なストレスが生じた原因動作の推定や、股関節や上位腰椎・胸椎・胸郭などの隣接関節の可動性低下などの二次的な

原因の推定も行なうことができる。

たとえば、図1中央のように椎間関節制動により、腰椎伸展時痛が改善した場合、障害椎間関節への負荷を減らすために、隣接関節である股関節の伸展可動性を高めるための股関節前面筋(大腰筋、大腿直筋)の伸張性運動、上位腰椎や胸椎・胸郭の伸展可動性向上運動が求められる。また、障害分節への局所的な負荷を減らすために体感深部筋の機能向上も求められる。そのため、隣接関節可動性や体幹深部筋群の機能の評価を行ない、もし何らかの機能不全が存在する場合には、それを改善することで運動時の腰痛発生を軽減させるために必要な運動療法(アスレティックリハビリテーション)を示すことができる。

このように、障害部位を推定するだけでなく、腰痛発生メカニズムを推定し運動療法を提示することができる点が、疼痛除去テストを用いた腰痛機能評価をする優位な点である⁸⁾といえる。今後は、このテストの妥当性・再現性の検討、機能診断別に処方した運動療法の効果の検討を進めていく予定であり、運動によって腰痛が発生するアスリートに対してはその病態に適したアスレティックリハビリテーションを提示するための一助になることが期待される。

結 語

アスリートの腰痛に対して徒手療法を応用した病態評価を試みた。本手法によって腰部障害の機能的病態が推定されれば、その病態にとって最適なアスレティックリハビリテーションを提示することが可能になると考える。

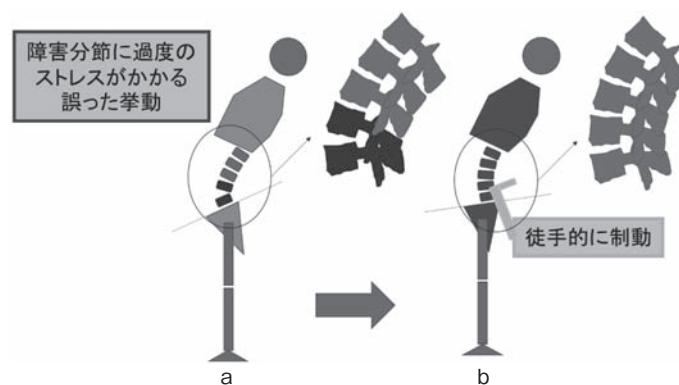


図4 疼痛改善メカニズム

aは障害分節が大きく動き後方構成体に過度なストレスが加わる。徒手的な介入により、可動性の大きい障害分節が制動され安定することにより、bのように正常の関節挙動に変化する。

前屈や伸展挙動の際に障害分節に過度のストレスが集中しており、この局所的な物理的ストレスを徒手的な椎間分節制動手法によって軽減させたことにより、疼痛が軽減したと考える。

文 献

- 1) Yamashita T et al : Mechanosensitive afferent units in the lumbar facet joint. J Bone Joint Surg Am, 72 : 865-870, 1990.
- 2) Sakamoto N et al : An electrophysiologic study of mechanoreceptors in the sacroiliac joint and adjacent tissues. Spine, 26 : 468-471, 2001.
- 3) Weishaupt D et al : MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. Skeletal Radiology, 28 : 215-219, 1999.
- 4) Cristiano M et al : Sacroiliitis : Imaging Evaluation. Radiol Bras, 40 : 53-60, 2007.
- 5) Manchikanti L et al : Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain. Pain Physician, 12 : 35-70, 2009.
- 6) Murakami E et al : Effect of periarticular and intraarticular lidocaine injections for sacroiliac joint pain : prospective comparative study. J Orthop Sci, 12 : 274-280, 2007.
- 7) Reid S et al : Comparison of mulligan sustained natural apophyseal glides and maitland mobilizations for treatment of cervicogenic dizziness : a randomized controlled trial. Phys Ther, 94 : 466-476, 2014.
- 8) 金岡恒治（編）：腰痛の病態別運動療法—体幹筋機能向上プログラム、文光堂、東京、2016.
- 9) Schwarzer A et al : The sacroiliac joint in chronic low back pain. Spine, 20 : 31-37, 1995.
- 10) Abdi S et al : Epidural steroids in the management of chronic spinal pain : a systematic review. Pain Physician, 10 : 185-212, 2007.
- 11) Maigne J et al : Results of sacroiliac joint double block and value of sacroiliac pain provocation tests in 54 patients with low back pain. Spine, 21 : 1889-1892, 1996.
- 12) Brian R Mulligan : マリガンのマニュアルセラピー、第4版、協同医書出版社、東京、2002.
- 13) Exelby L et al : The locked lumbar facet joint : intervention using mobilizations with movement. Manual Therapy, 6 : 116-121, 2001.

投球動作に起因した下位胸椎胸髄症の 1 例

A Myelopathy of Lower Thoracic Spine Due to Throwing Motion. A Case Report

加藤 卓也 ¹⁾	Takuya Kato	福田 潤 ²⁾	Jun Fukuda
川口 行雄 ²⁾	Yukio Kawaguchi	小柳 匡史 ¹⁾	Masashi Koyanagi
渋谷 利秋 ³⁾	Toshiaki Shibuya		

● Key words

胸髄症, 腰椎可動性, 投球動作

● 要旨

はじめに：今回われわれは反復する投球動作により，上関節突起の一部が遊離骨片となり胸髄症を呈した 1 例を経験したので報告する。

症例：26 歳男性。試合で投球中に背部痛と右下肢の電撃痛が出現し，右下肢の脱力を自覚した。徐々に症状が増悪し走ることが困難になった。

画像所見：MRI では Th11/12 レベルで脊髄内輝度変化を認めた。CT で Th12 左右上関節突起の一部が遊離骨片となり後側方から脊髄を圧排していた。Th10-12 右椎弓，Th11 左椎弓に骨折線を認めた。

考察：本症例では Th10-12 椎弓に骨折線を認め，Th12 上関節突起の一部が遊離骨片となり脊髄を圧排していた。この成因として腰椎可動性の低下と特徴のあるピッチングフォームが関与していることが示唆された。

はじめに

野球の投球動作が胸髄症を起こす原因として黄色靱帯骨化症による報告はあるが^{1,2)}，下位胸椎上関節突起の一部が原因となった報告はわれわれの渉猟しうる範囲ではなかった。

今回われわれは下位胸椎椎弓部に骨折を認め，上関節突起の一部が遊離骨片となり胸髄症を呈した 1 例を経験したので報告する。

症 例

症例：26 歳男性

主訴：背部痛・右下肢痛

既往歴：なし

現病歴：2014 年 2 月に試合で投球中に背部痛と右下肢に電撃痛が出現し，右下肢の脱力を自覚した。徐々に症状が増悪し，走ることが困難になったため同年 11 月に近医より紹介受診となった。

野球歴：小 5 から野球を始め，主にオーバーハンドス

加藤卓也
〒 252-0802 藤沢市高倉 2345
藤沢湘南台病院整形外科
TEL 0466-44-1451

- 1) 藤沢湘南台病院整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Fujisawa Shounandai Hospital
- 2) 藤沢湘南台病院健康スポーツ部
Department of Health and Sports, Fujisawa Shounandai Hospital
- 3) 藤沢湘南台病院リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Fujisawa Shounandai Hospital

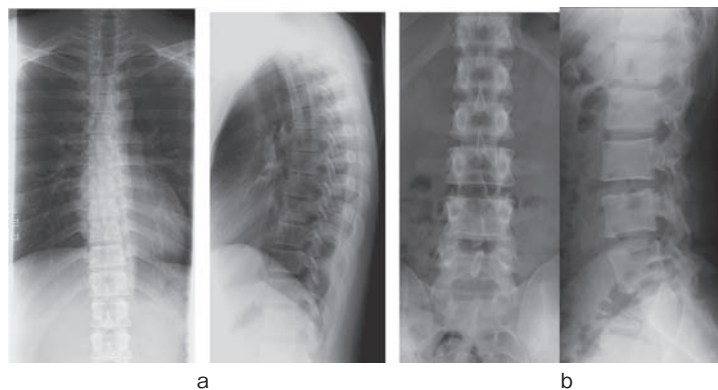


図1 X線像
a: 胸椎, b: 腰椎

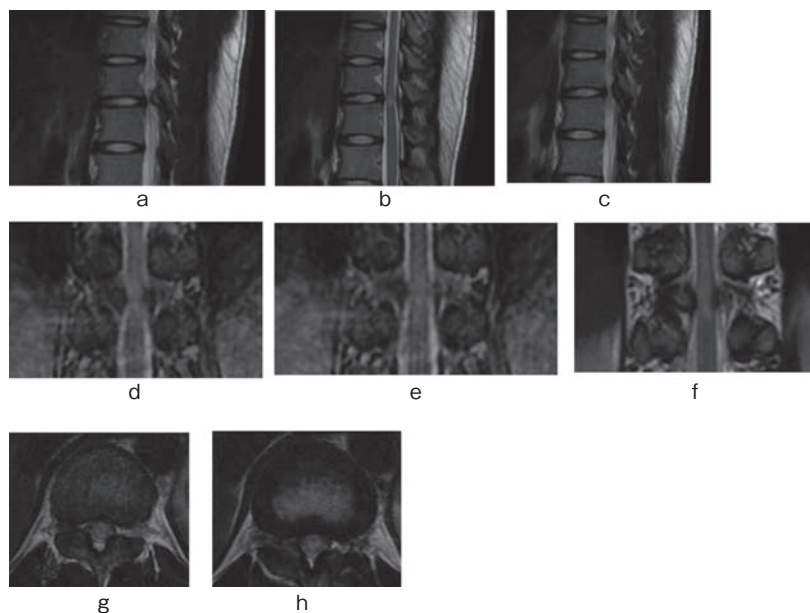


図2 MRI T2 像
a~c: Sagittal, a 右側 b 正中 c 左側.
d~f: Coronal, d 腹側から f 背側に向かう.
g~h: Axial, Th11/12 レベル g 頭側 h 尾側.

ローの投手として試合に出場していた。高1にサイドスローに転向したが肘痛のため、高2年時より再びオーバーハンドスローに戻した。大学入学とともにクラブチームに所属し継続している。登板時のウォーミングアップではブルペンで150球程度投げ込んでから試合に臨んでいた。

現症：自覚症状として背部痛と右優位の両下肢痛を認めた。筋力低下は認めなかった。感覚はTh10からL3領域にかけて8/10、L3以下の領域で5/10の痛覚低下を認めた。下肢腱反射は膝蓋腱反射・アキレス腱反射と

もに亢進しており、ankle clonusは右でcontinuous、左は5回と下肢痙性を認めた。上肢を除くJOA Scoreは6.5/11(運動2, 知覚体幹1, 下肢0.5, 膀胱3)であった。

画像所見：胸腰椎X線像では明らかな所見は認められなかった。腰椎前弯角(LL)は36°であり、腰椎前弯は正常範囲であった(図1)。MRI像ではTh11/12レベルで髄内輝度変化と後方要素による脊髄の圧排を認めた(図2)。CT Myelo像ではTh12左右上関節突起の一部が遊離骨片を形成し脊髄を圧排していた(図3)。単純

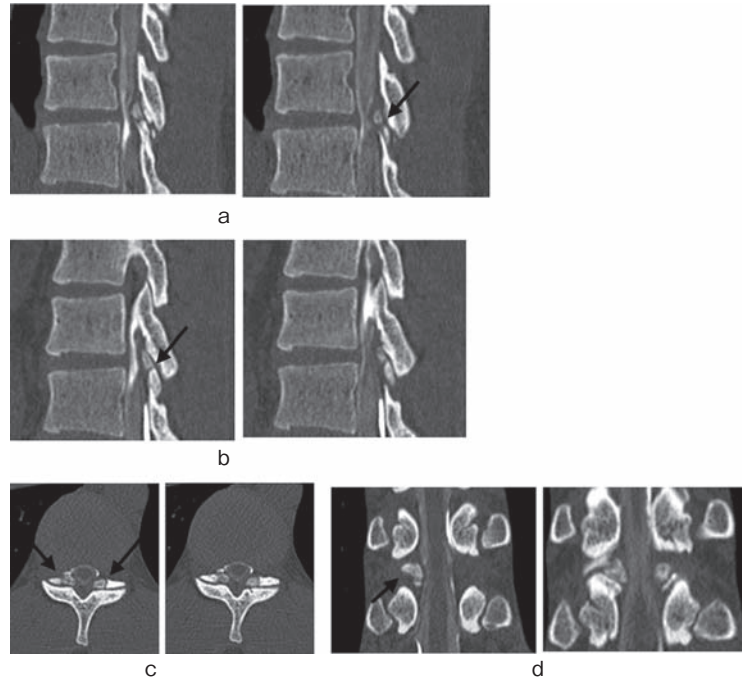


図3 CT Myelo 像
a : Sagittal 右椎間関節, b : Sagittal 左椎間関節, c : Axial Th11/12 レベル, d : Coronal, 矢印 : 遊離骨片.

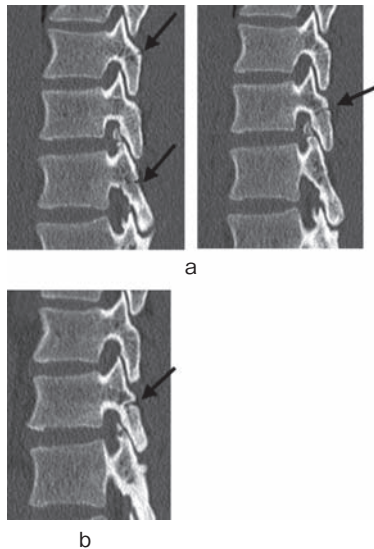


図4 単純CT像 Sagittal
a : 右椎弓, b : 左椎弓, 矢印 : 分離部.

CT 矢状断像で右椎弓は Th10-12, 左椎弓は Th11 で骨折線を認めた(図4).

手術所見 : 椎間関節の一部が遊離骨片を形成したことによる胸髄症と診断し, 2014 年 12 月に手術を施行した. Th11 棘突起を切除し, Th11 椎弓下縁から下関節突

起にかけて展開した. Th12 上関節突起部に辺縁が丸みを帯びた遊離体を認め, 脊髓への圧排を確認し摘出した.

術後経過 : 術後 2 日目より軟性装具着用下にて車椅子乗車開始, 4 日目より歩行訓練を開始した. 術後 1 ヶ月より立位での仕事に復帰し, 3 ヶ月で軟性装具を除去し, 投球開始. その後競技復帰した. 現在, 背部痛・下肢痛は消失し経過良好である.

考 察

下位腰椎に分離が発生することは広く知られており, そのメカニズムは前弯がある場所へ, 伸展・回旋ストレスがかかることによるものである³⁾.

本症例では, Th11 両側椎弓に骨折が生じ, Th12 上関節突起の一部が遊離骨片となり脊髓を圧迫していた. このような病態が起こるために, 解剖学的側面と生理学的側面からの要因を検討した.

解剖学的には, 胸椎の椎間関節の関節面は腰椎に比して前額面と平行である. そこに伸展ストレスがかかると, Th11 椎弓と Th12 上関節突起の高さは一致し, 骨折が生じる可能性がある(図5). また, 反復動作により慢性的にストレスがかかれば, 上関節突起は偽関節となり遊離骨片を形成する. Th11/12 の部分だけであれ

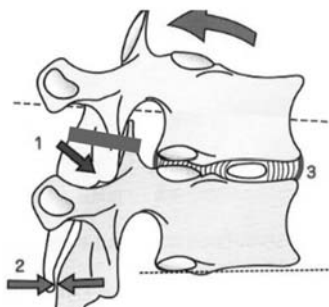


図5 胸椎の伸展

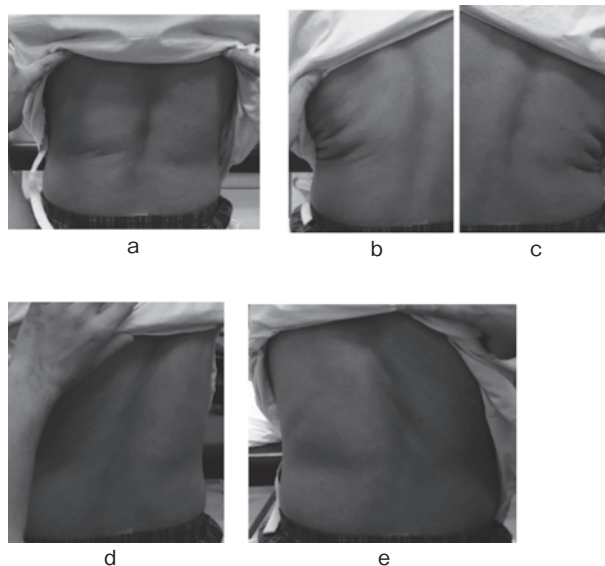


図6 腰椎可動性の評価

a: 伸展, b: 左側屈, c: 右側屈, d: 左回旋, e: 右回旋.

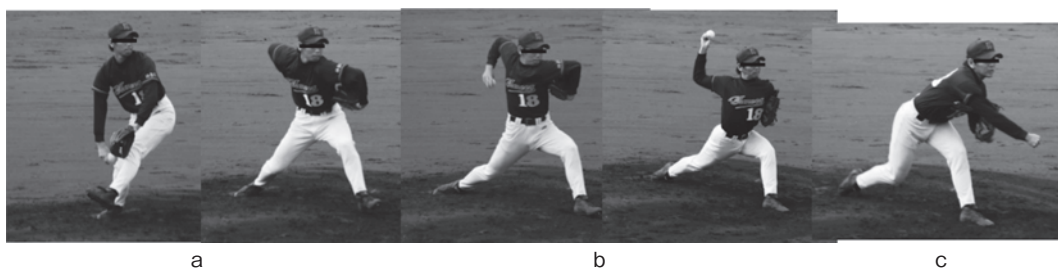


図7 本症例の投球動作

a: アーリーコッキング期, b: レイトコッキング期, c: フォロースルー期.

ば、伸展ストレスのみで骨折が生じるとは考えられなかったが、本症例では Th10 と Th12 の片側椎弓に骨折線が認められた。そのため、伸展のみだけでなく回旋ストレスもかかり、骨折が生じたと推測される。

生理学的には、腰椎可動性の低下があることが予想される。本来、腰椎は coupling motion (運動学的にみた運動) という役割がある⁴⁾。たとえば右側屈に対して、L1-4 では左回旋と連結し、L4-S1 では右回旋と連結するというものである。腰椎の可動性があれば、新体操など過度な伸展ストレスがかかる競技以外で、下位胸椎に骨折が生じるほどの伸展・回旋ストレスがかかることは想定しがたい。

術前の腰椎可動性を評価すると、伸展・左側屈に対しては腰椎右側柔軟性の低下と胸腰移行部の hypermobility がみられ、下位胸椎に代償ストレスがかかることが

示唆される(図 6a~c)。また左回旋に対し側屈が伴っておらず、coupling motion が起こっていないことより腰椎可動性の低下が疑われる(図 6d,e)。

症状出現前のピッチングフォームを解析すると、アーリーコッキング期ではサイドスローで投げるかの如く体幹を前傾させる。また肩関節の内旋が強い(図 7a)。レイトコッキング期では肩関節内旋を緩めてアクセレーション期に入ろうとするが、肩関節内旋が強いいため、無理に上体を起こさなければならない。その時に腰椎の可動性が乏しいため下位胸椎で無理な前弯が強制され回旋ストレスがかかると考えられる(図 7b)。その負荷により、下位胸椎椎弓部と上関節突起に骨折が生じ、骨片形成が起こりうるということが考えられる。

野球選手における胸髄症の原因として、黄色靭帯骨化症の報告は散見される。本症例においても CT Axial 像

で、右の椎間関節の一部を成している骨片に国分のCT分類の外側型を思わせる骨化巣が連続しているように見え、黄色靱帯骨化症が今回の病態に関与している可能性は考えられる。しかし、左に骨化巣は認められず、椎間関節の一部を構成する骨片だけが遊離している。遊離骨片を病理に摘出したところ、軟骨帽を有する成熟層板状骨片であり、本症例が黄色靱帯骨化症によるものだけではないことが証明される。

本症例より腰部に反復する伸展・回旋ストレスがかかるスポーツ選手が腰背部痛を訴え、腰椎の可動性が乏しい場合、下位胸椎椎弓部に骨折が生じることを念頭におくべきである。

結 語

野球選手において下位胸椎椎弓部に骨折が生じ、椎間関節の一部が遊離骨片を形成し胸髄症を呈した1例を経験した。腰椎可動性の低下がみられるスポーツ選手に反

復した過度の伸展・回旋ストレスがかかると下位胸椎に病変が生じる可能性が示唆された。

文 献

- 1) Kaneyama S et al : Thoracic myelopathy due to ossification of the yellow ligament in young baseball pitchers. J Spinal Disord Tech, 21 : 68-71, 2008.
- 2) 加藤欽志ほか：プロ野球選手の腰下肢痛に対する診断と治療. Locomotive Pain Frontier, 3 : 32-39, 2014.
- 3) Sairyo K et al : Spondylolysis fracture angle in children and adolescents on CT indicates the fracture producing force vector A biomechanical rationale. The Internet Journal of Spine Surgery, 1, 2005.
- 4) ユッタ・ホッホシールド：からだの構造と機能Ⅱ. ガイアブックス, 東京：26, 2011.

大学野球投手における肩関節内旋可動域の日差変動 ～プレシーズンにおける経時的变化と変動幅～

Daily Variation of Range of Shoulder Internal Rotation on College Baseball Pitchers : Changes with The Passage of Time and Fluctuation Range in Preseason of College Baseball League

宮下 浩二^{1,2)} Koji Miyashita
太田憲一郎²⁾ Kenichiro Ota

小山 太郎^{2,3)} Taro Koyama
谷 祐輔²⁾ Yusuke Tani

● Key words

College baseball player : ROM of shoulder internal rotation : Variation

● 要旨

肩関節内旋可動域制限は投球障害の発生要因の1つとされているが、野球の現場では関節可動域は常に変化している。本研究では大学野球投手を対象に肩関節内旋可動域を5日間連続で測定し、経時的变化や変動幅を検討した。対象は大学硬式野球部投手20名とした。測定は2月に5日間連続で行なった。肩関節内旋可動域は、1日目22.5°、2日目30.9°、3日目30.5°、4日目25.0°、5日目30.1°であり、有意な日差が認められた。内旋可動域の最大値は約35°、最小値は約19°であった。変動幅は約17°であった。野球の現場で競技を継続している投手の内旋可動域は変化していた。投球障害肩の発生と肩関節内旋可動域制限の関係は経時的な評価も重要と考える。

はじめに

野球選手に特徴的にみられる肩関節内旋可動域制限と投球障害肩の関係性についての報告は多く、肩関節内旋可動域制限は発生要因の1つとして考えられている^{1,2)}。

一方で、肩関節内旋可動域制限と投球障害の発生には因果関係がないとする報告もあり^{3,4)}、必ずしも一致した見解が得られていない。これらはいずれも症状の発生時期と肩関節内旋可動域を測定した時期が大幅に異な

り、その症状が発生した際の関節機能との相関性を分析したものはない。そのため見解が相違していると考えられる。

大学野球の現場において選手の障害予防活動を日常的に行なっていると、肩関節内旋可動域制限と投球による肩のさまざまな症状とは少なからず関係性があることを実感する。ただし、野球を継続している選手の身体機能はシーズンの時期、疲労の程度、コンディショニングの有無などさまざまな要因によって時々刻々と変化しており、決して一定でないことは経験的にも周知のことであ

宮下浩二
〒487-8501 春日井市松本町1200
中部大学生命健康科学部理学療法学科
TEL 0568-51-9162/FAX 0568-51-9162
E-mail kmiyashita@isc.chubu.ac.jp

- 1) 中部大学生命健康科学部理学療法学科
Department of Physical Therapy, College of Life and Health Sciences, Chubu University
- 2) 中部大学大学院生命健康科学研究科リハビリテーション学専攻
Graduate School of Life and Health Sciences, Rehabilitation Science, Chubu University
- 3) まつした整形外科
Matsushita Orthopedics



図1 肩内旋可動域測定方法と測定機器

る。これは肩関節内旋可動域も同様のことである。しかし、この変化について詳細に分析した先行研究はない。

そこで本研究では、大学野球投手を対象に肩関節内旋可動域を5日間連続で測定し、その経時的変化や変動幅などについて検討した。

対象と方法

1. 対象

対象は本大学硬式野球部に所属する投手20名(年齢 19.0 ± 0.7 歳, 身長 178.6 ± 5.2 cm, 体重 75.6 ± 4.8 kg)とした。全員、本研究の趣旨に同意した。本研究は中部大学倫理審査委員会の承認を得た。

2. 肩関節内旋可動域の測定

測定は、2月最終週に5日間連続で午前の練習前に行なった。この時期はキャンプなどで投球練習を十分に行なっており、オープン戦など試合に向けてさらに投球数を増加する、いわゆる「肩をつくる」時期である。なお、投球練習の量、実施日は、各投手によって異なっている。また、対象は基本的に毎日、障害予防のためのコンディショニングを行なっている。その内容は、腱板機能および関節可動域の維持、向上を目的としたエクササイズを必須項目として、個々に応じて肩甲骨周囲筋のエクササイズ、股関節や体幹のエクササイズを個別に指導している。

肩関節内旋可動域の測定は、日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会の方法に準じて肩 90° 外転位、肘 90° 屈曲位において背臥位で他動的に実施した(図1)。水準器付デジタルゴニオメータ(エスコ・デジタル角度計 EA721LA-1)を用いて 1° 単位で測定した(図1)。測定はすべて同一検者が行なった。

3. 算出項目および統計

算出項目は、各日の肩関節内旋可動域の平均値および各対象の期間内における最大値、最小値、変動幅(最大値と最小値の差)とした。統計的分析は肩関節内旋可動

域の日差について、Kruskal-Wallis 検定を用いて検定した。

結 果

1. 肩関節内旋可動域と投球数

各選手の肩関節内旋可動域の実測値および投球数を表1に示す。また肩関節内旋可動域の平均値の推移を図2に示す。1日目 $22.5 \pm 13.4^\circ$, 2日目 $30.9 \pm 10.0^\circ$, 3日目 $30.5 \pm 10.6^\circ$, 4日目 $25.0 \pm 8.0^\circ$, 5日目 $30.1 \pm 9.8^\circ$ であった。日によって肩関節内旋可動域に有意な差があることが認められた($p=0.03$)。

2. 最大値と最小値および変動幅

表2に各対象の最大値、最小値および肩関節内旋可動域の変動幅を示す。測定期間中の各対象の最大値は $35.2 \pm 10.5^\circ$ (最大 56° , 最小 17°) であった。最小値は $18.7 \pm 9.5^\circ$ (最大 41° , 最小 5°) であった。変動幅は $16.6 \pm 4.7^\circ$ (最大 24° , 最小 7°) であった。図3に、変動幅が最大の 24° であった対象Hと対象Q、および最小の 7° であった対象Kの内旋可動域の経時的変化を代表例として示す。

考 察

野球選手の肩関節の特徴として、外旋可動域の増大と内旋可動域の狭小があげられる。特に肩関節内旋可動域制限については投球障害の発生要因とも考えられている。われわれも大学野球の現場において、投球時の肩の痛みを生じる選手の多くに肩関節内旋可動域制限がみられることを経験する⁵⁾。肩関節内旋可動域制限が直接的な要因か間接的な要因かの問題はあるが⁵⁾、肩関節内旋可動域の改善と痛みの消失は明らかな関係性があることはさまざまな報告の通りだと考える。しかし、大学野球選手においてはシーズンを通して肩関節内旋可動域は変動しているとの実感もある。今回の結果ではそのことを示しており、肩関節内旋可動域は決して一定ではなく、

表1 対象ごとの肩内旋可動域と投球数の推移

表中の2日目以降に示すROMの値の矢印は前日との比較を表す。前日より5°以上増加すれば↑, 5°以上減少すれば↓で示す。

選手	投球側	学年	1日目		2日目		3日目		4日目		5日目
			ROM	投球数	ROM	投球数	ROM	投球数	ROM	投球数	ROM
A	右	3	10	50	34 ↑	0	19 ↓	0	29 ↑	50	30
B	右	3	28	60	27	0	26	70	17 ↓	0	14
C	左	3	20	40	18	0	25 ↑	40	33 ↑	20	42 ↑
D	左	2	45	80	40 ↑	0	48 ↑	80	27 ↑	0	40 ↑
E	右	2	18	100	18	80	20	150	25 ↑	0	25
F	右	2	25	60	36 ↑	0	30 ↓	80	32	0	41 ↑
G	左	2	51	50	56 ↑	0	45 ↓	50	41	60	44
H	右	2	20	80	37 ↑	0	31 ↓	70	20 ↓	0	35 ↑
I	左	2	45	60	44	80	55 ↑	40	40 ↓	20	47 ↑
J	右	2	5	50	20 ↑	110	14 ↓	0	18	20	16
K	左	2	12	90	30 ↑	60	30	20	19 ↑	0	33 ↑
L	右	2	20	80	30 ↑	70	40 ↑	0	27 ↓	20	25
M	右	1	7	0	15 ↑	0	16	20	7 ↓	0	17 ↑
N	右	1	16	80	30 ↑	80	38 ↑	30	23 ↓	0	30 ↑
O	右	1	15	80	32 ↑	110	33	0	25 ↑	20	26
P	右	1	35	80	41 ↑	80	27 ↓	40	30	20	40 ↑
Q	右	1	15	80	30 ↑	100	30	110	24 ↑	0	27
R	右	1	10	0	22 ↑	100	25	80	24	0	25
S	右	1	36	80	33	80	33	80	17 ↓	20	25 ↑
T	右	1	16	30	25 ↑	50	24	80	21	0	20

(単位: ROMは°, 投球数は球)

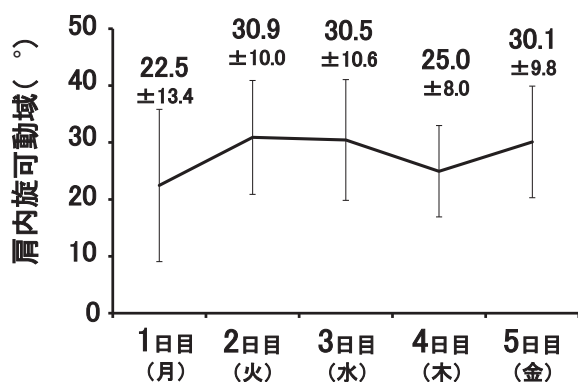


図2 肩内旋可動域の経時的変化

日々変化していることが証明された。ただし、今回の結果では日によって有意差が認められたものの、実際の野球の現場では選手の個々の投球数やコンディショニングの程度などは違うため、条件は異なっている。表1に示すように各選手の肩関節内旋可動域の変動はバリエーションがある。

肩関節内旋可動域制限の要因については上腕骨後捻の

増加に伴う骨性要素によるものと、関節包や肩後部筋群などの肩後方軟部組織の伸張性低下によるとする報告がある。実際にはこの両者が関与していると考えられる⁶⁾。ただし、今回のように成長期を過ぎた大学生の短期間にみられる関節可動域の増減には骨性要素は関与せず、また関節包の影響も非常に少なく、肩後部に位置する筋群、主に小円筋や三角筋後部線維、上腕三頭筋長頭などの伸張性低下の影響が大きいと考える。競技を継続している投手の肩関節内旋可動域は常に多くの要因の影響を受けて変化している。要因としては、投球数過多、投球動作の特徴、休養やコンディショニングの有無、さらには季節やシーズン期間など環境要因もあげられる⁷⁾。しかし、表1の内容からは単純に投球数に比例して内旋可動域制限が強まるとは言えないことも推察される。要因分析については、内旋可動域と投球数の比較のみならず、上記に示すさまざまな要因を多角的に分析する必要がある、今後の課題と考える。

本研究では、肩関節内旋可動域は5日の間に平均約16°の変動を呈していた。対象Kのように変動が7°以内と少ない場合もあったが、対象Qのように1日で24°

表2 対象ごとの肩内旋可動域の最大値, 最小値および変動幅(差)

対象	最大値	最小値	差
A	56	41	15
B	48	27	21
C	55	40	15
D	36	17	19
E	41	27	14
F	28	14	14
G	41	25	16
H	42	18	24
I	37	20	17
J	40	20	20
K	25	18	7
L	38	16	22
M	25	16	9
N	33	15	18
O	30	15	15
P	33	12	21
Q	34	10	24
R	25	10	15
S	17	7	10
T	20	5	15

(単位:°)

も増加する選手もいた(図3)。今回は2月最終週という本格的に投球練習の量を増大させる頃に測定を行なったが、この時期はより変動が大きいことも推察される。そのため、シーズン前に実施されるメディカルチェックの結果はあくまでもその時の選手の状態を反映しており、固定化された値ではないととらえるべきであろう。

先行研究において、Wilk ら¹⁾はプロの投手を対象に3シーズンに渡ってプレシーズンの肩関節内旋可動域を測定し、シーズン中の障害との関係を分析した。またShanley ら²⁾は野球とソフトボールの高校生選手を対象にシーズンを通して生じた障害の程度分類をし、春期シーズン前に測定した肩関節内旋可動域との関連を分析した。いずれも肩関節内旋可動域の減少と障害発生の関係を認めている。一方、Magnusson ら³⁾はプロの投手を対象に障害の既往歴と肩関節内旋可動域の関係を分析し、Trakis ら⁴⁾は高校生投手などを対象にシーズン中の障害発生とポストシーズンに測定した肩関節内旋可動域との関係について調査したが、ともに障害発生と内旋可動域に因果関係を認めなかった。いずれもシーズン前またはシーズン終了後に測定した肩関節内旋可動域と、測定とは異なる時期に発生した投球障害との関係性を分析している。そのため、これらの肩関節内旋可動域は症状

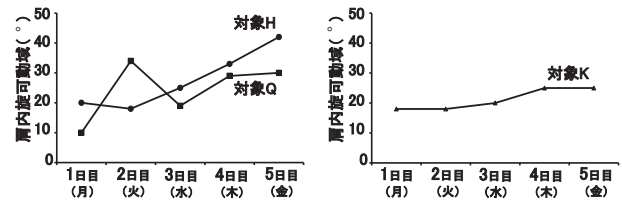


図3 対象H, QおよびKの肩内旋可動域の経時的変化

発生時の関節可動域とは一致していない可能性があり、因果関係について異なる結果となったと考えられる。以上のことから、投球障害の発生と内旋可動域制限の関係を分析する場合、それぞれの時期についての検討が必要と考える。

ただし、今回の研究は投球側の肩関節内旋可動域の経時的変化を計測し、その変動を分析したのみである。この時期の5日間のデータの平均や代表値などさまざまな視点をもとにシーズン中に発生した投球障害との関係性を分析し、確認することは必要と考える。さまざまな手法を用いて、メディカルチェックでみられたさまざまな項目からシーズン中の投球障害肩の発生を予測する試みもみられる⁸⁾。また、メディカルチェックの結果を選手にフィードバックすることで障害予防の効果も得られている⁹⁾。予測・予防という意味ではメディカルチェックなどの必要性は確実にあり、その方法の精度を高めることが重要である。

一方、本研究の限界であり、今後の検討課題としては、大学生、高校生や成長期選手など年代による差異、測定時期による変動幅などの違い、投球数・投球動作・コンディショニングの有無、などさまざまな要因による肩内旋可動域への影響があげられ、さらなる分析が必要である。また、野球選手の肩関節内旋可動域が狭小化していることは投球障害を有さない選手でも同様である。その程度や投球動作への影響の有無が重要であり、これらに関する分析も必要である。

結 語

- ・大学野球投手を対象に肩関節内旋可動域を5日間連続で測定し、角度変化や変動幅について実態を調査した。
- ・野球の現場では内旋可動域は一定ではなく、日によって肩関節内旋可動域に有意な差があることが認められた。
- ・測定期間中の各対象の肩関節内旋可動域の最大値は約35°、最小値は約19°であった。変動幅は平均約17°

であった。

- ・投球障害肩の発生と肩関節内旋可動域制限の関係は経時的な評価にもとづくさまざまな視点からの検討が必要であると考ええる。

文 献

- 1) Wilk KE et al : Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 39 : 329-335, 2011.
- 2) Shanley E et al : Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *Am J Sports Med*, 39 : 1997-2006, 2011.
- 3) Magnusson SP et al : Shoulder weakness in professional baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc*, 26 : 5-9, 1994.
- 4) Trakis JE et al : 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.
- 5) 宮下浩二 : 投球障害対応の基本的考え. *Sportsmedicine*, 21 : 27-34, 2007.
- 6) 山本宣幸ほか : 投球障害肩の最近の話題 内旋可動域の低下. *関節外科*, 25 : 17-20, 2006.
- 7) 宮下浩二 : 野球による肩障害 スポーツ現場での症状・兆候に対するアプローチ. *臨スポーツ医*, 31 : 104-108, 2014.
- 8) 石井壮郎ほか : 高校野球選手においてメディカルチェックから投球肩障害の発症を予測できるか? *日臨スポーツ医会誌*, 18 : 448-455, 2010.
- 9) 岩堀裕介 : 投球肩・肘障害に対するメディカルチェックとフィードバック効果. *骨・関節・靱帯*, 17 : 227-240, 2006.

プロ野球選手における投球と腱板の厚さについて

The Relationship between Throwing and the Rotator Cuff Thickness in Professional Baseball Players

小松 秀郎¹⁾ Shuro Komatsu
新庄 琢磨¹⁾ Takuma Shinjo

長島 正樹²⁾ Masaki Nagashima
松本 秀男¹⁾ Hideo Matsumoto

● Key words

野球, 腱板, 超音波

● 要旨

腱板断裂は野球選手に重大な障害をもたらす疾患の1つである。今回、同一球団の現役プロ野球選手 35 例 70 肩を対象に、腱板の厚さを超音波を用いて superior facet (SF) と middle facet (MF) で測定した。投球側と非投球側の比較、および競技歴、プロ歴、投手の投球回数との関連を検討した。腱板の厚さ(投球側/非投球側)は、SF で 4.30 ± 0.74 mm/ 4.64 ± 0.64 , MF で 3.73 ± 0.88 mm/ 3.87 ± 0.62 mm であり、SF では投球側が非投球側に比べて有意に薄かった ($p < 0.05$)。投球側の腱板の厚さは、投手の MF とプロ歴との間に有意な負の相関を認めた。腱板の菲薄化は腱板部分断裂を示唆する一つの所見である。現在活躍中の選手においても腱板部分断裂が疑われる選手が存在しており、慎重な経過観察が必要と思われる。

はじめに

プロ野球選手の肩は、主に投球動作による繰り返す大きなストレスに常にさらされている。大リーグ (Major League Baseball : MLB) 選手の報告では、障害部位は肩が最も多く¹⁾、出場選手登録の抹消日数の原因は肩の障害が最多であるといわれている²⁾。腱板断裂は、肩の中で野球選手に重大な障害をもたらす疾患の1つである。手術を行っても競技復帰は未だに難しく、プロの選手においては特に困難であるといわれている³⁾。現在活躍中の現役プロ野球選手においても腱板に起因する障害は少なからず存在していると思われるが、その状況については明らかにされていない。

腱板の超音波による評価に関しては、関節鏡所見など

との比較で信頼性が高いとの報告がある⁴⁾。超音波画像において、腱板断裂ではその厚みが減少し、さらに進行すると腱板そのものが描出されなくなる。本研究の目的は、現在活躍中の現役プロ野球選手の腱板の状態を投球側・非投球側で超音波診断装置を用いて調査し、さらに投球歴との関連を検討することである。

症例と方法

本研究参加に同意が得られたプロ野球同一球団支配下選手 60 例中、シーズンオフのメディカルチェック時に同一検者で超音波検査を施行し、かつ肩の手術歴を有する 3 例を除外した 35 例 70 肩を対象とした。全例男性かつ国内出身選手で、身長は 179.4 ± 5.3 cm (167~190 cm)、体重は 82.3 ± 6.4 kg (70~98 kg)、BMI は $25.6 \pm$

小松秀郎
〒160-8582 東京都新宿区信濃町 35
慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター
TEL 03-3353-1211

1) 慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター
Institute for Integrated Sports Medicine, Keio University, School of Medicine
2) 国際医療福祉大学三田病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, International University of Health and Welfare
Mita Hospital

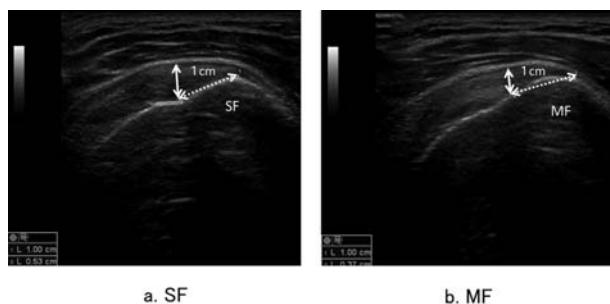


図1 腱板の厚さの測定法(a: SF b: MF)
SFの厚さ: 描出される部位の前方1/2で、facetの頂部より1 cm近位の部位で測定した。
MFの厚さ: 描出される部位の前方1/2で、facetの頂部より1 cm近位の部位で測定した。

2.0(21.8~31.3)であった。年齢は 26.7 ± 4.1 歳(19~34歳)、競技歴は 20.0 ± 4.9 年(13~27年)、プロ歴は 5.0 ± 3.8 年(1~14年)である。ポジションは投手20例、野手15例(捕手4例、内野手7例、外野手4例)である。投球側は右側が26例(投手12例、野手14例)、左側9例(投手8例、野手1例)である。投手の一軍での通算投球回数は平均 269.2 ± 501.3 回(0~2,173回)である。理学所見・超音波所見を調査し、投球側と非投球側の比較を行なった。さらに投球側の35肩について、超音波所見と競技歴・プロ歴・投球回数の関連を調査した。理学所見と超音波所見はそれぞれ別の検者が調査した。

1)理学所見: 坐位で両肩の可動域と筋力を調査した。可動域は自動運動の前方挙上、下垂位外旋、下垂位内旋を調べた。筋力は、外転筋力と下垂位外旋筋力をダニエル筋力テスト法に従って徒手筋力評価(manual muscle testing; MMT)を行なった。

2)超音波所見: 診断装置はLOGIQe(GE health care社製)、Linear-arrayプローブ(12MHz)を用いた。Teefeyらの手技⁵⁾に従い外上方走査の長軸像で、腱板完全断裂の有無と腱板の厚さを調査した。腱板完全断裂は、腱線維を分断し関節面から滑液包面へと伸びる境界明瞭な低エコーもしくは無エコー領域が存在するものと定義した。腱板の厚さは長軸像上で2ヵ所、大結節のsuperior facet(SF)と、middle facet(MF)で測定した。SFは描出される部位の前方1/2で、facetの頂部より1 cm近位の部位で測定した。MFも同様に、描出される部位の前方1/2で、facetの頂部より1 cm近位の部位で測定した。上腕骨頭皮質直上からperibursal fatの間に描出される腱板を、腱の走行に垂直となる方向で測定した。(図1a, b)

統計学的検討は、Student-t検定とPearsonの相関係

表1 理学所見(投球側と非投球側35肩)

可動域	投球側 (n=35)	非投球側 (n=35)
前方挙上	$172.4 \pm 6.2^\circ$	$172.4 \pm 6.1^\circ$
下垂位外旋	$68.0 \pm 10.7^\circ$	$69.3 \pm 12.0^\circ$
下垂位内旋	$Th8.6 \pm 3.5$	$Th5.4 \pm 1.9$ *
筋力		
外転	全肩 MMT5	全肩 MMT5
下垂位外旋	MMT5: 33肩 MMT4: 2肩	全肩 MMT5

* $p < 0.05$

表2 超音波所見(投球側と非投球側35肩)

全例 (投手+野手)	投球側 (n=35)	非投球側 (n=35)
腱板完全断裂	0肩	0肩
腱板: 厚さ (SF)	4.3 ± 0.7 mm	4.6 ± 0.6 mm *
腱板: 厚さ (MF)	3.7 ± 0.9 mm	3.9 ± 0.6 mm
(投手のみ)		
腱板: 厚さ (SF)	4.4 ± 0.4 mm	4.9 ± 0.4 mm
腱板: 厚さ (MF)	3.8 ± 0.7 mm	4.0 ± 0.6 mm

* $p < 0.05$

数の検定を用いて検討し、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

結 果

理学所見: 可動域と筋力

可動域は、前方挙上は投球側 $172.4 \pm 6.2^\circ$ 、非投球側 $172.6 \pm 6.1^\circ$ 、下垂位外旋の投球側 $68.0 \pm 10.7^\circ$ 、非投球側 $69.3 \pm 12.0^\circ$ で有意差を認めなかったが、下垂位内旋は投球側 $Th8.6 \pm 3.5$ 、非投球側 $Th5.4 \pm 1.9$ ($p < 0.05$)で有意差を認めた。筋力は、外転筋力が投球側、非投球側共に全例MMT5で、下垂位外旋筋力は投球側にMMT4を2肩認めたが、ほかはMMT5であった(表1)。

超音波所見: 投球側と非投球側との比較

全例で、腱板完全断裂を認めなかった。腱板の厚さは、SFの投球側が 4.3 ± 0.7 mm、非投球側が 4.6 ± 0.6 mmであり、投球側の厚さが非投球側に比べて有意に薄かった($p < 0.05$)。MFの厚さは、投球側が 3.7 ± 0.9 mm、非投球側が 3.9 ± 0.6 mmで有意差を認めなかった。投手のみの20例で検討すると、SFは投球側が 4.4 ± 0.4 mm、非投球側が 4.9 ± 0.4 mm、MFは投球側が 3.8 ± 0.7 mm、非投球側が 4.0 ± 0.6 mmで、ともに有意差を認めなかった(表2)。

超音波所見と投球歴との関連

投球側の腱板の厚さと競技歴は有意な相関を認めなかった(図2)。プロ歴でも同様に、有意な相関な相関を認めなかった(図3)。投手のみの20例で検討すると、MFでの腱板の厚さが、プロ歴との間に有意な負の相関を認めた(図4)。投手の投球回数は、腱板の厚さと有意な相関を認めなかった(図5)。

考 察

超音波を用いて腱板の厚さを計測し、比較する場合には検者は毎回同一部位で測定する必要がある。超音波検査でこの再現性をだすためには、解剖学的な形態を指標として用いることが多い^{6,7)}。骨性要素は、成長に伴う変化の影響を考慮すると、完全に個々の同じ部位の測定ができていない指標の可能性はあるが、本研究では、超

音波検査で描出しやすい部位としてSFとMFの2カ所を用いて、その直上の腱板の厚さを測定した。その結果、SFの腱板の厚さは投球側が非投球側に比べて有意に薄かった。また、投手ではMFの腱板の厚さは、プロ歴が長い程、投球側が有意に薄かった。

超音波上で菲薄化した腱板は、腱板表層の形態変化とともに、腱線維の減少を示唆するとされる⁸⁾。また腱板の菲薄化は、腱板部分断裂の超音波所見において、鏡視との比較で、頻度が高く重要な評価項目の一つであると報告されている^{9,10)}。本研究対象である現役プロ野球選手は、プロ入り前は投手をしていた選手がかなり多く、プロ入り後に野手へ転向した選手も存在する。したがって、現在のポジションによらず幼少期より肩を酷使している集団であり、プロ野球選手は、腱板の部分断裂を少なからず抱えている可能性がある。われわれはこの断裂の原因は、明らかな外傷を伴わない場合、オーバーユ

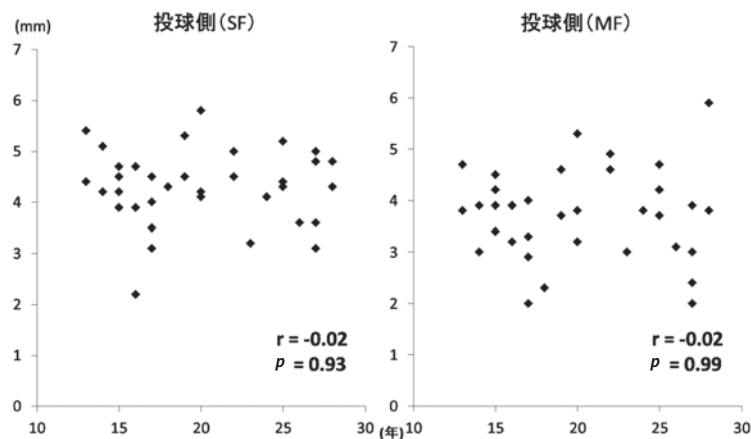


図2 腱板の厚さと競技歴の相関(投手+野手)

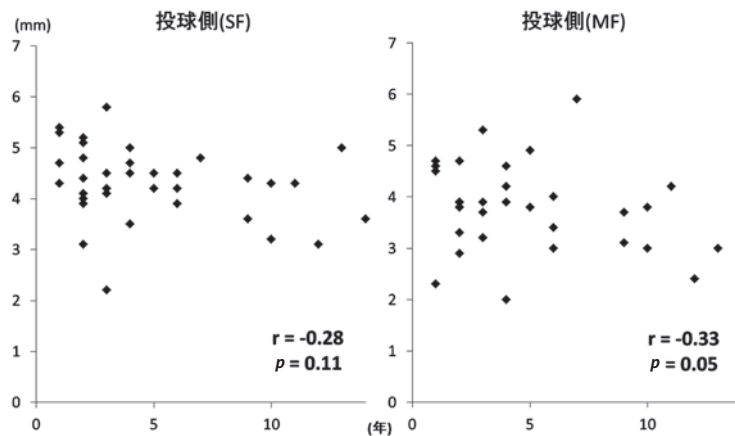


図3 腱板の厚さとプロ歴との相関(投手+野手)

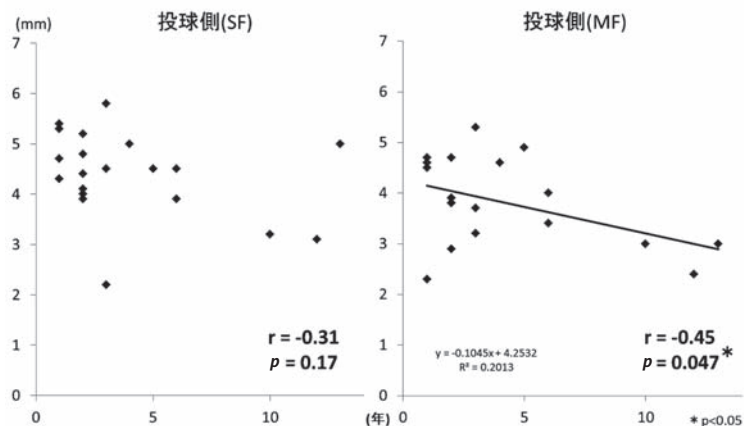


図4 腱板の厚さとプロ歴の相関(投手)

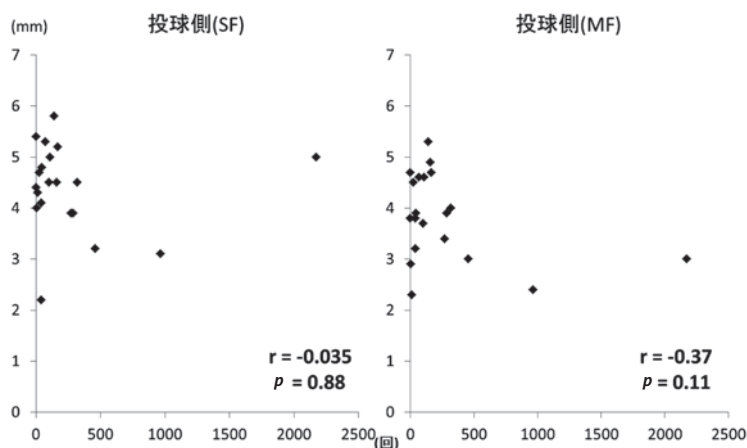


図5 腱板の厚さと投球回数の相関(投手)

スによるものであると考えている。腱板部分断裂の超音波所見は、腱板の厚さだけではなく、輝度変化や形態変化が含まれる。しかし、これらの所見は検者の主観的な要素を含み客観性に欠けると考え、本研究では評価項目として用いなかった。この超音波による質的变化や形態変化の評価は、検査当日の肩のコンディションも反映するため、今後の課題である。

野球の投球と腱板との関連は、MLB 投手の腱板断裂の無症候性¹¹⁾、手術症例¹²⁾において、ともに投球回数の多さと有意な関連があるとされる。しかし、本研究では投手のプロ歴と MF での腱板の厚さで有意な負の相関を認めたものの、投球回数と腱板の厚さは有意な関連を認めなかった。理由として、本研究では、投球回数は一軍登板のみを検討項目としており、二軍での投球回数が含まれていないことや、腱板完全断裂や高度に菲薄化した症例は競技の継続は困難であり、メディカルチェック前

にドロップアウトしていた可能性があげられる。投球過多により腱板の厚みが減少するかの検証は、肩に障害を抱えた選手を含めた前向き研究が必要であると考え。

野球選手の腱板断裂の手術治療は、特にプロレベルにおいて、発症前のパフォーマンスを維持した競技復帰は難しい。すなわち予防が何より重要であり、メディカルチェックや、シーズン中でも違和感や疼痛が生じた時点で超音波を用いて腱板の状態が調べられれば、症状が重篤になる前に対策を講じられる可能性がある。選手が高いパフォーマンスを長期間発揮できる環境を構築していきたい。

結 語

1. 投手と野手を含めた検討では、投球側の腱板は、SF において非投球側に比べて有意に菲薄化していた。

2. 投手のみの検討では、投球側の腱板の厚さは、MFにおいてプロ歴との間に有意な負の相関を認めた。
3. 現在活躍中のプロ野球選手でも腱板部分断裂を抱えている可能性があるため、超音波を用いることで、症状が重篤になる前に対策を講じていきたい。

文 献

- 1) Posner M et al : Epidemiology of Major League Baseball injuries. Am J Sports Med, 39 : 1676-1680, 2011.
- 2) Conte S et al : Disability days in major league baseball. Am J Sports, 29 : 431-436, 2001.
- 3) Mazoué CG et al : Repair of full-thickness rotator cuff tears in professional baseball player. Am J Sports Med, 34 : 182-189, 2006.
- 4) Teefey SA et al : Detection and quantification of rotator cuff tears. Comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. J Bone Joint Surg Am, 86 : 708-716, 2004.
- 5) Teefey SA et al : Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases. J Bone Joint Surg Am, 82 : 498-504, 2000.
- 6) 深谷泰士ほか：大学アメリカンフットボール選手における肩腱板超音波画像所見の検討. 日整外超音波研会誌, 22 : 78-82, 2011.
- 7) Karthikeyan S et al : Ultrasound dimensions of the rotator cuff in young healthy adults. J Shoulder Elbow Surg, 23 : 1107-1112, 2014.
- 8) Jacobson JA : Fundamentals of musculoskeletal ultrasound. 2nd ed. ELSEVIER, Philadelphia : 39-100, 2013.
- 9) Middleton WD et al : Ultrasonographic evaluation of the rotator cuff and biceps tendon. J Bone Joint Surg Am, 68 : 440-450, 1986.
- 10) Jacobson JA et al : Full-thickness and partial-thickness supraspinatus tendon tears : value of US signs in diagnosis. Radiology, 230 : 234-242, 2004.
- 11) Lesniak BP et al : Glenohumeral findings on magnetic resonance imaging correlate with innings pitched in asymptomatic pitchers. Am J Sports Med, 41 : 2022-2027, 2013.
- 12) Namdari S et al : Performance after rotator cuff tear and operative treatment : a case-control study major league baseball pitchers. J Athl Train, 46 : 296-302, 2011.

膝関節鏡視下前外側靱帯再建術の cadaver での試み

Arthroscopic Anterolateral Ligament Reconstruction ; a Cadaveric Study

東山 礼治 ^{1,2)}	Reiji Higashiyama	渡邊英一郎 ²⁾	Eiichiro Watanabe
相川 淳 ¹⁾	Jun Aikawa	岩瀬 大 ¹⁾	Dai Iwase
南谷 淳 ¹⁾	Atsushi Minatani	高相 晶士 ¹⁾	Masashi Takaso

● Key words

膝関節鏡, 前外側靱帯
Cadaver

●要旨

近年, 膝の前外側安定性の機能をもつ膝前外側靱帯(以下 ALL)の解剖や再建術の報告が散見され, 鏡視下に同定可能であることも報告された. 本研究の目的は鏡視下に ALL 再建術が可能であるか調査することである. Cadaver の左膝を使用し outside-in 法による 2 重束膝前十字靱帯(以下 ACL)再建術を施行後に, ノットレスアンカーにテープがついたものを用いて ALL を再建した. 腸脛靱帯の深層に糸をかけて外側に引く工夫をすると視野が広がり, 外上顆付近に作製したポータルと脛骨付着部付近に作製したポータルを介して, ALL の走行にテープを設置することができた. 本研究から鏡視下 ALL 再建術は十分可能な手技であることがわかった.

はじめに

近年, 前外側靱帯(anterolateral ligament ; ALL)の解剖・組織・機能について, 相次ぎ報告されている. 膝の前外側安定性を担うことから, ACL 再建術後の pivot shift 現象残存例に ACL 損傷時に合併した ALL 損傷の影響が疑われており, 1 重束 ACL 再建術に観血的 ALL 再建術を併用した術式や臨床成績も散見されるようになった¹⁻³⁾. また ALL は関節鏡視下に同定可能であると報告されている⁴⁾.

目 的

本研究の目的は, 2 重束 ACL 再建術に ALL 再建術を併用できるか, また鏡視下 ALL 再建術が可能である

か, cadaver を用いて調査することである.

手術方法

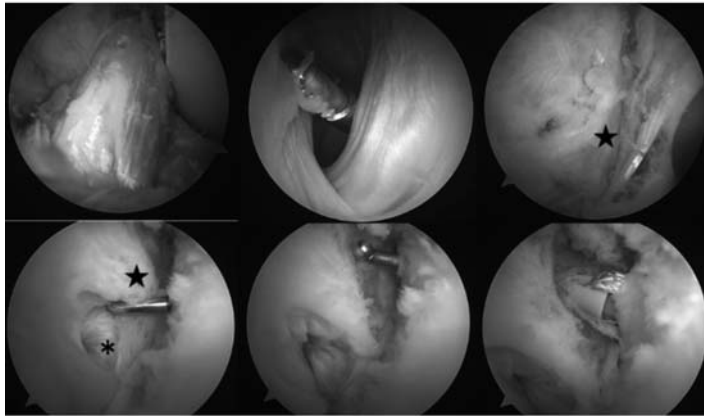
Cadaver の左膝を使用した.

ハムストリング腱を用いた outside-in 法による 2 重束 ACL 再建術を施行した後(図 1a), スクリューにテープがついた材料を用いて ALL を再建した.

まず通常の内・外側膝蓋下ポータルを用いて関節内を確認した後, ALL 再建術のために, 鏡視しながら外上顆の直上より 18G 針を刺して外上顆付近にアプローチできる所を探してポータル(外上顆ポータル)を作製した. 同ポータルから挿入したシェーバーで外側谷の前方の滑膜を切除し(図 1b), 外側半月板中節に連続した ALL を同定し(図 1c), 近位にたどって大腿骨付着部を確認した. 解剖の位置確認のため ALL の深層に交差し

東山礼治
〒 252-0373 相模原市南区北里 1-15-1
北里大学医学部整形外科
TEL 042-778-8111

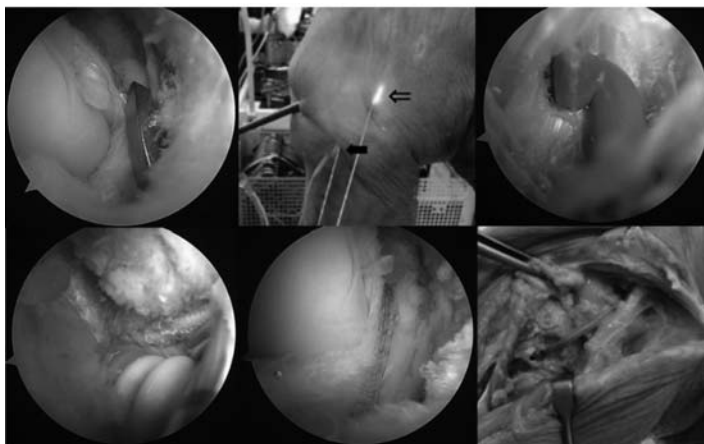
1) 北里大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kitasato University School of Medicine
2) 富士整形外科病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Fuji Orthopaedic Surgery Hospital



a	b	c
d	e	f

図1 鏡視下 ALL 再建術の術式(大腿骨側)

- a: Outside-in 法で 2 重束 ACL 再建術を施行した。
- b: 外上顆ポータルからシェーバーを挿入した。
- c: 外側半月板から外上顆方向へ伸びる ALL(★)を同定した。
- d: ALL(★)の深層に交差している膝窩筋腱(*)を確認した。
- e: ALL の大腿骨付着部を郭清し骨を露出させた。
- f: ALL の大腿骨付着部にテープのついたノットレスアンカーを刺入した。



a	b	c
d	e	f

図2 鏡視下 ALL 再建術の術式(脛骨側)

- a: 再建 ALL であるテープをスーチャーレトリバーで脛骨側に導いた。
- b: (左膝を外側からみた写真) 外上顆ポータル(⇒)から ITT の深層を通し脛骨近位外側ポータル(➡)へ出した糸を外方へ引いて視野を少し広げた。
- c: ALL の脛骨付着部を郭清した。
- d: 再建 ALL をノットレスアンカーで脛骨骨孔に固定した。
- e: 再建 ALL が内旋で緊張することを確認した。
- f: 膝外側を展開して再建 ALL を確認した。脛骨骨孔はやや遠位に作製されていた。

ている膝窩筋腱を確認した(図 1d)。外上顆ポータルから挿入したガイドピンドリルで ALL の大腿骨骨孔を作製し、テープ付きのノットレスアンカーを刺入した(図 1e, f)。

次に腓骨頭と Gerdy 結節の間に脛骨近位外側ポータルを作製し、スーチャーレトリバーで再建 ALL であ

るテープを脛骨側へ引き下げて導いた(図 2a)。外上顆ポータルから腸脛靭帯(iliotibial tract; ITT)の深層をくぐらせて脛骨近位外側ポータルへ出した糸を外方へ引き、少し視野を広げた(図 2b)。脛骨側付着部を radio frequency probe で郭清し、骨孔を作製した(図 2c)。約 30°の膝関節屈曲角度で内外旋を中間位とし、脛骨近位

外側ポータルから挿入したノットレスアンカーで再建 ALL を固定した(図 2d)。下腿内外旋中間位および内旋位にて再建 ALL のプロービングを行ない、両肢位で緊張が良好であることを確認した(図 2e)。再建術後、膝外側を展開して直視下に確認したところ、再建 ALL は伸展位でやや緩んだが脛骨内旋で緊張した。また脛骨骨孔が関節面より約 2 cm 遠位に作製されていた(図 2f)。脛骨側で再建 ALL が ITT の遠位線維と一部干渉していた。

考 察

ALL は ACL 損傷にしばしば合併するスゴン骨折の原因として、1879 年に a pearly, resistant, fibrous band として報告された⁵⁾。Review によると ALL は 96 % の頻度で存在し、大腿骨付着部は外上顆またはその付近で、脛骨付着部は Gerdy 結節と腓骨頭の間であり、膝の前外側の安定性を提供し、pivot shift 現象を防いでいる⁶⁾。

ACL 再建術において内旋安定性に優れることが期待されている解剖学的 2 重束 ACL 再建術は概ね満足いく臨床成績が得られるが、pivot shift 残存例が約 7 % あるといわれている⁷⁾。また ACL 損傷の 78.8 % に ALL 断裂が合併していることや⁸⁾、ALL を切ると pivot shift が増悪すること⁹⁾、屈曲 35° 以上では ACL よりも ALL が内旋制動に貢献すること¹⁰⁾、ALL には末梢神経があるため固有感覚機能をもつ可能性があること¹¹⁾などは ALL 再建術の必要性を支持する報告といえる。

ALL 再建術は大きい皮切での術式¹⁾と小切開での術式^{2,3)}が報告されているが、いずれも 1 重束 ACL 再建術に併用されている。鏡視下 ALL 再建術の報告はなかったが、ALL を鏡視下に同定できたという Sonnery らの報告⁴⁾をわれわれは応用し、2 重束 ACL 再建術後に鏡視下に ALL を再建する術式を考案した。本研究ではテープ状の人工素材で再建したが、強度、固有感覚の再生など移植腱のリモデリングを考えて、臨床応用の際には自家腱や同種腱による再建がよいと考えている。

鏡視下 ALL 再建術の利点は解剖学的であること、術後疼痛が少ない可能性が考えられ、欠点として手技が難しいことがあげられる。特に脛骨側では腸脛靱帯の深層に再建靱帯を通すために、糸を腸脛靱帯の深層に通して外側に引っ張る工夫はワーキングスペースを広げるのに有用であった。しかし本例でも脛骨側では腸脛靱帯の遠位側の線維と一部干渉したため、再建靱帯を設置する際は注意が必要であると感じた。

課題として ALL の大腿骨孔の位置決定方法があげられる。Sonnery ら²⁾は徒手で外上顆を触れて、その近位

後方に小切開からドリルしているが、豊富な経験がなければ正確性に欠けると思われる。一方、Helito ら¹⁾は X 線透視で landmark を確認することを推奨している。しかし、そもそも ALL の大腿骨付着部は膝外側側副靱帯付着部の遠位前方(つまり外上顆)と近位後方で意見が一致していない^{12,13)}。バリエーションがあるとの報告もあり¹¹⁾、今後の研究が待たれる。脛骨骨孔では Smith ら³⁾は Gerdy 結節の中心から後方 22 mm で関節面から 11 mm 遠位に作製し、Helito ら¹⁾は Gerdy 結節と腓骨頭の中間で関節面から 5~10 mm 遠位に作製しており、報告による違いは少ない。本研究では脛骨骨孔が関節面より約 2 cm 遠位に作製されていたが、臨床では術中透視を参考にすることで解剖学的位置に十分作製可能である。

他の課題として、固定角度があげられる。ALL の長さや膝屈曲角度についての研究では、大腿骨付着部が遠位前方だと屈曲位で ALL は長くなり、近位後方だと伸展位で ALL は長くなる¹⁴⁾。本研究では大腿骨骨孔を遠位前方に作製し、約 30° の膝関節屈曲位で固定したため、屈曲でやや緊張し、伸展でやや緩むパターンを示した。Pivot shift を制動するには、約 30° での安定性が重要であるため、近位後方の位置に大腿骨骨孔を作製して伸展位で再建 ALL を固定することが合理的かもしれないが、結論づけるにはしばらく議論を要するであろう。

結 語

2 重束 ACL 再建術に ALL 再建術を併用できた。関節鏡視下 ALL 再建術は可能であった。

文 献

- 1) Helito CP et al : Combined intra- and extra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament : the reconstruction of the knee anterolateral ligament. *Arthrosc Tech*, 4 : 239-244, 2015.
- 2) Sonnery-Cottet B et al : Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med*, 43 : 1598-1605, 2015.
- 3) Smith JO et al : Combined anterolateral ligament and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23 : 3151-3156, 2015.
- 4) Sonnery-Cottet B et al : Arthroscopic identification of the anterolateral ligament of the knee. *Arthrosc*

- Tech, 3 : 389-392, 2014.
- 5) Segond P : Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. Progres Med, 7 : 297-341, 1879.
 - 6) Van der Watt L et al : The structure and function of the anterolateral ligament of the knee : a systematic review. Arthroscopy, 31 : 569-582, 2015.
 - 7) Hussein M et al : Prospective randomized clinical evaluation of conventional single-bundle, anatomic single-bundle, and anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : 281 cases with 3- to 5-year follow-up. Am J Sports Med, 40 : 512-520, 2012.
 - 8) Claes S et al : High prevalence of anterolateral ligament abnormalities in magnetic resonance images of anterior cruciate ligament-injured knees. Acta Orthop Belg, 80 : 45-49, 2014.
 - 9) Monaco E et al : Navigated knee kinematics after cutting of the ACL and its secondary restraint. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 20 : 870-877, 2012.
 - 10) Parsons EM et al : The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. Am J Sports Med, 43 : 669-674, 2015.
 - 11) Catherine S et al : A cadaveric study of the anterolateral ligament : re-introducing the lateral capsular ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 23 : 3186-3195, 2014.
 - 12) Kennedy MI et al : The anterolateral ligament : an anatomic, radiographic, and biomechanical analysis. Am J Sports Med, 43 : 1606-1615, 2015.
 - 13) Claes S et al : Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. J Anat, 223 : 321-328, 2013.
 - 14) Kittl C et al : Length change patterns in the lateral extra-articular structures of the knee and related reconstructions. Am J Sports Med, 43 : 354-362, 2015.

投球動作におけるステップ足接地の肘下がり は動力学的パラメータに影響するか？

Does The Arm Sagging at the Instant of Stride Foot Contact Effect Elbow Kinetics during Baseball Pitching ?

田中 洋¹⁾ Hiroshi Tanaka
二宮 裕樹¹⁾ Hiroki Ninomiya
駒井 正彦¹⁾ Masahiko Komai

林 豊彦²⁾ Toyohiko Hayashi
高木 陽平³⁾ Yohei Takagi
信原 克哉¹⁾ Katsuya Nobuhara

● Key words

投球障害, 肘下がり, 外反モーメント

Pitching-related injury : The arm sagging phenomenon : Elbow valgus moment

● 要旨

投球動作において, ステップ足接地(SFC)での肘下がり(肩関節外転角度が小さい)が, それ以降の肘関節の動力学的パラメータに及ぼす影響を定量評価することである. 小・中学生の野球投手 143 名の投球動作を光学式モーションキャプチャ・システムで計測し, 動力学的パラメータを算出した. SFC の肩関節外転の大小と肘関節外反モーメントの増減には関係がみられなかった($r=0.05$, $p=0.59$). SFC の肩関節外転が大きいと肘関節最大内側関節間力が増加する傾向にあった($r=0.29$, $p<0.001$). SFC の肘下がりが投球障害の危険因子とされている動力学的パラメータに与える影響は大きくない.

はじめに

投球動作中の肘関節に加わる外反モーメントや内側方向の関節間力は, 投球障害肘の危険因子とされている^{1~4)}. Werner らは肘最大外反モーメントの増加に影響を与える因子を 37 個の運動学・動力学的パラメータから抽出した. その結果, ステップ足接地(SFC)での肩関節外転が大きいと肘最大外反モーメントが増加すると述べている¹⁾. これに対して Matsuo らは, SFC の肩関節外転の大小と肘最大外反モーメントの増減には関係性がみられなかったと述べている²⁾. Sabick らは肩関節最

大外旋の増加と肘最大外反モーメントとの増加の関係性は示しているものの, SFC の肩関節外転との関係性は提示していない³⁾. いずれにおいても, 指導者や投手自身が注視する SFC での肩関節外転角度が小さい, いわゆる肘下がりが, 投球障害の危険因子とされている肘最大外反モーメントを増加させるといった結果は提示されていない.

SFC の投球姿勢に関して Fleisig は, 肩関節外旋の程度によって, その後の肘関節に加わるストレスの大きさが異なるとしている. SFC の肩関節外旋量が大きい状態(quick external rotation)では, 後期コッキング相の肘内側関節間力が増加し, そして肩関節外旋が小さい状

田中 洋
〒679-4017 たつの市揖西町土師 720
信原病院・バイオメカニクス研究所
TEL 0791-66-0981/FAX 0791-66-2687
E-mail nobuhara-hp@car.ocn.ne.jp

1) 信原病院・バイオメカニクス研究所
Nobuhara Hospital and Institute of Biomechanics
2) 新潟大学工学部福祉人間工学科
Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, Niigata University
3) 兵庫医科大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine

態(slow external rotation),あるいは肩関節内旋が大きい状態では,後期コッキング相の肘内側関節間力と肘外反モーメントが減少すると述べている⁴⁾。Oyamaらは,過度な体幹の非投球側への側屈が肘外反モーメントを増加させると述べており,そのような投手はSFCでの体幹の前屈が小さいとしている⁵⁾。Matsuoらもまた,体幹の非投球側への側屈の程度が肘外反モーメントの増減に影響すると述べている²⁾。AguinaldoらはSFCを基準として,それよりも体幹の投球方向への回旋が早い投手は,そうではない投手と比べて肘外反モーメントが大きいと述べている⁶⁾。以上より,SFCの肩関節外転だけでなく,それ以外の投球姿勢またはタイミングが,その後の肘関節に加わる動力学的パラメータに影響を及ぼすと考えられる。

本研究の目的は,肘関節に障害を起こしやすい小・中学生野球投手を対象に,SFCの投球姿勢やタイミングが,それ以降の肘関節に加わる動力学的パラメータを増減させるかどうかを明らかにすることとした。

対象と方法

1. 対象

対象は小・中学生の野球投手143名とした。対象者の選択基準は,肩・肘関節の手術経験がない,計測時に肩・肘関節に疾患が認められない,理学検査と投球動作時に肩・肘関節の疼痛がない,そして,オーバーハンド,スリークウォータの投手とした。右投手は119名,左投手は24名であった。すべての対象者とその保護者,または引率者に対して本研究の趣旨,目的や計測方法を十分に説明し,それに対する同意書を取得した(Nobuhara Hospital Institutional Review Board No.151 approved)。平均年齢は 13.4 ± 1.15 (10~15)歳,平均身長は 165.4 ± 9.60 cm,平均体重は 55.8 ± 10.03 kgであった。

2. 投球動作の計測

投球動作の計測には光学式モーションキャプチャ・システム(ProReflexTM MCU-500; Qualisys, Gothenburg, Sweden)を用いた。このシステムは屋外計測が困難なことから,屋内(長さ26.5 m×幅11.6 m×高さ3.85 m)に公式サイズの土の投球マウンドと本塁を再現した。マウンドプレートから本塁までの距離は,小学生は16.0 m,中学生は18.4 mとした。

投球動作を光学式モーションキャプチャ・システムで計測するために,36ヵ所の解剖学的骨特徴点を触診により検出し,そのうえに直径14 mmの球形の赤外線反射マーカを貼付した。ただし上半身は裸とし,直接皮膚上

に貼付した。そして投球マウンドを囲むように設置した,ハイスピード撮影が可能な7台のcharge-coupled deviceカメラによって,サンプリングレートを500-Hzとして投球動作中のそれらの空間位置を計測し,トラッキング・ソフトウェア QTM(Qualisys, Gothenburg, Sweden)にて自動的に三次元化を行なった。球速の計測には超音波速度計(SpeedMax 2; Mizuno, Tokyo, Japan)を用いた。また,ステップ足接地(SFC)を同定するために2台のハイスピード・ビデオカメラ(HSV-500C3; nac Image Technology Inc., Tokyo, Japan)を用いて投球動作を撮影した。

対象者は計測前に十分なウォーミングアップ(ランニング,ストレッチング,投球練習)を行ない,その後セットポジションから最大努力下での投球動作を3回以上計測した。球種はストレートとし,球速が最も速く,かつストライクであり,主観的評価の最も高い1球を解析対象とした。

3. 投球動作の運動学・動力学的解析

投球動作中の肩関節と肘関節の運動学・動力学的パラメータを算出するために,以下の6つの座標系を設定した。1)カメラ座標系,2)骨盤座標系,3)胸部座標系,4)上腕座標系,5)前腕座標系,6)手部座標系。肩関節姿勢は,胸部座標系に対する上腕座標系の回転をオイラー角で表し,評価指数を外旋(プラス)/内旋(マイナス),外転(プラス),水平内転(プラス)/水平外転(マイナス)とした。ここで本研究での肘下がりとは,肩関節外転角度の大小によって表現した。肘関節姿勢は,上腕座標系に対する前腕座標系の回転をオイラー角で表し,回外(プラス)/回内(マイナス),屈曲(プラス)とした。体幹姿勢は,骨盤座標系に対する胸部座標系の回転をオイラー角で表し,後屈(プラス)/前屈(マイナス),右側屈:投球側(プラス)/左側屈:グローブ側(マイナス),左回旋(プラス)/右回旋(マイナス)とした。体幹回旋のタイミングは先行研究に準じて算出した⁶⁾。それはまず,骨盤に対して体幹が最も右回旋した時点を抽出,そしてSFCの時点からその時点を減算することで体幹左回旋のタイミングとした。つまり,体幹左回旋のタイミングが早い(体の開きが早い)選手はその値が大きく,体幹左回旋のタイミングがSFCに近い選手は値が小さくなる。その値の単位は秒である。

投球動作中の肩関節と肘関節に加わる関節間力と関節モーメントの推定には,ニュートン・オイラー法を用いた^{7,8)}。逆動力学的に手関節,肘関節,肩関節の順に関節間力と関節モーメントを推定した。各セグメントの慣性特性係数は,阿江らのデータに基づいた⁹⁾。推定した

関節間力は、関節面と軟部組織を含む関節全体に加わる力である。ここで、肘内側関節間力は上腕骨外側上顆から上腕骨内側上顆に向かう力となる。関節モーメントは関節周りに発揮されるモーメントの総和となる。次に関節モーメントの扱いについて説明する。本研究では、肩内旋モーメント、肘内反モーメントが算出され、それぞれを肩外旋モーメントに抗するモーメント、肘外反モーメントに抗するモーメントとして扱う。これらを表記する時、先行研究においては肩外旋/内旋モーメント、肘外反/内反モーメントいずれの表現も用いられている¹⁻⁶⁾。これは表現の相違であり、数値それ自体は同じ事象として扱うことができると考えられる。本研究では便宜的に肘内反モーメントの符号を変換し、肘外反モーメントとして表記する。図1に肩関節および肘関節に加わる関節間力と関節モーメントの方向を示す。最後に、推定した関節間力と関節モーメントは、各対象者の身長と体重を利用して規格化した(関節間力:%BW, 関節モーメント:%BW*height)。これらすべての運動学・動力学的解析には、独自に開発をした投球動作解析システムを用いた¹⁰⁾。また、左投手の運動学・動力学的パラメータは右投手のそれと同じ解釈ができるように投球動作解析システム内で自動的に符号の変換を行なった。

4. 投球動作の相分類とステップ足接地の定義

投球動作は6相に分類した。本研究では、投球障害の発生しやすい相である後期コッキング相(ステップ足接地から肩関節最大外旋)と加速相(肩関節最大外旋からボール・リリース)に着目した¹¹⁾。次にステップ足の接地(SFC)の同定について述べる。SFCの抽出には床反力計の値、ステップ足の内果と外果に貼付したマーカの速度変化を用いることが多い^{5,12,13)}。本研究では、計測上の制約のため床反力計を利用していない。先行研究のマーカの速度変化を用いてSFCを抽出する方法では、その抽出基準が成人野球投手をもとに設定されており^{12,13)}、青年期の野球投手を対象としている本研究での利用は必ずしも適しているとはいえない。したがって本研究では、2台のハイスピード・ビデオ映像をもとに、検者間の抽出誤差の軽減を目的として、野球経験者1名がすべての投球動作におけるSFCを定性的に抽出した。その際の抽出条件として、つま先が接地した瞬間、踵が接地した瞬間ではなく、ステップ足の足底が投球マウンドに接地していることとした。

5. 統計学的検討項目

SFCでの肩関節外転、肩関節外旋、体幹前屈、体幹右側屈、体幹左回旋のタイミングと、後期コッキング相

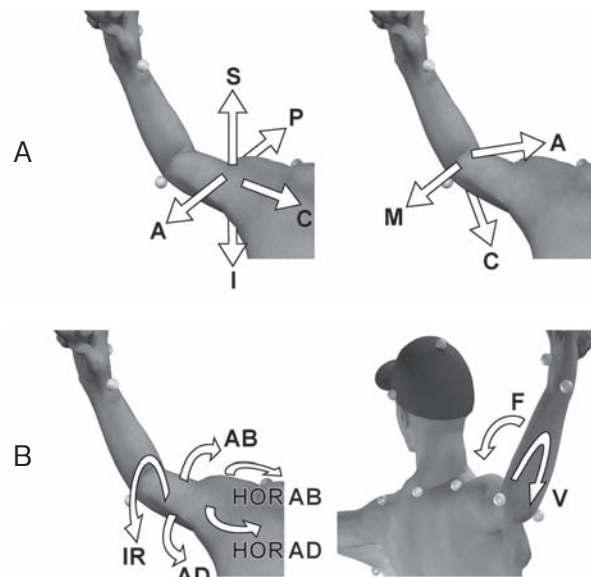


図1 肩関節および肘関節に加わる関節間力と関節モーメント

A: 肩関節および肘関節に加わる関節間力. 前方/後方(A-P), 圧縮(C), 上下(I-S), 内側(M).

B: 肩関節および肘関節に加わる関節モーメント. 内旋モーメント(IR), 外転/内転モーメント(AB-AD), 水平外転/水平内転モーメント(HOR AB-AD), 屈曲モーメント(F), 内反モーメント(V):本文中では符号を変換し肘外反モーメントとして扱う。

と加速相での特徴的な運動学・動力学的パラメータ^{1,3,11-15)}との関係を単回帰分析を用いて調べる。次に、ステップワイズ法による重回帰分析を用いて、SFCに関するこれら5つの変数および前腕回外/回内、肘関節屈曲を独立変数として、どの変数が従属変数とする肘最大外反モーメントに影響を与えるのかを探索する。これらの統計学的解析にはSPSS 15.0 (SPSS Japan Inc, Tokyo, Japan)を用いた。そしてそれらの有意確率は5%未満とした。

結 果

表1と表2にステップ足接地(SFC)の肩関節外転、肩関節外旋、体幹前屈、体幹右側屈、そして体幹左回旋のタイミングと、後期コッキング相および加速相での特徴的な運動学・動力学的パラメータとの相関関係を示す。単回帰分析では、SFCの肩関節外旋の増加とSFCの肘内側関節間力の増加の関係がみられた。また、SFCの

表1 ステップ足接地の肩関節姿勢と運動学・動力学パラメータとの相関係数

運動学・動力学パラメータ	ステップ足接地の肩関節姿勢 (°)	
	肩関節外旋 <i>r(p-value)</i>	肩関節外転 <i>r(p-value)</i>
ステップ足接地		
肩関節前方関節間力 (%BW)	0.208 (0.013)	-0.241 (0.061)
肘関節内側関節間力 (%BW)	0.602 (<0.001)	0.045 (0.596)
後期コッキング相		
肩関節最大前方関節間力 (%BW)	-0.223 (0.007)	-0.157 (0.061)
肩関節最大内旋モーメント (%BW*height)	0.017 (0.844)	0.332 (<0.001)
肩関節最大水平内転モーメント (%BW*height)	-0.285 (0.001)	-0.18 (0.032)
肘関節最大内側関節間力 (%BW)	0.274 (0.001)	0.289 (<0.001)
肘関節最大外反モーメント (%BW*height)	0.075 (0.370)	-0.046 (0.589)
肩関節最大外旋 (MER)		
肩関節外旋 (°)	0.188 (0.002)	-0.017 (0.836)
肩関節外転 (°)	0.251 (0.002)	0.495 (<0.001)
肩関節水平内転 (°)	-0.001 (0.994)	0.005 (0.954)
加速相		
肘関節最大前方関節間力 (%BW)	-0.080 (0.345)	-0.170 (0.042)
肘関節最大圧縮関節間力 (%BW)	-0.123 (0.145)	0.004 (0.965)
肘関節最大屈曲モーメント (%BW*height)	0.094 (0.265)	-0.024 (0.779)

表2 ステップ足接地の体幹姿勢、体幹回旋のタイミングと運動学・動力学パラメータとの相関係数

運動学・動力学パラメータ	ステップ足接地の体幹姿勢 (°) とタイミング (s)		
	体幹後屈 <i>r(p-value)</i>	体幹右側屈 <i>r(p-value)</i>	体幹回旋タイミング <i>r(p-value)</i>
ステップ足接地			
肩関節前方関節間力 (%BW)	-0.064 (0.286)	-0.441 (<0.001)	0.301 (<0.001)
肘関節内側関節間力 (%BW)	-0.048 (0.613)	-0.365 (<0.001)	0.436 (<0.001)
後期コッキング相			
肩関節最大前方関節間力 (%BW)	0.090 (0.286)	-0.244 (0.003)	-0.024 (0.773)
肩関節最大内旋モーメント (%BW*height)	-0.039 (0.646)	-0.009 (0.913)	0.054 (0.524)
肩関節最大水平内転モーメント (%BW*height)	-0.129 (0.126)	-0.010 (0.902)	-0.190 (0.023)
肘関節最大内側関節間力 (%BW)	-0.125 (0.136)	-0.041 (0.626)	0.186 (0.026)
肘関節最大外反モーメント (%BW*height)	0.098 (0.245)	-0.013 (0.876)	-0.036 (0.668)
肩関節最大外旋 (MER)			
肩関節外旋 (°)	-0.188 (0.024)	-0.135 (0.108)	0.025 (0.770)
肩関節外転 (°)	0.072 (0.395)	0.081 (0.336)	0.047 (0.574)
肩関節水平内転 (°)	-0.303 (<0.001)	0.374 (<0.001)	0.014 (0.867)
加速相			
肘関節最大前方関節間力 (%BW)	0.009 (0.919)	-0.096 (0.252)	0.015 (0.859)
肘関節最大圧縮関節間力 (%BW)	-0.315 (<0.001)	0.029 (0.729)	-0.056 (0.510)
肘関節最大屈曲モーメント (%BW*height)	0.014 (0.865)	-0.072 (0.394)	0.053 (0.533)

肩関節外転の増加と肩最大内旋モーメントの増加の関係がみられた。そして、SFCの肩関節外旋の増加、SFCの肩関節外転の増加と肘最大内側関節間力の増加の関係がそれぞれみられた(表1)。SFCの体幹左側屈の増加とSFCの肩前方関節間力、SFCの肘内側関節間力の増加の関係がそれぞれみられた。同様に、体幹左回旋のタイミングが早いとSFCの肩前方関節間力、SFCの肘内側関節間力が増加する関係がそれぞれみられた(表2)。肘

最大外反モーメントと相関を示したSFCの運動学的パラメータはなかった(表1, 2)。そして、SFCの肘内側関節間力と後期コッキング相の肘最大内側関節間力に相関がみられた($r=.40, p<0.001$)。

次にステップワイズ法による重回帰分析の結果について述べる。SFCにおける7つの運動学的パラメータを独立変数、肘最大外反モーメントを従属変数とした結果、統計学的に有意な予測モデルを作成することはでき

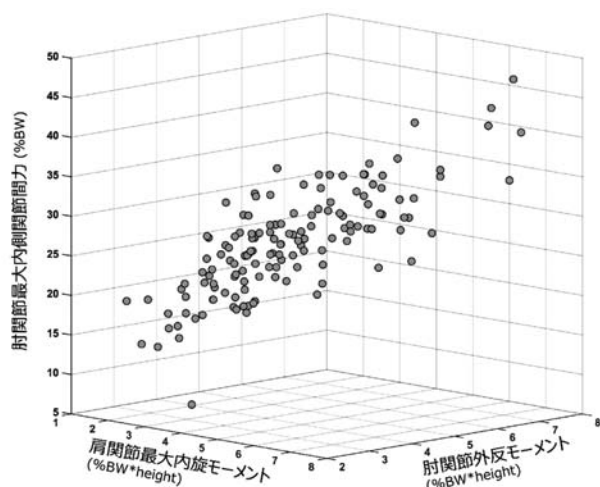


図2 肘関節最大内側関節間力，肩関節最大外反モーメント，肘関節最大外反モーメントの関係

なかった。そこで独立変数をそのままに、肘最大外反モーメントと関係性が強い肩最大内旋モーメントおよび肘最大内側関節間力(図2)をそれぞれ従属変数として、重回帰分析を行なった。表3に肩最大内旋モーメントを従属変数とした結果を示す。モデルの当てはまりを示す自由度調整済み決定係数 R^2 は0.10であり、本研究の母集団の10%を説明できるモデルであった。推定値の標準誤差は1.03であった。有意な変数は、SFCの肩関節外転であった。表4に肘最大内側関節間力を従属変数とした結果を示す。自由度調整済み決定係数 R^2 は0.22であった。推定値の標準誤差は5.56であった。有意な変数は、SFCの肘関節屈曲、SFCの肩関節外転であった。

最後に、肘最大外反モーメントと球速との関係を示す。肘最大外反モーメントと球速との相関係数は0.29 ($p=0.001$)であった。球速の平均値は 105.3 ± 9.7 (最大値:126, 最小値:79) km/h, 肘最大外反モーメントの平均値 4.2 ± 1.0 (最大値:7.5, 最小値:2.3) %BW*heightであった。

考 察

単回帰分析より、肘最大外反モーメントと相関のあるSFCの運動学的パラメータはなかった。ただし、肘最大外反モーメントの増加と関係性の強い肩最大内旋モーメントと肘最大内側関節間力の増加に影響を与える因子は、SFCの肩関節外転の増加あるいは肩関節外旋の増加であり、これらが間接的に肘最大外反モーメントを増加させる可能性が考えられる。ここで、SFCの肩関節外旋と肘最大内側関節間力との相関関係はFleisigの報

告と同様であった⁴⁾。また、SFCの肘内側関節間力と肘最大内側関節間力に相関がみられたことより、SFCの肘内側関節間力を増加させるSFCの体幹左側屈の増加、体幹回旋のタイミングが早い、これらも間接的に肘最大外反モーメントを増加させる可能性が考えられる。

次にSFCでの運動学的パラメータの組み合わせが、肘最大外反モーメントの増加を説明できるかについて述べる。Wernerらは肘最大外反モーメントの増加に影響を与える因子を37個の運動学・動力学的パラメータから4つ抽出し、そのなかでSFCの肩関節外転の増加が影響力のある因子であると述べている¹⁾。Sabickらは136個の運動学・動力学的パラメータから肘最大外反モーメントの増加に影響を与える因子を抽出し、肩関節最大外旋角度の増加を因子としてあげている³⁾。これらの予測モデルは、肘最大外反モーメントの出現以降の運動学・動力学的パラメータも独立変数となっている。それに対して、肘最大外反モーメントの出現“以前”のパラメータであり、かつ特徴的な運動学的パラメータのみで作成した予測モデルもまた臨床や指導で有用であると考ええる。そこで本研究では、スマートフォンや市販のデジタルビデオカメラを用いても、どのような投球姿勢であるかを判断しやすいSFCの7つの運動学的パラメータを独立変数として、投球障害の危険因子とされる肘最大外反モーメントを説明できるかどうかを検討した。その結果、肘最大外反モーメントを統計学的に説明できる予測モデルを作成することはできなかった。この結果を受けて、肘最大外反モーメントと相関関係の強いパラメータを説明できる予測モデルを作成することができれば、間接的に肘最大外反モーメントを低減できるのではないかと考えた。そこで独立変数はそのままに、肘最大外反モーメントと相関関係の強い、肩最大内旋モーメントおよび肘最大内側関節間力を従属変数として重回帰分析を行なった。その結果、SFCの肩関節外転の増加がそれぞれの増加に関係することが明らかとなり、間接的に肘最大外反モーメントを増加させる因子であると考えられる。石井らは肘下がりの投球動作を数値計算的に生成し、それが肩関節に加わる関節間力の増減に影響するかどうかをシミュレーションした¹⁶⁾。その結果、加速相での肘下がりでは、上腕骨病変に寄与する肩関節に加わる関節間力が増大したと述べている。したがって、SFCの肘下がりのすべてを許容するのではなく、後期コッキング相から加速相において問題点があり、SFCの肘下がりがそれに大きく影響するのであれば、その動作を改善する必要があると考える。以上より、指導者や投手自身が注視するSFCの肩関節外転が小さい、いわゆる肘下がり、投球障害の危険因子とされている肘最大外反

表3 後期コッキング相での肩関節最大内旋モーメントを従属変数とした重回帰分析の結果.

	平方和	自由度	平均平方和	F 値	p
回帰	18.19	1	18.19	17.03	<0.001
残差	150.59	141	1.07		
	標準化係数		p	分散拡大要因	
SFC 肩関節外転	0.33		<0.001	1.00	

SFC；ステップ足接地.

肩関節最大内旋モーメント=0.328×SFC 肩関節外転角度

モーメントを直接的に増加させるとはいえず、むしろ SFC において肘が高く上がっている投手のほうが、肩最大内旋モーメントや肘最大内側関節間力が増加し、間接的に肘最大外反モーメントが増加する可能性が考えられる。しかしながら、重回帰分析から得られた予測モデルの決定係数は小さく、その影響は大きくないと考える。

最後に、球速と肘最大外反モーメントの関係について述べる。球速と肘最大外反モーメントには有意な相関関係がみられたが、その関係性は高いとはいえない。球速の増加に関する因子として、Werner らは大学生投手において、ボール・リリースの体幹前屈、肘伸展加速度、ステップ足接地から肩関節最大外旋までの経過時間などをあげている¹⁷⁾。Stodden らは成人投手において、肘伸展モーメント、肩圧縮関節間力、肘圧縮関節間力などをあげている¹²⁾。Urbini らは、大学生投手とプロ投手において、ステップ足接地から骨盤最大回旋角速度までの経過時間、体幹最大回旋角速度から肘最大伸展角速度までの経過時間が短いと、球速が増加すると述べている¹³⁾。これらのことから、肘最大外反モーメントの増加は、球速が速いという結果を含めた、投球姿勢の変化率やタイミングといった投げ方に関係すると考えられる。今後はステップ足接地の投球姿勢だけでなく、それ以外の運動学的パラメータを利用して、投球動作中の肘関節に加わる力積外反モーメントの増減に影響を与える因子を検討したい。

本研究の限界

本研究の限界として投球動作中の赤外線反射マーカの偏位があげられる。これは動作に伴い皮膚上に貼付した赤外線反射マーカが偏位するため、本来の解剖学的骨特徴点の挙動の反映に誤差が生じる。これは体表に計測機器を貼付し、身体運動を計測する方法の避けることのできない限界である。

表4 後期コッキング相での肘関節最大内側関節間力を従属変数とした重回帰分析の結果.

	平方和	自由度	平均平方和	F 値	p
回帰	1279.98	2	639.99	20.71	<0.001
残差	4326.54	140	30.904		
	標準化係数		p	分散拡大要因	
SFC 肘関節屈曲	0.382		<.001	1.008	
SFC 肩関節外転	0.323		<.001	1.008	

SFC；ステップ足接地.

肘関節最大内側関節間力=0.382×SFC 肘関節屈曲角度+0.323×SFC 肩関節外転角度

ま と め

青年期の投手 143 名の投球動作を運動学・動力的に解析した。指導者や投手自身が特に注視するステップ足接地での肘下がりが、投球障害の危険因子とされている後期コッキング相での肘関節最大外反モーメントの増加に与える直接的な影響は小さい。

利益相反関係の開示

本研究に関連し、開示すべき直接的もしくは間接的に利益相反関係にある企業や団体等はない。

文 献

- 1) Werner SL et al : Relationship between throwing mechanics and elbow valgus in professional baseball pitchers. J Shoulder Elbow Surg, 11 : 151-155, 2002.
- 2) Matsuo T et al : Influence of shoulder abduction and lateral trunk tilt on peak elbow varus torque for baseball pitchers during simulated pitching. J Appl Biomech, 22 : 93-102, 2006.
- 3) Sabick MB et al : Valgus torque in youth baseball pitchers : A biomechanical study. J Shoulder Elbow Surg, 13 : 349-355, 2004.
- 4) Fleisig GS : The biomechanics of baseball pitching injuries : Kinematic factors related to increased kinetics. Doctoral thesis. University of Alabama at Birmingham, 92-113, 1994.
- 5) Oyama S et al : Effect of excessive contralateral trunk tilt on pitching biomechanics and performance in high school baseball pitchers. Am J Sports Med, 41 : 2430-2438, 2013.
- 6) Aguinaldo AL et al : Correlation of throwing

- mechanics with elbow valgus load in adult baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 37 : 2043-2048, 2009.
- 7) 江原義弘ほか：投球時における肩の負荷の力学的分析. *バイオメカニズム*, 14 : 39-48, 1998.
- 8) 中村康雄ほか：投球フォームとボール・リリース時の肩関節負荷. *バイオメカニズム*, 17 : 123-132, 2004.
- 9) 阿江通良ほか：日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定. *バイオメカニズム*, 11 : 23-33, 1992.
- 10) 田中 洋ほか：臨床応用を目的とした投球動作解析システムの開発. *整スボ会誌*, 32 : 179-186, 2012.
- 11) 信原克哉：肩 その臨床と機能. 第4版. 医学書院, 東京 : 349-415, 2012.
- 12) Stodden DF et al : Relationship of biomechanical factors to baseball pitching velocity : Within pitcher variation. *J Appl Biomecha*, 21 : 44-56, 2005.
- 13) Urbin MA et al : Associations between timing in the baseball pitch and shoulder kinetics, elbow kinetics, and ball speed. *Am J Sports Med*, 41 : 336-342, 2012.
- 14) Fleisig GS et al : Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med*, 23 : 233-239, 1995.
- 15) Escamilla RF et al : Pitching biomechanics as a pitcher approaches muscular fatigue during a simulated baseball game. *Am J Sports Med*, 35 : 23-33, 2007.
- 16) 石井壮郎ほか：肘下からの投球動作では上腕骨頭病変が生じやすいか？ *肩関節*, 36 : 731-735, 2012.
- 17) Werner SL et al : Relationships between ball velocity and throwing mechanics in collegiate baseball pitchers. *J Shoulder Elbow Surg*, 17 : 905-908, 2008.

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の検討

Reliability of the Blood Flow Velocity Measurement in the Subclavian Artery, and the Changes of the Velocity after the First Rib Resection

井上 彰¹⁾ Akira Inoue
宇良田大悟¹⁾ Daigo Urata
古賀 龍二²⁾ Ryuji Koga

古島 弘三²⁾ Kozo Furushima
山本 譲²⁾ Yuzuru Yamamoto
草野 寛²⁾ Hiroshi Kusano

● Key words

胸郭出口症候群, 血流速度測定, 鎖骨下動脈

●要旨

胸郭出口症候群(以下, TOS)に対する補助診断として血管造影やMRIなどの画像診断があるが, 圧迫による狭窄を量的に評価することはこれまで困難であった。今回, 圧迫の量的評価を目的とし, 超音波検査機器のdoppler機能を利用した鎖骨下動脈の血流速度を測定し, 測定値の信頼性を検証した。さらに健常者と動脈圧迫型TOSの血流速度とその手術前後における血流速度の比較も行なった。対象は健常群(12例20肢)と手術群(15例15肢)。信頼性評価はICC(1.1)およびICC(2.1)を用い, ICC(1.1)では0.89以上, ICC(2.1)では0.78以上で保たれた。手術群では術前90°外転外旋位と挙上位において血流速度の低下を認めたが, 術後は有意に改善した。本測定法はTOSの診断と肋鎖間隙における動脈の圧迫程度の評価に有用であると考えられた。

はじめに

胸郭出口症候群(thoracic outlet syndrome; TOS)は圧迫型, 牽引型, 混合型に分類され, Ideらは圧迫型が18%, 牽引型が12%, 混合型が74%であると報告している¹⁾。圧迫型TOSは上肢挙上で症状の増悪を認め, 肋鎖間隙部で腕神経叢や鎖骨下動静脈の圧迫により症状が再現される。近年, overhead athleteにおけるTOSに関する報告が散見されるが^{2,3)}, 動脈圧迫型TOSに対する画像診断は, 上肢挙上位での血管造影⁴⁾やMRI⁵⁾などが代表的ある。最近では, 血管造影と3D-CTを融合

させた造影3D-CTも有用であると報告されている²⁾。しかし, これらの検査は圧迫の有無を確認することはできるが, 血管の狭小程度や血流動態などの量的な評価は困難であった。圧迫の程度を量的に評価する機器として, 超音波検査機器のdoppler機能が血流評価に有用であると考えられる。Wadhwaniら⁶⁾やLongleyら⁷⁾は, TOS患者の鎖骨下動脈と腋窩動脈の血流速度を測定し, 圧迫型TOSに対する評価機器としての有用性を推奨しているが, 血流速度測定の信頼性においては確認していない。

本研究の目的は, 1) 超音波検査機器を使用して鎖骨下動脈の血流速度測定の検者内・検者間信頼性を検証す

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

ること, 2) 健常者(以下, 健常群)と手術症例(以下, 手術群)の下垂・外転外旋 90°・挙上位の各肢位での血流速度測定および, これらを両群間で比較をすること, 3) 手術前後における各肢位での血流速度の比較を行なうことである。

対象と方法

対象は, 健常者 12 例(健常群)と, 臨床診断と血管造影 3D-CT(図 1)により動脈圧迫型 TOS と診断され手術を要した 15 例(手術群)とした。健常群は 12 例 20 肢であり, 平均年齢 25.8 歳(19~33 歳), 男性 10 例, 女性 2 例であった。手術群は当院において手術を行なった 15 例 15 肢であり, 平均年齢 26.7 歳(18~51 歳), 男性 12 例, 女性 3 例であった。TOS の診断は上肢のシビレ, 痛み, 鎖骨上窩の圧痛が著明で, Wright test および Roos test が陽性, 血管造影 3D-CT において肋鎖間隙での鎖

骨下動脈の明らかな圧迫を認めた症例とした。手術適応は 1~数ヵ月間の投薬およびリハビリテーションによる保存療法で症状が改善されず, 日常生活や仕事にかなりの支障をきたし, 手術的治療を希望した症例とした。

超音波検査機器は日立アロカ社製プロサウンド $\alpha 7$ を使用した。検査肢位は端座位での上肢下垂位(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。測定回数は各肢位 3 回ずつ行ない(図 2), 測定部位は腋窩動脈の 2nd part を長軸で観察し, 小胸筋と第 2 肋骨をランドマークとする位置とした(図 3)。Doppler 入射角は全例 60°, ステアリング機能による角度補正は 5°以内, 測定項目は収縮期最大血流速度: peak systolic velocity(以下, PSV)とした。手術は腋窩アプローチより第一肋骨切除, 前・中斜角筋切離を行なった。なお, 第一肋骨切除と前・中斜角筋切離は内視鏡アシスト下に行なった⁸⁾。術後の血流速度測定は平均 14 日(7~20 日)後に行

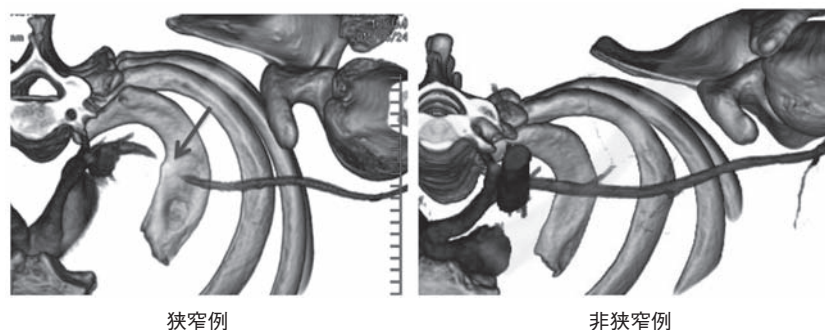


図 1 上肢挙上位での血管造影 3D-CT
狭窄例では鎖骨下動脈が第一肋骨上で連続性を失っているのに対し, 非狭窄例では連続性は保たれている。

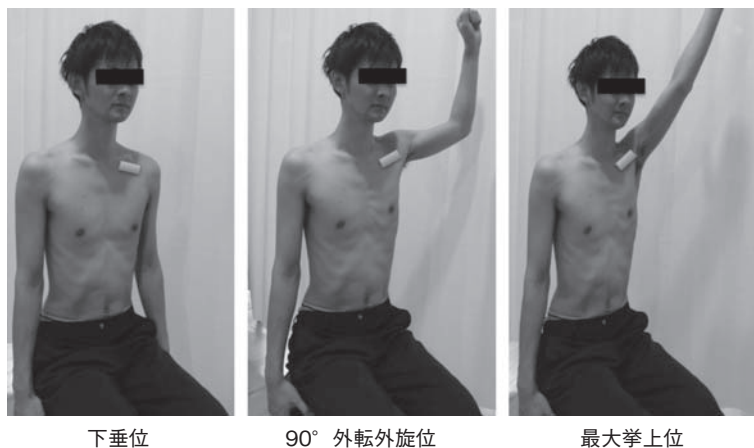


図 2 検査肢位

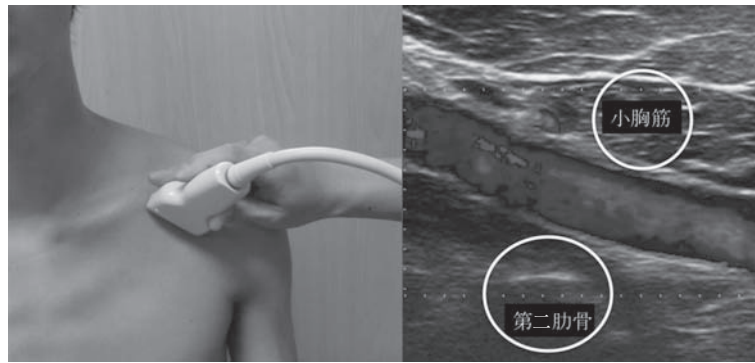


図3 測定部位とランドマーク
測定部位は鎖骨遠位の下方で、画像抽出時のランドマークは小胸筋と第二肋骨とした。

表1 血流流速測定における検者内・検者間信頼性

PSV	下垂位	90°外転外旋位	挙上位
ICC (1.1)	0.94	0.89	0.93
95% CI	0.88-0.97	0.77-0.95	0.85-0.97
ICC (2.1)	0.78	0.80	0.83
95% CI	0.41-0.91	0.42-0.94	0.47-0.95

なった。

統計処理は、健常群 14 例 20 肢にて検者内信頼性を級内相関係数(以下, ICC) (1.1)を用い求めた。検者間信頼性は本検査方法を 3 ヶ月以上トレーニングした検者 2 名で行ない、健常群 5 名 10 肢を対象に ICC (2.1)にて求めた。健常群と手術群における肢位別の計測値の比較には多重比較検定(Tukey-Kramer 法), 術前後の計測値の比較は対応のある t 検定で求めた。

結 果

- 収縮期最大血流速度 (PSV) 測定における検者内信頼性 (ICC : 1.1) および検者間信頼性 (ICC : 2.1)
下垂位では 0.94/0.78 (検者内信頼性/検者間信頼性), ABER 位では 0.89/0.80, 挙上位は 0.93/0.83 であり検者内・検者間信頼性は十分高かった(表 1)。
- 健常群と手術群における肢位別 PSV の比較
健常群の平均 PSV は下垂位では 114.7 cm/s, ABER 位は 115.7 cm/s, 挙上位は 120.9 cm/s であった。肢位別の比較では、すべての群間(下垂位と ABER 位, 下垂位と挙上位, ABER 位と挙上位)に有意差を認めなかった(図 4)。手術群の平均 PSV は下垂位で 105.0 cm/s, ABER 位は 76.8 cm/s, 挙上位は 38.3 cm/s であった。下垂位対 ABER 位では

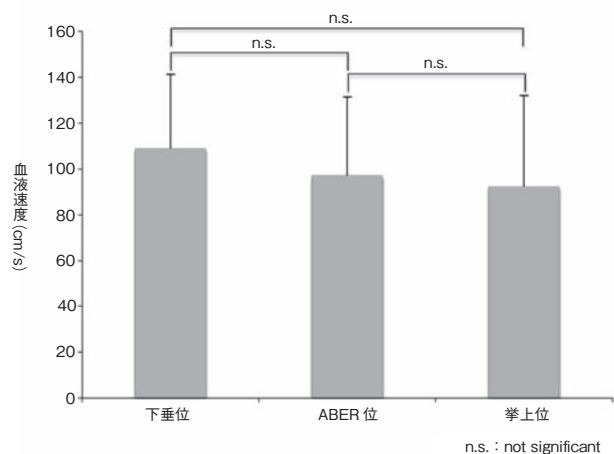


図4 健常群における肢位別 PSV
健常群ではすべての肢位において有意差はみられなかった。

有意差を認めなかったが、下垂位対挙上位, ABER 位対挙上位では PSV に有意差を認めた ($p < 0.05$) (図 5)。健常群対手術群では ABER 位, 挙上位において有意差を認めた ($p < 0.001$) (図 6)。

3. 手術前後 PSV の比較

術後の平均 PSV は、下垂位では 108.9 cm/s, ABER 位は 97.0 cm/s, 挙上位は 92.3 cm/s であった。術前後の比較では、下垂位では有意差はなく、ABER 位 ($p < 0.05$) と挙上位 ($p < 0.001$) で有意な改善を認めた(図 7)。術後の ABER 位と挙上位は、健常群と比較して有意差はなくなった。

考 察

TOS 患者の自覚症状は頸、肩、肘、手など上肢のシ

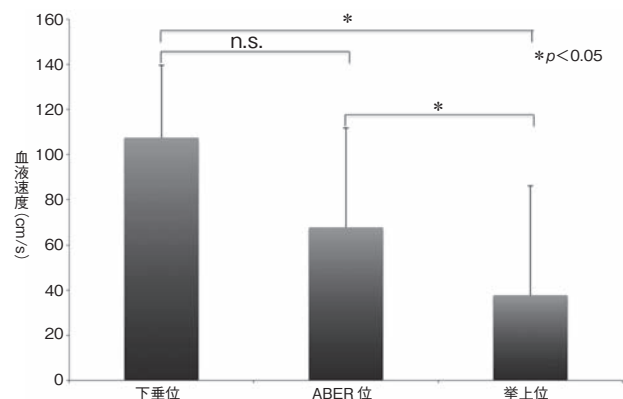


図5 手術群(手術前)における肢位別 PSV
手術群では下垂位と ABER 位で有意差を認めなかったが、下垂位と挙上位、ABER 位と挙上位で有意差を認めた。

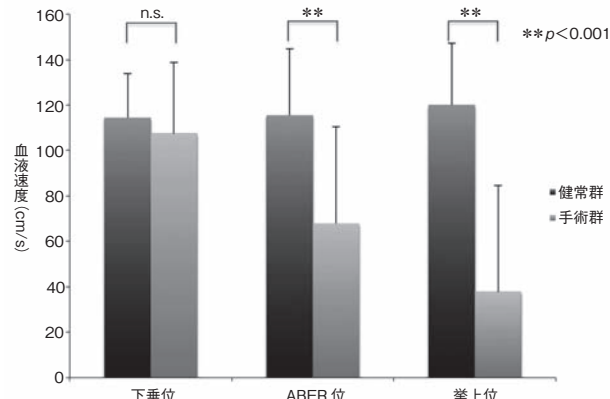


図6 健康群と手術群における肢位別 PSV
健康群と手術群の比較では ABER 位、挙上位において有意差を認めた。

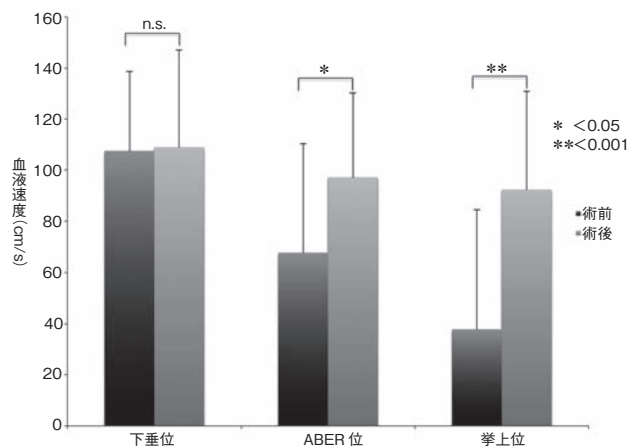


図7 手術前後 PSV の比較
手術前と比較し手術後は ABER 位、挙上位において有意な血流速度 (PSV) の改善がみられた。下垂位においては術前後で有意差はみられなかった。

ビレや痛み、だるさなど多岐にわたるため、診断に難渋することが多い。また肘痛や肩痛を主訴として来院する overhead athlete のなかに TOS 症状を有する者もまれではない。古賀ら²⁾は投球に起因する肘痛および肩痛を主訴として来院した患者に TOS が主病態あるいは合併 (2,580 名中 137 名 (5.3%)) していたと報告している。TOS の診断は主訴や問診、理学所見によって疑うことは可能であるが、画像診断や血流検査、筋電図検査などでも確定診断に至れないのが現状である。TOS は肢位によって血管神経束の圧迫状態が変化するため、静止状態での画像検査では診断が難しい。当院では補助診断として、上肢挙上位での血管造影 3D-CT²⁾ 撮影を行なっ

ているが、圧迫された血管の血流量などの量的な評価は行なっていない。TOS の手術は内視鏡アシスト下に第一肋骨切除術を行っており、その効果を客観的に評価するために超音波検査機器の doppler 機能による腋窩動脈の血流速度測定が有効であると考えた。しかし、腋窩動脈の 2nd part は解剖学的に血管走行の角度が浅いため、血流速度測定では誤差を生じやすい。そこで本研究では、まず doppler 機能による腋窩動脈の 2nd part における血流速度測定の信頼性の調査を行ない満足する結果を得た (表 1)。その後に健康群と手術群、手術前後の肢位別 PSV を比較検討した。超音波検査機器による血流速度測定では doppler 入射角の増大に伴って計測誤差が増す。その計測誤差を最小とするためのカットオフ値は 60° とされており⁹⁾、doppler 入射角は可能な限り小さく設定することが推奨されている。しかし、腋窩動脈の 2nd part における血管走行角度は浅く、肢位によっては推奨される入射角の確保に難渋する。このような場合、ステアリング機能を用いて角度を補正するが、補正により感度が低下するため注意が必要である。菅原ら¹⁰⁾は入射角 45° と 60° の PSV に強い相関があることを報告し、簡便に検査が行なえる 60° での計測を推奨している。以上のことより、血管走行角度の浅い腋窩動脈の 2nd part においても再現性の高い検査が行なえる 60° 設定が信頼性を向上させる一つのポイントと考える。また、ステアリング機能に頼ることなく深い血管角度を描出する方法として、長軸に描出した血管の中軸側を軽度圧迫し、末梢側を緩めるテクニックなども再現性を向上させる要因と考えられた (図 8)。一方、超音波検査のテクニック以外にも、解剖学的な視点からも注意が必要である。腋窩動脈の 2nd part は分岐する側副枝が複数あ

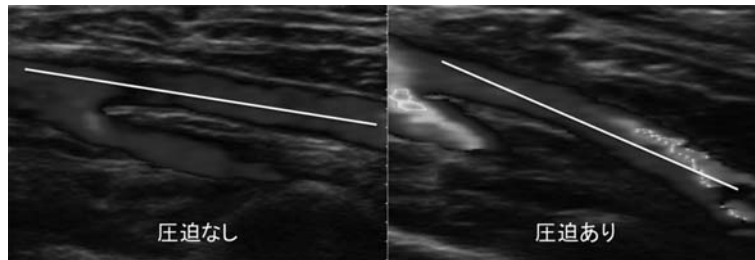


図8 深い血管角度を確保するためのテクニック
プローブの中枢側を軽度圧迫し、末梢側を緩め血管角度の確保に努めると、ステアリング機能に依存しない検査が可能となる。

り、側副枝のバリエーションに関する報告も少なくない^{11,12)}。腋窩動脈の2nd partからは、本管である腋窩動脈の2nd partとほぼ同等の直径を有する外側胸動脈と肩峰胸動脈が分岐するとされており¹³⁾、検査を行なううえで注意が必要である。以上のことより、側副枝を誤って測定しないこと、分岐部での測定を避けること、分岐部よりやや遠位で血流が安定した部位で測定することが信頼性を向上させるために重要と考える。

Wadhvani ら⁶⁾は健常者の上肢下垂位 PSV は 59~120 cm/s, ABER 位では 51~116 cm/s, 挙上位では 51~116 cm/s と報告しており、われわれの結果もほぼ同等の数値であり、本研究結果の計測値は妥当なものであると考えられた。また、健常者の PSV は肢位によっての変動はなく、TOS 患者の挙上位 PSV は低下することも同時に報告しており、筆者らの結果と同様であった。一方、Stapleton ら¹⁴⁾は下垂位 PSV を測定していないが、ABER 位での PSV は 70.3 cm/s, 挙上位では 52.0 cm とわれわれの結果よりも低値であった。その理由は測定方法の相違があげられる。彼等の方法は測定前に各ポジションで2分間の静止を行なっていること、上腕を台で支えていることが影響し、われわれの結果よりも低値であったと考えられる。血流速度測定における報告では、血流速度は血管の軽度の圧迫で上昇することが知られている¹⁵⁾。一方で北野ら¹⁶⁾や藤本ら¹⁷⁾は動脈の高度狭窄にて PSV は下降することを報告している。また、渡邊ら¹⁸⁾は鎖骨下動脈狭窄例への血管拡張術を行なった症例に対して術前、術中、術後の椎骨動脈波形の評価を行ない、狭窄の解除によって血流速度が改善したと報告している。したがって、軽度の狭窄あるいは圧迫では血流速度は上昇する可能性もあり注意が必要である。

健常群と手術群、手術前後での血流速度の比較では、手術群は健常群と比較し手術前の血流速度は低下していたが、術後は ABER 位と挙上位の血流速度が有意に改

善した。したがって、術後に血流速度が改善したことより、血管の圧迫には肋鎖間隙の狭小化や第一肋骨に付着する前および中斜角筋群が関与していたことが推察された。また、肢位別の血流速度の変化に関しては、挙上角度が増すことで血流速度が減少したことから、肩挙上による鎖骨の後退と回旋による肋鎖間隙の狭小化も関与していると思われる。Ludewig ら¹⁹⁾は肩挙上角度が増すごとに鎖骨の後退角度は大きくなり、挙上 120°で鎖骨の後退は 16°に達すると報告し、戸松ら²⁰⁾は前方挙上で鎖骨が最大 22°後方へ回旋すると報告している。クランク型をした鎖骨の後退と後方回旋による解剖学的な肋鎖間隙の狭小化は、近年われわれが行なっている造影 3D-CT 画像と一致している。

本研究では超音波検査機器の doppler 機能を用い、鎖骨下動脈における PSV 測定方法の検者内信頼性を確認のうえに、健常群と手術群の肢位別 PSV の検討、手術前後での PSV の比較を行なった。測定方法の信頼性が担保されたこと、手術群は ABER 位と挙上位で鎖骨下動脈の PSV が下降すること、手術によって PSV は改善することが明らかとなった。研究限界として、術後の PSV 改善は永続的なものかどうかは不明であり、今後は術後 PSV を長期的にフォローアップしていく必要がある。

結 論

超音波検査機器での鎖骨下動脈の PSV 測定において、検者内信頼性 ICC (1.1) は 0.89 以上、検者間信頼性 ICC (2.1) は 0.78 以上で保たれ、本測定方法の信頼性は担保された。手術群では、健常群と比較し ABER 位、挙上位で血流速度の低下を認めたが、手術後は有意に改善した。TOS における本測定法は肋鎖間隙での鎖骨下動脈に対する圧迫程度の評価が可能であり、診断と治療に

において有用である可能性が示唆された。

文 献

- 1) 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 manoeuvres. *J Hand Surg Br*, 28 : 218-223, 2003.
- 2) 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.
- 3) Seroyer ST : Shoulder pain in the overhead throwing athlete. *Sports Health*, 1 : 108-120, 2009.
- 4) Ersoy H et al : Vascular thoracic outlet syndrome : protocol design and diagnostic value of contrast enhanced 3d mr angiography and equilibrium phase imaging on 1.5 and 3T MRI scanners. *Vascular and Interventional Radiology*, 198 : 1180-1187, 2012.
- 5) Demondion X et al : Thoracic outlet : assessment with MR imaging in asymptomatic and symptomatic populations. *Radiology*, 227 : 461-448, 2003.
- 6) Wadhvani R et al : Color doppler and duplex sonography in 5 patients with thoracic outlet syndrome. *J Ultrasound Med*, 20 : 795-801, 2001.
- 7) Longley DG et al : Thoracic outlet syndrome : Evaluation of the subclavian vessels by color duplex sonography. *AJR*, 158 : 623-630, 1992.
- 8) 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.
- 9) Hoskins PR et al : *Diagnostic Ultrasound Physics and Equipment*. 2nd Ed. Cambridge University Press, New York, p.116, 2010.
- 10) 菅原将代ほか : 超音波検査による内頸動脈狭窄診断におけるドプラ入射角の影響. *脈管学*, 54 : 91-96, 2010.
- 11) Farhan TM : Anatomical study of axillary artery variation. *J Fac Med Baghdad*, 52 : 324-327, 2010.
- 12) Satyanarayana N : Variation in the branching pattern of right axillary artery in a cadaver—a case report. *Journal of Pharmacy*, 2 : 19-22, 2012.
- 13) Gaur S et al : A cadaveric study of branching pattern of the axillary artery. *Int J Biol Med Res*, 3 : 1388-1391, 2012.
- 14) Stapleton C et al : Sonographic evaluation of the subclavian artery during thoracic outlet syndrome shoulder manoeuvres. *Manual Therapy*, 14 : 19-27, 2009.
- 15) Jahromi AS et al : Sensitivity and specificity of color duplex ultrasound measurement in the estimation of internal carotid artery stenosis : A systematic review and meta analysis. *J Vasc Surg*, 41 : 962-972, 2005.
- 16) 北野育郎ほか : Duplex scan を用いた下肢閉塞性動脈疾患の機能診断法. *日心臓血管外会誌*, 29 : 72-78, 2000.
- 17) 藤本 茂ほか : 頸動脈高度狭窄の超音波診断の意義. *IRYO*, 57 : 135-140, 2003.
- 18) 渡邊聖樹ほか : 鎖骨下動脈狭窄に対する血管拡張術施行中の椎骨動脈血流波形変化. *Neurosonology*, 19 : 79-82, 2006.
- 19) Ludewig PM et al : Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *J Bone Joint Surg Am*, 91 : 378-389, 2009.
- 20) 戸松泰介ほか : 鎖骨の運動機能とその障害. *整形外科*, 21 : 787-794, 1970.

スポーツ活動者の外傷性肩関節前方不安定症に対する 鏡視下バンカート修復術の成績

Clinical Results of Arthroscopic Bankart Repair for Athletes with Traumatic Recurrent Anterior Shoulder Instability

横江 琢示	Takuji Yokoe	石田 康行	Yasuyuki Ishida
田島 卓也	Takuya Tajima	帖佐 悦男	Etsuo Chosa

● Key words

外傷性肩関節前方不安定症, 鏡視下バンカート修復術, スポーツ活動者

●要旨

スポーツ活動者の外傷性肩関節前方不安定症に対する鏡視下バンカート修復術の当院での成績について報告する。2006～2014年に鏡視下バンカート修復術を行ない、術後12ヵ月以上観察可能であった39例39肩を対象とした。臨床成績をJSS-IS score, Rowe score, 肩関節可動域で評価した。いずれのscoreも術後有意に改善し、肩関節可動域は術前後で有意差を認めた。再(亜)脱臼は4肩(10.3%)に認め、全例ラグビー復帰後の再受傷であった。スポーツ活動者の反復性肩関節脱臼に対する鏡視下手術の成績は概ね良好であったが、ラグビー選手に再(亜)脱臼を認めた。ラグビー選手には年齢、競技レベルを考慮し治療選択を熟考する必要がある。

はじめに

近年、外傷性肩関節前方不安定症に対して鏡視下バンカート修復術が行なわれることが多くスポーツ活動者に対してもその良好な成績が数多く報告されている^{1,2)}。スポーツ活動者に手術を行なう際は競技特性を考慮する必要がある、その治療法は慎重に検討される必要がある。

今回、当院で行なったスポーツ活動者の外傷性肩関節前方不安定症に対する鏡視下バンカート修復術の成績を報告し、その問題点および今後の課題について検討したので報告する。

対象と方法

対象はスポーツ活動者の外傷性肩関節前方不安定症に対し2006～2014年に当院で鏡視下バンカート修復術を行なった39例39肩、男性32肩、女性7肩とした。年齢は平均 21.5 ± 7.0 歳(14～43歳)であった。術後経過観察期間は平均 17.5 ± 6.9 ヵ月(12～36ヵ月)であり、全症例経過を追えた(フォローアップ率100%)。スポーツ種目はcollision sports症例が18肩46%(ラグビー13肩、柔道3肩、総合格闘技2肩)であり、overhead sports症例が11肩28%(野球4肩、バスケットボール2肩、バレーボール2肩、ハンドボール1肩、ソフトボール1肩、バドミントン1肩)であった。overhead

横江琢示
〒889-1692 宮崎市清武町木原5200
宮崎大学医学部整形外科
TEL 0985-85-0986

宮崎大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Miyazaki

表1 術前 CT による関節窩骨形態評価および術中合併損傷の割合

関節窩骨形態 (CT)	症例数 (n=39)	術中合併損傷	症例数 (n=39)
normal	6 例 (15.4 %)	SLAP 損傷	6 例 (15.4 %)
erosion	7 例 (17.9 %)	HAGL	0 例 (0 %)
bony	26 例 (66.7 %)	関節包断裂	4 例 (10.3 %)

sports 症例の 8/11 肩 73 % は投球側であった(野球 2 例, バレーボール 1 例). その他はサッカー 5 肩, サーフィン 5 肩であった. 関節窩骨欠損率(術前 CT での best-fit circle technique³⁾で評価)が 25 % 以上の症例または revision 症例は対象から除外した. 術前 CT による関節窩骨形態は bony Bankart lesion 66.7 % (26/39 肩), erosion 17.9 % (7/39 肩), 骨欠損なしが 15.4 % (6/39 肩)であった(表 1). 鏡視下手術は全例ビーチチェア位で施行した. Arthrex 社 SutureTaK[®]アンカーを 4 本関節窩に挿入し, 関節窩から剝離した前下関節上腕靱帯複合体にアンカーの糸を通し縫合した. 術中確認した合併損傷は Superior Labrum Anterior to Posterior (SLAP) 損傷が 15.4 % (6/39 肩), 関節包断裂が 10.3 % (4/39 肩)であり Humeral Avulsion Glenohumeral Ligament (HAGL) は認めなかった(表 1). SLAP 損傷は肩関節下垂位, 外転位での内外旋時に鏡視下デブリードマンを行なっても, 関節内に引っかかるような場合を不安定性ありと判断し, アンカーを使用して修復した. 関節包断裂は全例鏡視下にマットレス縫合により修復した. 14 歳以上 30 歳未満の患者には全例, Arthrex 社 FiberWire[®]による 2~3 本の high strong suture で腱板疎部縫縮を追加した.

評価法は術前後の臨床成績を日本肩関節学会肩関節不安定症評価表(JSS shoulder instability score; JSS-IS score)および Rowe score で評価した. 術前後の肩関節可動域を自動での前方挙上, 下垂位外旋, 90°外転位での内旋・外旋の角度で評価した. また, collision sports 群と非 collision sports 群で術後の JSS-IS score, Rowe score, 肩関節可動域を比較した. 腱板疎部縫縮を追加した群と追加しなかった群で術後の JSS-IS score, Rowe score, 肩関節可動域を比較した.

後療法は術後 3 週間は肩関節外転装具(BREG 社 Slingshot2[®])装着とした. 術後 1 週から Codman 運動を開始し, 術後 3 週から外旋を除く自他動運動を開始した. 術後 4 週からは他動的な外旋運動も開始し, 術後 6 週からは自動外旋運動を開始した. スポーツ復帰は術後 8 ヶ月以降に許可した. 術後の競技復帰および復帰後の競技レベルは Rhee らの評価法⁴⁾を用いて grade1 から

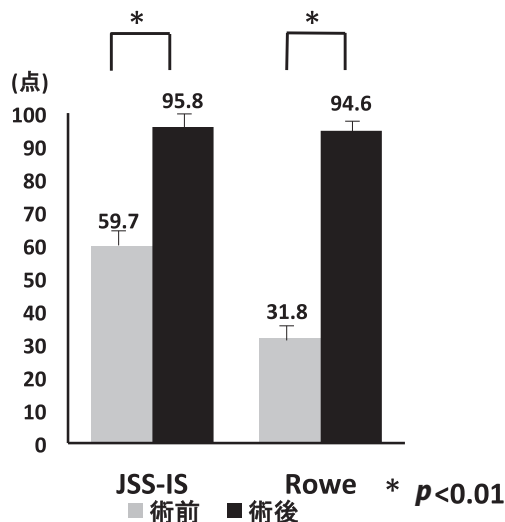


図1 術前および術後の JSS-IS score と Rowe score

grade5 で評価した. grade1 は受傷前競技レベルに完全に回復した群, grade2 は軽度の制限は残存するもほぼ受傷前競技レベルに回復した群(90 % 以上の改善), grade3 は中等度の制限を残存して受傷前競技レベルに回復した群(70 % 以上の改善), grade4 は高度の制限を伴って競技に復帰したか競技復帰できなかったが, 日常生活では支障がない群(50 % 以上の改善), grade5 は競技復帰できず日常生活においても肩に不快感や疼痛などの支障がある群, である.

統計学的処理は, Mann-Whitney U test および Wilcoxon t test を用い危険率 5 % 未満を有意差ありとした.

結 果

JSS-IS score は術前平均 59.7 ± 7.9 点から術後平均 95.8 点, Rowe score は術前平均 31.8 ± 8.4 点から術後平均 94.6 ± 7.6 点とどちらも有意に改善した ($p < 0.01$, 図 1). 肩関節可動域(図 2)は自動での前方挙上では術後改善を認め, 下垂位外旋位, 90°外転位での内旋では術後可動域は低下し, いずれも有意差をもって変化を認めた. [自動での前方挙上: 術前 $168.8 \pm 8.5^\circ$ /術後 $171.2 \pm 5.3^\circ$ ($p < 0.05$), 下垂位外旋位: 術前 $70.5 \pm 4.6^\circ$ /術後 $60.8 \pm 6.4^\circ$ ($p < 0.01$), 90°外転位での内旋: 術前 $29.5 \pm 21.6^\circ$ /術後 $16.2 \pm 11.6^\circ$ ($p < 0.01$)]. 90°外転位での外旋角度は術前後で有意差を認めなかった(術前 $101.8 \pm 16.8^\circ$ /術後 $97.8 \pm 13.5^\circ$, $p = 0.08$). 統計学的に有意差をもって術前後で肩関節可動域に変化を認めたが, 競技復帰や日常生活に支障をきたす可動域制限が残

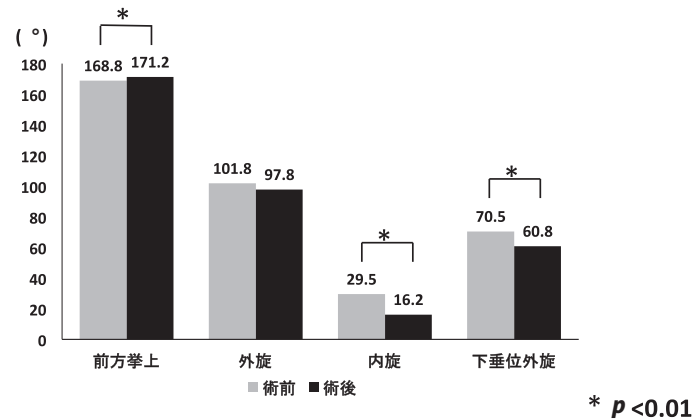


図2 術前および術後の肩関節可動域

表2 術後スポーツ復帰と復帰後競技レベル

	症例数 (n=39)	%
grade1	30	76.9
grade2	4	10.3
grade3	3	7.7
grade4	2	5.1
grade5	0	0

grade1: 受傷前競技レベルに完全に復帰

grade2: ほぼ受傷前競技レベルに復帰(90%以上の復帰)

grade3: 中等度の制限を伴って競技に復帰(70%以上の復帰)

grade4: 高度の制限を伴って競技に復帰(50%以上の復帰)

grade5: 受傷前競技レベルに復帰できず, 日常生活でも制限がある

存した例は認めなかった。

術後の競技復帰および復帰後の競技レベルに関しては, grade1 は 30/39 例(76.9%), grade2 は 4/39 例(10.3%), grade3 は 3/39 例(7.7%), grade4 は 2/39 例(5.1%), grade5 は 0/39 例(0%)であった(表2)。再(亜)脱臼は亜脱臼1例, 脱臼3例の計4例, 10.3%であった。全4例ともラグビー選手であり術後平均17.5ヵ月での競技復帰後の再受傷例であった(表3)。ラグビー選手に限ると, 再(亜)脱臼は4/13例(31%)であった。Collision sports 群と非 collision sports 群の比較では, 術後の score, 肩関節可動域で両群に有意差は認められなかった(図3)。また腱板疎部縫縮を追加した群と追加しなかった群の比較では術後の score, 肩関節可動域で両群に有意差は認められなかった(図4)。

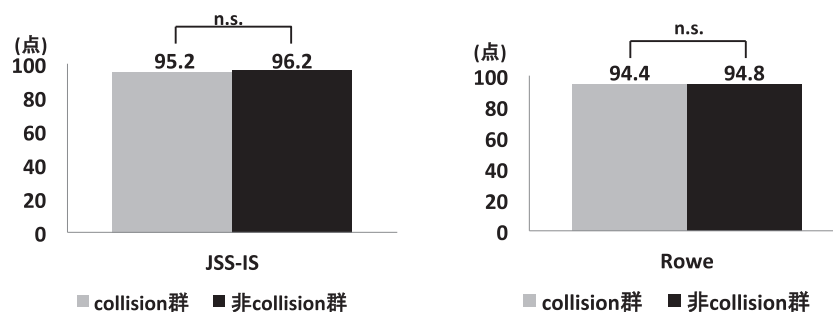
考 察

若年スポーツ活動者の外傷性肩関節前方不安定症の問題点としては, 若年であり再(亜)脱臼の危険性が高い

表3 術後再(亜)脱臼したラグビー例の詳細

	年齢 (歳)	再受傷機転	手術から再受傷までの期間 (ヵ月)
症例1	15	転倒	22
症例2	16	タックル	18
症例3	16	タックル	13
症例4	16	タックル	11

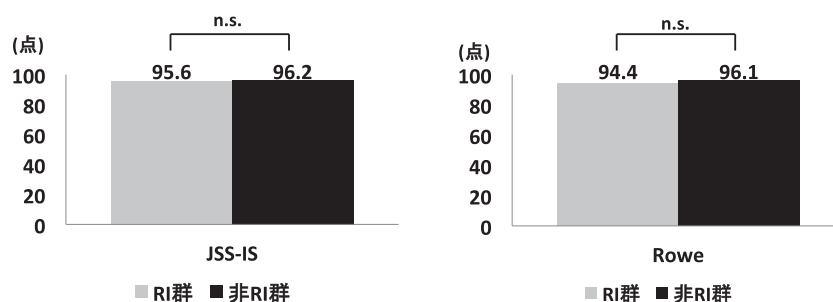
こと^{5,6)}, 競技復帰および復帰後競技レベルの維持が必要であること, 将来的なスポーツ活動継続を考慮する必要があることがあげられる。手術療法に関しては直視下手術か鏡視下手術の選択については議論の余地がある^{7,8)}。Rheeらは, 鏡視下25%, 直視下13%で再脱臼を認めたと報告している⁴⁾。鏡視下手術は直視下手術と比べて術後疼痛や可動域制限が少ないこと, 術前レベルへの回復率がよいという利点がある⁹⁾。一方, collision/contact sports 症例で再(亜)脱臼の危険性が高いことが報告されており^{10,11)}, 特に若年の collision/contact 症例では鏡視下手術の再(亜)脱臼率が高い(21%)という Alessandroらの報告もある¹²⁾。今回のわれわれの結果では94%と高い競技復帰率を認め, 競技レベル・肩関節可動域の維持も認めたが, ラグビー選手の再(亜)脱臼(31%)は高かった。ラグビー選手に対する鏡視下バンカート修復術の成績については Marioら¹³⁾は8.3%, Kimら¹⁴⁾は10%で術後再(亜)脱臼を認めたと報告しており, 今回はラグビー13肩中4肩, 31%の術後再(亜)脱臼率で諸家の報告と比較し高かった。ラグビー選手の外傷性肩関節前方不安定症については術後競技復帰後の再受傷による再(亜)脱臼が問題となる。特に高校生などの若年ラグビー選手においては, 未熟なタックル技術が術後再(亜)脱臼の大きな要因とされ¹⁵⁾, 再受傷を予防するための適切な技術習得が重要とされている¹⁶⁾。今後



術後肩関節可動域

	collision群	非collision群	
AE	170.8°	172.1°	n.s.
ER	98.9°	104.3°	n.s.
IR	11.9°	19.8°	n.s.

図3 Collision群と非collision群の術後臨床スコアおよび肩関節可動域



術後肩関節可動域

	RI群	非RI群	
AE	171.4°	172°	n.s.
ER	99°	94°	n.s.
IR	16°	15°	n.s.

図4 腱板疎部縫縮を追加した群としなかった群の術後臨床スコアおよび肩関節可動域

は患者、指導者に対する病態、再発予防の教育は不可欠な取り組みとしていく予定である。ラグビー選手のような術後再(亜)脱臼の危険性が高い症例には観血的手術である Coracoid transfer 法 (Bristow 法, Latajet 法) が初回手術として有効であるとする報告がある¹⁷⁾、しかし、Coracoid transfer 法は鏡視下手術と比較して合併症率が高いとの報告¹⁸⁾や、健常者と比較した生体学的な研究で鏡視下手術例では同等であったが、直視下手術例では異なっていたとの報告がある¹⁹⁾。若年ラグビー選手で

は将来的な競技継続、再受傷例での再手術の可能性も考慮する必要があることから、われわれは機能予後が良好で再手術時に Coracoid transfer 法が可能な鏡視下手術を第一選択としてきた。2012 年からは、ラグビー選手を含む collision 選手には鏡視下バンカート修復術に腱板疎部縫縮と Hill-Sachs Remplissage を追加している。鏡視下 Remplissage 追加により術後再(亜)脱臼率の低下することが報告されており²⁰⁾、術後再(亜)脱臼の危険性が高い競技の選手に対して有効な治療戦略である

と考える。Limitationとしては後ろ向き研究であること、直視下手術症例と術後成績を比較していないこと、症例数が少ないこと、長期術後成績が得られていないこと、などがあげられる。これらは今後の検討課題とした。

結 語

1. スポーツ活動者の外傷性肩関節前方不安定症に対する鏡視下バンカート修復術の成績について報告した。
2. スポーツ活動者に対して鏡視下バンカート修復術は安定した術後成績であったが、ラグビー選手の13肩中4肩31%に再受傷による再(亜)脱臼例を認めた。スポーツ競技、競技レベル、年齢を考慮した手術選択が必要である。

文 献

- 1) Mazzocca AD et al : Arthroscopic anterior shoulder stabilization of collision and contact athletes. *Am J Sports Med*, 33 : 52-60, 2005.
- 2) Hobby J et al : Is arthroscopic surgery for stabilization of chronic shoulder instability as effective as open surgery? *J Bone Joint Surg Br*, 89 : 1188-1196, 2007.
- 3) Sugaya H et al : Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am*, 85 : 878-884, 2003.
- 4) Rhee YG et al : Anterior shoulder stabilization in collision athletes : arthroscopic versus open Bankart repair. *Am J Sports Med*, 34 : 979-985, 2006.
- 5) Deitch J et al : Traumatic anterior shoulder dislocation in adolescents. *Am J Sports Med*, 31 : 758-763, 2003.
- 6) Lawton RL et al : Pediatric shoulder instability : presentation, findings, treatment, and outcomes. *J Pediatr Orthop*, 22 : 52-61, 2002.
- 7) Fabbriciani C et al : Arthroscopic versus open treatment of Bankart lesion of the shoulder : a prospective randomized study. *Arthroscopy*, 5 : 456-462, 2004.
- 8) Petrera M et al : A meta-analysis of open versus arthroscopic Bankart repair using suture anchors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12 : 1742-1747, 2010.
- 9) Boileau P et al : Risk factors for recurrence of shoulder instability after arthroscopic Bankart repair. *J Bone Joint Surg Am*, 88 : 1755-1763, 2006.
- 10) Pagnani MJ et al : Surgical treatment of traumatic anterior shoulder instability in American football players. *J Bone Joint Surg Am*, 84 : 711-715, 2002.
- 11) Bacilla P et al : Arthroscopic Bankart repair in a high demand patient population. *Arthroscopy*, 13 : 51-60, 1997.
- 12) Alessandro C et al : Arthroscopic stabilization of the shoulder in adolescent athletes participating in overhead or contact sports. *Arthroscopy*, 28 : 309-315, 2012.
- 13) Mario VL et al : Arthroscopic management of traumatic anterior shoulder instability in collision athletes : analysis of 204 cases with a 4- to 9- year follow-up and results with the suture anchor technique. *Arthroscopy*, 22 : 1283-1289, 2006.
- 14) Kim SH et al : Bankart repair in traumatic anterior shoulder instability : open versus arthroscopic technique. *Arthroscopy*, 18 : 755-763, 2002.
- 15) 井上泰博ほか：反復性肩関節前方脱臼のラグビー選手のタックル姿勢. *臨スポーツ医*, 32 : 1099-1105, 2015.
- 16) 望月智之ほか：コンタクトアスリートにおける反復性肩関節脱臼の術後再発予防—ラグビーにおけるタックルスキルの重要性. *臨スポーツ医*, 27 : 1369-1374, 2010.
- 17) 山崎哲也ほか：コンタクトアスリートの反復性肩関節脱臼に対する診断と治療. *臨スポーツ医*, 27 : 1339-1344, 2010.
- 18) Cho NS et al : Management of an engaging Hill-Sachs lesion : arthroscopic remplissage with Bankart repair versus Latarjet procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, ahead of print.
- 19) Uri O et al : Upper limb kinematics after arthroscopic and open shoulder stabilization. *J Shoulder Elbow Surg*, 24 : 399-406, 2015.
- 20) Franceschi F et al : Remplissage repair—new frontiers in the prevention of recurrent shoulder instability : a 2-year follow-up comparative study. *Am J Sports Med*, 11 : 2462-2469, 2012.

半月板逸脱を伴った内側半月板損傷に，半月板縫合術を行ない時間経過とともに逸脱が改善した 1 例

Gradual Improvement of Meniscal Extrusion after Meniscal Suture of Medial Meniscal Root Tear : a Case Report

高山 定之	Sadayuki Takayama	土屋 明弘	Akihiro Tsuchiya
蟹沢 泉	Izumi Kanisawa	高橋 謙二	Kenji Takahashi
酒井 洋紀	Hiroki Sakai	山浦 一郎	Ichiro Yamaura

● Key words

内側半月板後角損傷，半月板逸脱，半月板縫合

Medial meniscal root tear : Meniscal extrusion : Meniscal suture

● 要旨

内側半月板後角損傷によって発生した半月板逸脱に対し，半月板縫合術後の経過観察で逸脱が改善した 1 例を報告する．症例は 52 歳女性，他院で変形性膝関節症の診断に関節注射など施行されたが膝痛は改善しなかった．MRI で内側半月板後角損傷と半月板逸脱 (4.38 mm) を認めた．手術は内側半月板後角損傷部に all-inside 法を用いて 2 針縫合し，脛骨骨孔を作製し骨孔から縫合糸を pull out し固定した．術後 1 ヶ月の MRI で 3.75 mm の逸脱を認めたが，時間経過とともに逸脱が改善し，12 ヶ月時は 1.56 mm であった．半月板逸脱の経時的な改善は本症例にのみ生じた可能性もあり，今後も経時の変化に関して症例を増やして検討が必要であると考ええる．

はじめに

半月板逸脱は半月板の荷重分散機能が破綻し，関節軟骨に負荷が増大している状態である．逸脱を放置すると，変形性関節症の進行や膝痛を伴う可能性がある^{1,2)}とされている．半月板逸脱を生じる原因は，半月板部分切除後や半月板損傷などによって発生するとされ，半月板後角損傷はそのうちの一つである．近年では半月板縫合術後の逸脱に関する文献は多数報告されているが，逸脱に関する経時の変化を評価した文献は乏しい．今回，われわれは内側半月板後角損傷に半月板逸脱を伴った症例に対し，半月板縫合術を施行後，経時的に半月

板逸脱が改善した症例を経験したので報告する．

症例：52 歳 女性

主訴：左膝痛

既往歴：特記すべき事項なし

スポーツ：ヨガ，ピラティス

現病歴：半年前から両膝痛を自覚し，近医を受診して変形性膝関節症と診断された．関節内ヒアルロン酸注射や理学療法を行なうも屈曲動作に伴った左膝痛が改善しないため当院を受診した．

初診時診察所見：身長は 158 cm，体重は 54 kg，BMI は 21.6 kg/m²であった．関節可動域は伸展 0° 屈曲 120°（健側伸展 0° 屈曲 140°）であり膝蓋跳動を認め，



単純X線 正面/側面

MRI (PD,SPAIR)

図1 術前単純X線像およびMRI像

内側関節裂隙後方に圧痛を認めた。Heel height difference (HHD) は 40 mm であり、伸展制限を認めた。

画像所見：立位単純X線正面像で大腿骨内顆、脛骨近位内側部の骨棘形成がみられたが、内側関節裂隙は保たれていた。Kellgren-Lawrence 分類は Grade 1 であった。FTA は 178.3° であった。

MRI 像では ghost sign³⁾ を認め(図1, 矢印)、また内側半月板の逸脱を伴っており(図1, 破線矢印)、内側半月板後角損傷が疑われた。逸脱の評価はMRIプロトン密度強調脂肪抑制像(PD, SPAIR 像)にて田渕ら⁴⁾の方法に準じて顆部中央を通る冠状断像を用い、半月板の逸脱量と半月板全幅に対する逸脱率を計測した。逸脱の計測は基準線を A とし、逸脱率(%)は半月板全幅 b で逸脱量 a を除して 100 倍し求めた。術前の逸脱量は 4.38 mm、逸脱率は 53.9 % (図1) であった。

以上より内側半月板後角損傷によって半月板逸脱が生じ、半月板荷重分散機能の破綻に伴う内側コンパートメントへの負荷の増加が、本症例の関節腫脹と疼痛の要因と考えた。半月板逸脱の改善と荷重分散機能の再獲得を目的に内側半月板後角の縫合術を施行した。

手術治療

患者の体位は仰臥位膝屈曲下垂位で手術を行なった。膝蓋下前内側ポータルと前外側ポータルを作製し、外側

ポータルから鏡視して内側ポータルから処置を行なった。関節鏡視下に内側半月板後角部損傷を確認した後、同部を新鮮化し、Meniscal Viper (Arthrex 社) を用いた all-inside 法にて 2-0 Fiber Wire を 2 針縫合した。脛骨高原の内側半月板後角付着部に ACL 用脛骨骨孔ガイド (Smith & Nephew 社) を用いて 4.5 mm 径の骨孔を作製し、縫合糸を骨孔から脛骨近位前面に引き出して post screw に締結固定した(図2,3)。

また、術中の鏡視で大腿骨内顆および脛骨内側プラトー関節面に軟骨損傷を認め、いずれも ICRS 分類 Grade 3B であった。

術後は3週間のニーブレース固定と免荷を行ない、その後可動域訓練と部分荷重を開始し、術後8週で全荷重歩行とした。深屈曲は術後3ヵ月間制限した。

術後経過

術後1ヵ月のMRIで半月板逸脱は 3.75 mm、逸脱率は 38.7 % と軽度の改善であったが、術後4ヵ月で逸脱量は 2.81 mm、逸脱率は 30.8 %、8ヵ月で 1.88 mm の 25.0 %、12ヵ月で 1.56 mm の 16.6 % とMRIでの半月板逸脱が経時的に改善した(図4)。術直後の創部痛や縫合部周囲の疼痛を除いて、術前に訴えていた左膝内側部痛は荷重開始から運動復帰後まで一貫して認めなかった。術後3ヵ月から運動復帰を許可し以前の運動に復帰

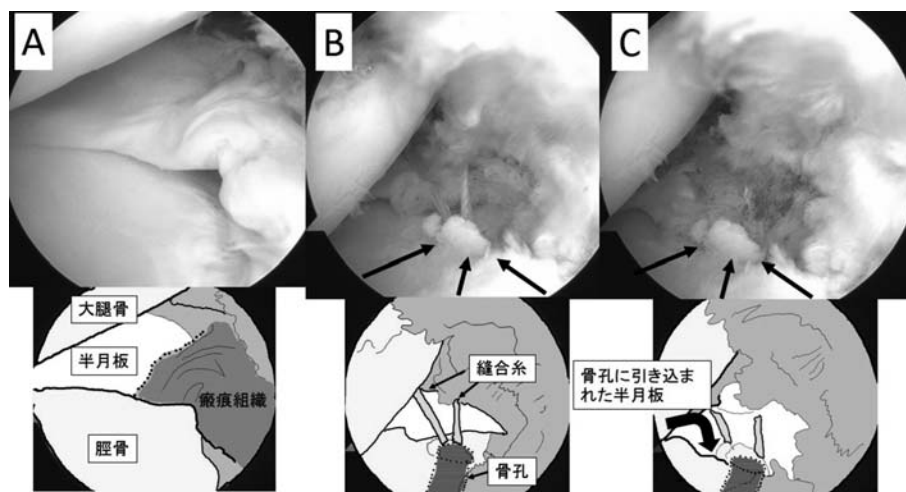


図2 関節鏡像(外側鏡視)
A: 内側半月板後角損傷部, B: 後角損傷部に縫合糸をかけ, 骨孔から引き抜いた状態, C: pull out 固定後

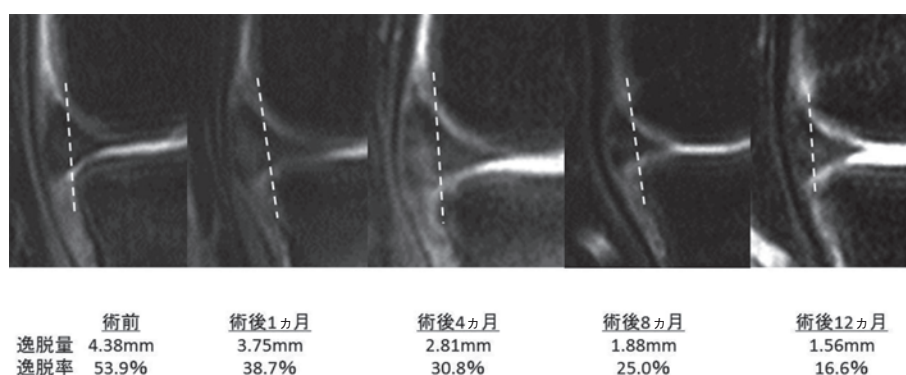


図3 MRI(PD, SPAIR)での半月板逸脱の経時的変化

した。術後12ヵ月の診察時に可動域は伸展0°屈曲140°で左右差なく, HHDは15mmであり軽度の伸展制限のみ残存していた。

考 察

半月板逸脱に対する半月板縫合術後の, 逸脱の変化に関する報告^{2,5-8)}は多数なされている。Ahnら⁶⁾は外側半月板後角損傷に対しsuture hookを用いて断裂部の両端に糸をかけて縫合を行ない, MRIで半月板逸脱を冠状断と矢状断にわけて計測し, 矢状断で術後に有意に逸脱が改善したと報告している。Jungら⁷⁾は内側半月板後角損傷に対し断裂部をsuture anchorに締結する術式で, MRIで術前平均3.9mmの半月板逸脱であったが, 術後に3.5mmに改善しているが, 有意差はなかったと報

告している。またMoonら⁸⁾は内側半月板後角損傷に対しわれわれと同様の方法で縫合を行ない, 術前3.6mmの逸脱が, 術後に5mmとなり逸脱が有意に悪化したとしている。現在までに半月板後角損傷において半月板縫合術を施行し, 半月板逸脱が明らかに改善したという報告は存在しない。しかし, これらの報告におけるMRI評価時点は, Ahnは術後平均8.7ヵ月, Jungは術後6ヵ月, Moonは術後24ヵ月以内であり, 撮影時期が異なる。また術前との比較も一時点での結果で行っており経時的変化に関する報告は乏しい。

今回, われわれは術後の経過観察で, 時間経過とともに半月板逸脱が改善した症例を経験した。その原因として, 通常の半月板縫合より長い免荷期間をとったことが考えられる。Moonら⁸⁾は, 後療法を術後2週までのタッチ荷重と術後6週での全荷重としているが, 術後に逸脱

が有意に悪化したと報告している。本症例は術後3週の完全免荷と術後8週での全荷重としているため、逸脱が経時的な改善となった可能性がある。

また術後に深屈曲などの半月板治癒を妨げる動作を制限したことが影響している可能性はある。しかし、動作制限を解除し運動に復帰した後にも逸脱が経時的に改善していることを考えると、本症例における逸脱の経時的改善の要因ははっきりしない。

術後の半月板逸脱を評価するうえで、本症例のように経時的に改善してくる可能性を考慮し、経時変化を含めた逸脱の評価が必要と考える。しかし、半月板逸脱の経時的な改善は本症例にのみ生じた可能性もあり、今後も引き続き経時変化に関しては症例を増やして検討が必要であるとする。

文 献

- 1) Berthiaume MJ et al : Meniscal tear and extrusion are strongly associated with progression of symptomatic knee osteoarthritis as assessed by quantitative magnetic resonance imaging. *Ann Rheum Dis*, 64 : 556-563, 2005.
- 2) Bhatia S et al : Meniscal root tears : significance, diagnosis, and treatment. *Am J Sports Med*, 42 : 3016-3033, 2014.
- 3) Lerer DB et al : The role of meniscal root pathology and radial meniscal tear in medial meniscal extrusion. *Skeletal Radiol*, 33 : 569-574, 2004.
- 4) 田淵幸祐ほか：外側半月板横断裂・後角部損傷に対する半月板縫合術—MRI上のmeniscal extrusionにおける正常集団との比較。JOSKAS, 39 : 214-215, 2014.
- 5) Lee DH et al : Predictors of degenerative medial meniscus extrusion : radial component and knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19 : 222-229, 2011.
- 6) Ahn JH et al : Results of arthroscopic all-inside repair for lateral meniscus root tear in patients undergoing concomitant anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 26 : 67-75, 2010.
- 7) Jung YH et al : All-inside repair for a root tear of the medial meniscus using a suture anchor. *Am J Sports Med*, 40 : 1406-1411, 2012.
- 8) Moon HK et al : Prognostic factors of arthroscopic pull-out repair for a posterior root tear of the medial meniscus. *Am J Sports Med*, 40 : 1138-1144, 2012.

腱板筋群のストレッチによる投球動作における 肩甲上腕リズムの縦断的变化

Longitudinal Change in the Scapula Humeral Rhythm during Baseball Pitching by the Stretching of the Rotator Cuff Muscles

近田 彰治 Shoji Konda
矢内 利政 Toshimasa Yanai

永見 智行 Tomoyuki Nagami

● Key words

肩甲骨, 肩甲上腕関節, 投球障害

●要旨

大学生野球投手を対象とし、腱板筋群のストレッチを行なった際の投球動作における肩甲上腕リズムの縦断的变化を調べた。大学トップレベルの投手 11 名に肩甲骨を他動的に固定して行なう腱板筋群のストレッチを指導し、継続的に実施させた。事後測定は事前測定の 85, 201, 287 日後に行なわれ、最後まで調査を実施できた 7 名を分析対象とした。投球動作における肩複合体の運動は電磁ゴニオメータで計測した。最大外旋時の胸郭に対する上腕骨の外転角はほぼ一定であったが、肩甲骨に対する上腕骨の外転角が事前測定 ($77 \pm 9^\circ$) と比較して 85 日後 ($86 \pm 12^\circ$)、201 日後 ($89 \pm 13^\circ$)、287 日後 ($88 \pm 11^\circ$) で有意に増加した。これは腱板筋群のストレッチが投球動作における肩甲上腕リズムを変化させたことを示している。

はじめに

野球の投手では、投球側の肩甲上腕関節の内旋、水平屈曲、屈曲可動域が非投球側よりも低下していることが報告されている¹⁻⁵⁾。投球側における顕著な可動域の減少は、投球障害肩と総称される慢性障害発症の危険因子の 1 つと考えられており^{1,6-12)}、肩甲骨と上腕骨に起始・停止を有し、肩甲上腕関節の後方を走行する筋群の柔軟性の低下がその一要因であると報告されている^{5,7,13,14)}。

投球側で観察される顕著な可動域の減少を改善する効果的なストレッチングとして、“sleeper stretch”や“cross-body stretch”が推奨されている¹⁴⁻¹⁹⁾。両ストレッ

チングとも肩甲骨を固定したうえで上腕骨を移動させることにより肩甲上腕関節後方の腱板筋群や三角筋後部を伸長させるが^{20,21)}、肩甲骨の固定方法に違いがある。

Sleeper stretch では側臥位になった選手が自重を用いて肩甲骨を床面に押し付けて固定するのに対し、cross-body stretch では仰臥位になった選手に対してパートナーが徒手的に肩甲骨床面に押し付けることで固定する。また、一見同じ cross-body stretch でも、立位で行なう一般的なセルフストレッチのように肩甲骨を固定しないストレッチングでは、肩甲上腕関節の後方を走行する筋群に対してストレッチ効果が得られないことが報告されているため²²⁾、cross-body stretch では肩甲骨を固定して施行することが推奨されている²³⁾。

プロ野球投手 20 名を対象として、投球動作における

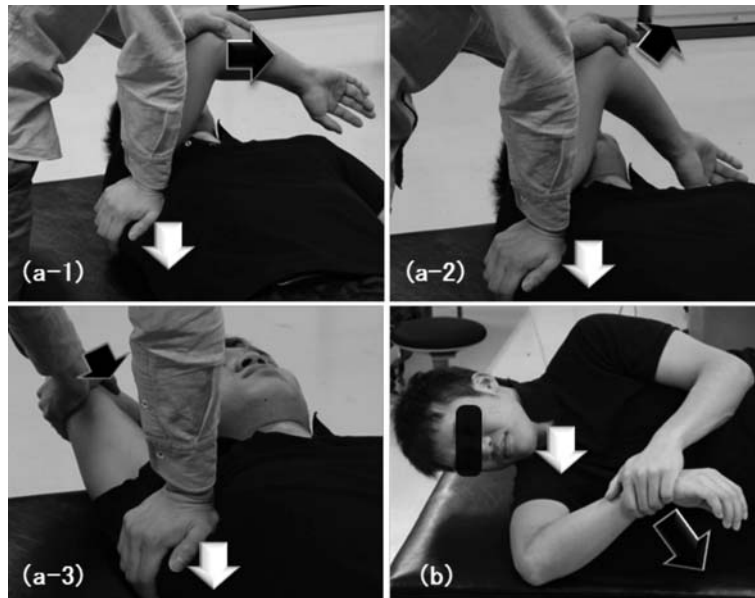


図1 仰臥位で肩甲骨の動きを徒手的に固定して行うパートナーストレッチ(a)と肩甲骨を床面に固定して行うセルフストレッチ(Sleeper stretch)(b)
仰臥位で行うパートナーストレッチでは(a-1~3), パートナーが肩甲骨の動きを徒手的に制限し(白矢印), 肘を押す方向を水平屈曲から屈曲にかけて徐々に変化させた(黒矢印). Sleeper stretch では(b), 側臥位で床面に肩甲骨を固定し(白矢印), 反対側の手部で前腕の遠位端を内旋方向に押した(黒矢印).

肩甲骨と上腕骨の三次元的な運動を電磁ゴニオメータで実測した研究では²⁴⁾, 肩甲棘と上腕骨が平行に並ぶ肢位を肩甲上腕関節の外転角 $=90^{\circ}$, 水平屈曲角 $=0^{\circ}$ とした場合, 最大外旋時の肩甲上腕関節外転角は $85\pm10^{\circ}$, 水平伸展角が $6\pm7^{\circ}$ であったと報告されている²⁴⁾. プロ野球投手 21 名, 実業団野球投手 11 名, 大学野球投手 19 名の計 51 名を対象にした同様の研究においても²⁵⁾, 最大外旋時の肩甲上腕関節外転角は $83\pm11^{\circ}$, 水平伸展角が $7\pm8^{\circ}$ であったと報告されている. これらのデータは競技力の高い投手が投球する際の最大外旋時に, 肩甲棘と上腕骨がほぼ平行にアライメントされていることを示すものである. 肩甲上腕関節の可動性の低下は, コッキング期における肩甲上腕リズムの異常や『肘下がり』, 最大外旋時における肩甲上腕関節のアライメント異常等を引き起こす可能性が示唆される^{26~28)}.

われわれは, 競技力向上と傷害予防を目的とした科学的支援活動の一環として, 複数の野球チームを対象にフィールドワークを行ってきた. 投手に対しては, 投球動作時の運動分析にもとづいた障害リスクの評価を行っている. ある年, ある大学野球チームについて初めて実施した分析において, 特徴的なデータが得られた. 肩甲上腕関節外転角が $76\pm8^{\circ}$, 水平伸展角が $8\pm7^{\circ}$ で

あり, それまでに収集したプロ野球投手の数値と比較すると²⁴⁾, 肩甲上腕関節の外転角が有意に低いことが確認された. 興味深いことに, 体幹(胸郭)に対する上腕骨の外転角, すなわち外見上の外転角は同程度であった. この結果は, この時収集した投手群の肩甲上腕関節の外転方向の可動性が低下し, プロ野球の投手と投球動作における肩甲上腕リズムが異なることを示唆するものであった. そこで, 投球側肩甲上腕関節の可動域の改善に効果的であるとされている腱板筋群のストレッチを大学生野球投手のコンディショニングメニューに導入することとし, その後の経過を追跡して観察することにした.

方 法

対象者

対象者は大学野球リーグに所属する大学生野球投手 11 名(身長: 1.79 ± 0.05 m, 質量: 79 ± 6 kg, 年齢: 20 ± 1 歳)であった. 対象とした選手は東京六大学野球の公式戦への出場経験や出場予定のあるレギュラークラスの選手であった. これらの大学生野球投手は肩甲骨を徒手的に固定して行なう腱板筋群のストレッチを, チームの日常的なコンディショニングメニューとして実施した

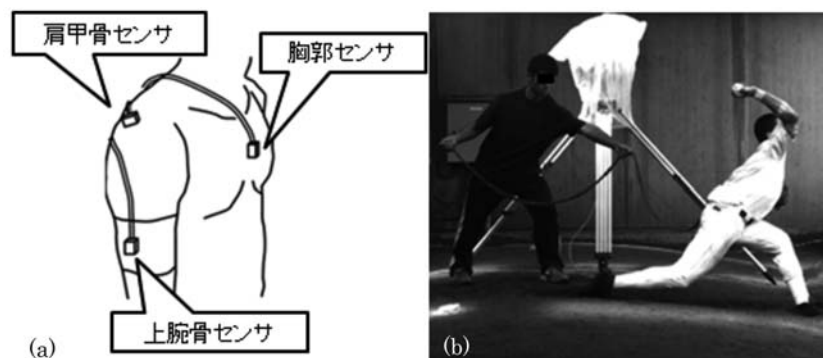


図2 電磁ゴニオメータを用いた肩複合体の三次元運動の計測

小型センサ(長さ:23 mm, 幅:13 mm, 高さ:11 mm, 質量:3.7g)は胸骨, 肩峰および前腕遠位端の平坦部の皮膚上に両面テープとアスレチックテープを用いて貼付された(a). センサが固定されたプラスチック製の特注装具がアスレチックテープを用いて上腕遠位端に巻きつけるように固定された. また, センサが固定された一辺約40 mm, 厚さ2 mm程度の三角形のプラスチック板が仙骨の皮膚上にアスレチックテープを用いて固定された. 小型センサは有線でコントロールユニットに接続されるが, すべてのケーブルは投球動作の妨げにならないように処理が施され, 検者が投手の後方でケーブルを保持することによって自然な投球動作が行なえることが確認された(b)

ことはなく, 投手各個人においても継続して実施した経験を有していなかったため, 本研究では腱板筋群のストレッチによる介入を実施した. 実験は所属機関の人を対象とする研究に関する倫理審査委員会の承認を得て実施された. 被験者には実験に先立ち, 研究の目的, 安全性と被験者の権利について説明を行なった後に, 研究参加への同意を得た.

介入プロトコル

大学生野球投手11名を対象とした最初の測定は5月上旬の春季リーグ戦期間中に実施した(事前測定(Pre)). 最初の測定の終了後, 大学野球チームの投手, コーチおよびトレーナーを対象として, 腱板筋群のストレッチの指導を行なった. 指導を行なったストレッチは, 仰臥位で行なうパートナーストレッチと側臥位で行なう sleeper stretch であった(図1). 仰臥位で行なうパートナーストレッチでは(図1a), ストレッチを行なうパートナーが手掌で肩甲骨の動きを徒手的に制限したうえで, 肘を上腕骨が水平屈曲(図1a-1), 外転(図1a-2), 屈曲(図1a-3)する方向に押すことで, 肩甲骨と上腕骨の間に付着する腱板筋群をストレッチした. ストレッチする方向は水平屈曲から屈曲にかけて徐々に変化した(図1a). Sleeper stretch は側臥位で肩甲骨を床面に固定し, 反対側の手部で内旋方向に押すことでストレッチを行なった(図1b). ストレッチは各方向につい

て最終可動域まで徐々に動かし, そこで30秒保持するよう指示した. すべてのストレッチについて3セット行なうように指示した. 頻度はおおよそ週5日の通常練習のメニューに加えて, 継続的に行なうよう指示した. ストレッチの継続率については, post1 まではチームのコンディショニングメニューとして投手全体で実施されたが, その後は各個人で実施されたため, post1 以降の詳細は記録されていない.

最初の測定(Pre)の85日後に当たる7月下旬の夏季合宿直前に1回目の事後測定(post1)を, 201日後に当たる11月下旬の秋季リーグ戦終了3週間後に2回目の事後測定(post2)を, 287日後に当たる2月中旬の春季合宿直前に3回目の事後測定(post3)を実施した. 測定は3ヵ月に1度の実施を目安とし, チームの試合・練習日程等を考慮して測定実施日が設定された. 事前測定(Pre)はリーグ戦期間中に実施されたが, 試合のない週に測定を実施し, 前回の登板から4日以上経過しているため, 疲労の影響等はないと考えられる.

データ収集

データ収集は大学生野球投手が日常的に練習を行なっている正規のブルペンで, 対象測定日の投球練習中に実施された. 電磁ゴニオメータと呼ばれる磁気式の小型センサを用いて胸郭, 肩甲骨および上腕骨の三次元的な運動を240Hzで記録した(Liberty, 米国 Polhemus 社製).

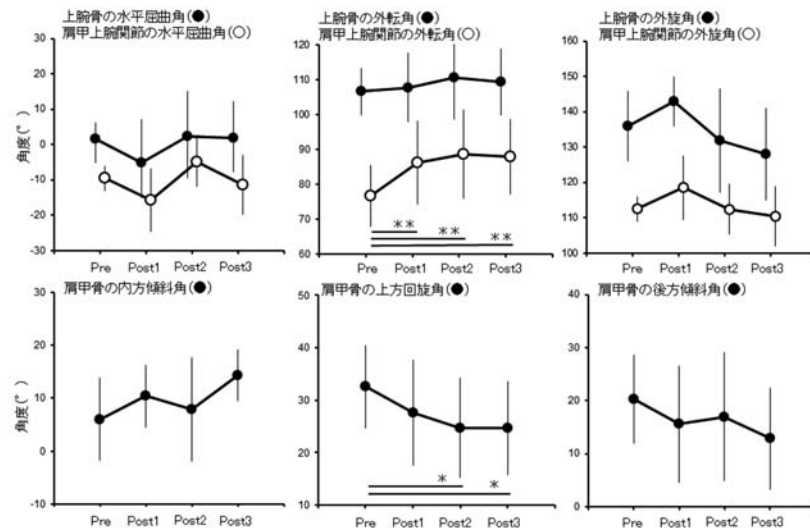


図3 投球動作の最大外旋時における肩関節(上腕骨/胸郭)(上段 ●), 肩甲上腕関節(上腕骨/肩甲骨)(上段 ○)および肩甲胸郭関節(肩甲骨/胸郭)(下段 ●)の三次元的な関節角度の変化

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

センサは任意の方向で皮膚上に固定されるため、貼付されたセンサの方向は解剖学的な骨の方向とは一致していない。解剖学的な骨の方向を算出するために、各骨について3点から4点の解剖学的特徴点の座標値を皮膚上に固定されたセンサに対する座標値として記録した。十分なウォーミングアップの後、投手は直球と投球可能な変化球を合わせて10球を正規の距離に構えて捕手に向かって投じた。投球スピードはレーダー式スピードガン(JUGS, Tualatin, OR)を用いて測定した(図2)。

データ処理

記録された解剖学的特徴点の座標値を用いて各セグメントについて解剖学的な座標系を定義した。本研究では肩複合体を胸郭、肩甲骨、上腕骨の3つのセグメントから構成され、それらのセグメントの連結部位として肩甲胸郭関節、肩甲上腕関節、肩関節の3つの関節を含むモデルとして定義した。各セグメントの相対的な方位(各関節の三次元的な角度)はInternational Society of Biomechanicsが推奨するstandard proposalに従ってオイラー角を用いて表記された¹⁹⁾。本研究では肩甲胸郭関節の三次元的な関節角度(胸郭に対する肩甲骨の三次元的な方位)は内方/外方傾斜角、上方/下方回旋角、後方/前方傾斜角として定義した。肩甲上腕関節(肩甲骨に対する上腕骨の方位)については肩甲上腕関節の水平屈曲/伸展角、外転/内転角、外旋/内旋角として、肩関節(胸郭に対する上腕骨の方位)については上腕骨の水平屈曲

/伸展角、外転/内転角、外旋/内旋角として定義した。左手投げの投手については右手投げの投手の定義に一致するように変換した。

データ分析

対象者11名のうち、約9ヵ月後に行なわれた測定まで参加した投手7名を本研究の分析対象とした。分析対象から除外した4名のうち3名は大学最終年度の選手であり、分析対象とした期間の途中で引退したことにより分析の対象外とした。ほかの1名は大学野球チームのレギュラークラスから外れたため、事前測定以降からは測定の対象外となった。

電磁ゴニオメータによって計測された時系列データのなかから、上腕骨の外旋角の最大値が計測された瞬間(最大外旋時)における3つの関節の三次元的な関節角度を算出した。各測定回における10試技のデータの平均値を当該測定回の各投手の代表値として統計分析に用いた。3名の投手(被験者1, 3, 7)についてはそれぞれ1回ずつ測定に参加することができなかったため欠損値の補填を行なった。各変数における測定されたデータと欠損値の補填を行なった後のデータの平均値の差は2°以下、標準偏差と95%信頼区間の差は1°以下であり、統計分析に影響を及ぼすものではないことを確認した。対応のある一元配置分散分析を用いて、各変数について測定回間(Pre, Post1, Post2, Post3)の差を統計学的に検定した。測定回について有意な主効果が認められた場

合には、下位検定として Dunnett 検定を用いて Pre と Post1,2,3 との差をそれぞれ検定した。すべての統計分析における有意水準は $p < 0.05$ に設定した。

結果

対応のある一元配置分散分析の結果、肩関節の肢位を表す上腕骨の角度については、上腕骨の外旋角についてのみ有意な主効果が認められた ($F_{3,18}=4.15$, $p=0.021$)。肩甲上腕関節については外転角 ($F_{3,18}=12.57$, $p<0.001$) と水平屈曲角 ($F_{3,18}=5.29$, $p=0.009$) に、肩甲胸郭関節については肩甲骨の上方回旋角 ($F_{3,18}=4.51$, $p=0.016$) のみに有意な主効果が認められた。また、投球速度については有意な主効果は観察されなかった ($F_{3,18}=2.34$, $p=0.108$)。下位検定の結果、Post1 ($86 \pm 12^\circ$, $p=0.001$)、Post2 ($89 \pm 13^\circ$, $p<0.001$)、Post3 ($88 \pm 11^\circ$, $p<0.001$) における肩甲上腕関節の外転角は Pre ($77 \pm 9^\circ$) と比較して有意に増加していた (図 3)。また、肩甲骨の上方回旋角は Pre ($33 \pm 8^\circ$) と比較して Post1 では変化が認められなかったが ($28 \pm 10^\circ$, $p=0.140$)、Post2 ($25 \pm 9^\circ$, $p=0.014$) と Post3 ($25 \pm 9^\circ$, $p=0.014$) では有意に減少していた (図 3)。上腕骨の外旋角と肩甲上腕関節の水平屈曲角については、Pre と Post1,2,3 の間で有意な差は認められなかった ($p > 0.05$) (図 3)。

考 察

本研究の目的は、腱板筋群のストレッチを継続的に実施した際の投球動作における肩甲骨と肩甲上腕関節の協調運動 (肩甲上腕リズム) の縦断的变化を調べることであった。介入を行なう前の事前測定 (Pre) と比較して介入後 85 日以降の測定 (Post 1,2,3) では、投球動作の最大外旋時における上腕骨の外転角が変化しなかったにもかかわらず、肩甲上腕関節の外転角度が有意に増加した。一方で肩甲骨の上方回旋角は介入後 201 日以降の測定 (Post 2,3) で有意に減少した。本研究では肩甲上腕関節の可動域の徒手の検査を行なっていないが、介入を行なった腱板筋群のストレッチが可動域を改善させることは、ランダム化比較試験を含む多くの研究で報告されており^{14~19)}、本研究の結果は、腱板筋群に対するストレッチが投球動作における肩甲上腕リズムを変化させたことを示していると解釈できる。外見上の投球フォームは変化していないにもかかわらず (図 4a)、肩甲上腕リズムの変化によって最大外旋時に肩甲骨と上腕骨がほぼ平行にアライメントする肢位に到達できるようになったことが示唆された (図 4b,c)。

本研究で観察された肩甲上腕リズムの変化は、介入後は介入前と比べて肩甲骨の上方回旋角が減少し、肩甲上腕関節の外転角が増加するという変化であった (図 4d)。ある上腕骨の外転角に対して肩甲骨の上方回旋角が減少するためには、肩甲骨を上方回旋させるモーメントの総和、すなわち正味のモーメントが減少する必要がある。正味のモーメントの減少は、(1) 上方回旋モーメントの減少、もしくは (2) 下方回旋モーメントの増加に起因する。前者は、(1-a) 肩甲胸郭関節を介して肩甲骨に作用する上方回旋モーメントを生み出す僧帽筋と前鋸筋の筋力や筋活動量の低下による上方回旋モーメントの減少、(1-b) 大円筋、小円筋、肩甲下筋、棘下筋が肩甲上腕関節を介して肩甲骨に作用させる上方回旋モーメントの減少がその要因としてあげられる。後者は、(2-a) 菱形筋、肩甲挙筋、小胸筋といった肩甲胸郭関節を介して肩甲骨に付着する筋群の筋力や筋活動量の増加、(2-b) 三角筋、上腕二頭筋といった肩甲上腕関節を介して肩甲骨に付着する筋群が肩甲骨に作用させる下方回旋モーメントの増加がその要因としてあげられる²⁹⁾。本研究では介入プロトコルとして腱板筋群のストレッチのみを行なわせたため、肩甲胸郭関節を介して付着する筋群の活動量の変化が生じたとは考え難い。筋の起始と停止をもとに考察すると、大円筋、小円筋、肩甲下筋、棘下筋は肩甲上腕関節が外転するほど伸長され、大円筋、肩甲下筋は最大外旋時に観察される外転と外旋運動の組み合わせによって最も伸長される。伸長された筋群が自然長に戻ろうとする復元力は、筋群の柔軟性が高い状態では柔軟性が低下した状態に比べて小さくなると推定され、肩甲骨に作用する上方回旋モーメントは減少すると考えられる²⁰⁾。一方、上腕骨の外転とともに短縮していく三角筋、上腕二頭筋が生み出す下方回旋モーメントは小さいと考えられ、肩甲骨の上方回旋方向に作用する正味のモーメントが減少した原因は下方回旋モーメントの増加ではないと推論される。よって、筋群の柔軟性の低下により過度な肩甲骨の上方回旋を引き起こしていた大学野球投手が、腱板筋群のストレッチによって肩甲上腕関節の外転方向の可動性の制限が解消されたことを示唆するものと考えられる。

本研究ではコントロール群を設定していない。それは、競技力向上や傷害予防を目的としたフィールドワークの主旨に反することや、たとえコントロール群を設けることができたとしても、コントロール群に割り付けられたメンバーが介入を導入する可能性が排除できないことに加え、それを禁止することが倫理規定に反することなどにより、チームを対象としたフィールドワークにおいてコントロール群を設定することが極めて困難だから

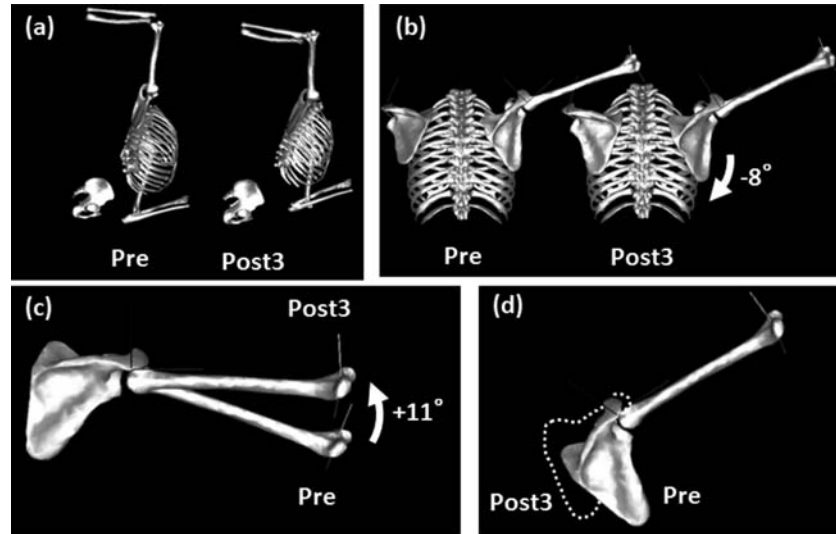


図4 事前測定(Pre)と287日後の事後測定(Post3)の間での肩甲上腕リズムの変化を示すコンピュータグラフィクス

a: 右投げ投手の最大外旋時の姿勢を三塁側から見た図。

b: 最大外旋時の胸郭に対する肩甲骨(肩甲胸郭関節)と胸郭に対する上腕骨(肩関節)の角度を背面から見た図。

c: 肩甲骨に対する上腕骨(肩甲上腕関節)の角度を背面から見た図。

d: 一定の上腕骨の外転角度に対する肩甲骨の上方回旋角の減少。

である。よって、本研究は同時並行的なコントロール群を設定しない群内比較デザインで実施されたため、①学習効果、②平均値への回帰現象、③時期効果の影響について考慮しなければならない³⁰⁾。まず、本研究のデータ収集は投球練習中に実施され、最大下努力で行なわれている高速な投球動作中に連動運動のパターン(肩甲上腕リズム)を随意的かつ即時的に変化させることは困難であると考えられる。また、パフォーマンスの指標である投球スピードに有意な変化が認められなかったため、学習効果が本研究結果を歪める可能性は極めて低いと考えられる。次に、本研究で縦断的調査の分析対象とした7名の事前測定時の肩甲上腕関節の外転角($77 \pm 9^\circ$)は、事前測定時に測定された11名(上記7名含む)の平均値($76 \pm 8^\circ$)と同等であり、対象とした大学野球チームの投手の特徴を十分に表す集団であったと考えられる。よって、本研究で縦断的調査の対象となった集団は、平均値への回帰現象が顕著に観察されるような、偶然に肩甲上腕関節の外転角が低かった選手のみを対象としたものではない。最後に、時期効果の影響について検討する。測定を行なった時期による投手のコンディショニングの状態は、事前測定(Pre)と事後測定のPost2がインシーズン、事後測定のPost1とPost3はプレシーズンの状態であったにもかかわらず、ストレッチによる介入開始後に

肩甲上腕関節の外転角が増加し、インシーズンまたプレシーズンの状態にかかわらず維持されるというものであった。本研究で対象とした追跡期間以降に、7名中3名のフォローアップ測定を実施することができた。PreおよびPost2と同程度の時期に計測された肩甲上腕関節の外転角はそれぞれ $91 \pm 6^\circ$ および $91 \pm 2^\circ$ であった。この結果は、Pre($77 \pm 9^\circ$)およびPost2($89 \pm 13^\circ$)の間で観察された 12° に及ぶ変化が、時期効果の影響ではないことを示すものである。

本研究結果に影響を及ぼし得る別の要因として、介入を行なったストレッチ以外の肩のコンディショニングメニューの影響を検討する必要がある。事前測定時以前と追跡期間において、介入を行なったストレッチ以外には肩のコンディショニングメニューに変化はなかった。また、対象とした大学生投手らは本研究の介入以前に肩甲骨の徒手的に固定して行なう腱板筋群のストレッチを継続して実施した経験を有していなかった。さらに、投手が日常的に行っている立位で行なうセルフストレッチのように肩甲骨を固定しない場合は、効果が得られないことが報告されており²²⁾、本研究で観察された変化が他のコンディショニングメニューに起因する可能性は低いと考えられる。本研究ではストレッチの指導を行なわないコントロール期間の設定や、遅延介入を行なうクロ

スオーバー試験を実施していないが、学習効果、平均値への回帰現象、時期効果、他のコンディショニングメニューといった要因によって観察された結果が覆される可能性は極めて低いと考えられる。

臨床への応用

本研究の結果、投球動作の最大外旋時における肩甲骨腕関節の外転角が低かった大学生投手群では、腱板筋群のストレッチによって、最大外旋時における肩甲骨の上方回旋角が減少し、肩甲骨腕関節の外転角が増加することが示された。しかし、本研究の結果は“肩甲骨胸郭関節の可動性の低下”を推奨するものではない。腱板筋群のストレッチによって、肩甲骨腕関節の可動性が向上し、受動的に起こっていた肩甲骨の過度な上方回旋が抑制されたと推論される(図4d)。よって、胸郭に対する肩甲骨(肩甲骨胸郭関節)の可動性に加え、肩甲骨に対する上腕骨(肩甲骨腕関節)の可動性の双方を有することが、投球動作の最大外旋時において肩甲骨と上腕骨がほぼ平行にアライメントした肩甲骨腕関節の安定性にとって優れた肢位に到達する適切な肩甲骨腕リズムを獲得するために必要であることが示唆される。

謝 辞

本研究はJSPS 科研費 JP23300236 の助成を受けて実施された。

結 論

腱板筋群のストレッチによって、投球動作の最大外旋時における上腕骨の外転角は変化しないにもかかわらず、肩甲骨腕関節の外転角が増加し、肩甲骨の上方回旋角が減少した。この結果は、腱板筋群に対するストレッチが投球動作における肩甲骨腕リズムを変化させたことを示している。

文 献

- 1) Myers JB et al : Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. Am J Sports Med, 34 : 385-391, 2006.
- 2) Pappas AM et al : Rehabilitation of the pitching shoulder. Am J Sports Med, 13 : 223-235, 1985.
- 3) Bigliani LU et al : Shoulder motion and laxity in the

professional baseball player. Am J Sports Med, 25 : 609-613, 1997.

- 4) Brown LP et al : Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. Am J Sports Med, 16 : 577-585, 1988.
- 5) Wilk KE et al : Passive range of motion characteristics in the overhead baseball pitcher and their implications for rehabilitation. Clin Orthop Relat Res, 470 : 1586-1594, 2012.
- 6) Borsa PA et al : Correlation of range of motion and glenohumeral translation in professional baseball pitchers. Am J Sports Med, 33 : 1392-1399, 2005.
- 7) Reinold MM et al : Changes in shoulder and elbow passive range of motion after pitching in professional baseball players. Am J Sports Med, 36 : 523-527, 2008.
- 8) Burkhart SS et al : The disabled throwing shoulder : Spectrum of pathology part i : Pathoanatomy and biomechanics. Arthroscopy, 19 : 404-420, 2003.
- 9) 中川滋人ほか : 高校野球球児における肩関節可動域変化. 肩関節, 28 : 333-337, 2004.
- 10) 中川滋人ほか : 投球障害肩にみられる後方関節包拘縮の意義—前方不安定性や病変発生に及ぼす影響—. 肩関節, 30 : 349-351, 2006.
- 11) 末永直樹ほか : 野球選手における肩関節可動域と肩障害の関連について. 肩関節, 18 : 77-81, 1994.
- 12) 原 正文 : 復帰に向けて何を目安にどう選手に指導したらよいか肩の投球障害を中心に. 関節外科, 22 : 1189-1194, 2003.
- 13) Bailey LB et al : Mechanisms of shoulder range of motion deficits in asymptomatic baseball players. Am J Sports Med, 43 : 2783-2793, 2015.
- 14) Wilk KE et al : Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. Am J Sports Med, 30 : 136-151, 2002.
- 15) Laudner KG et al : The acute effects of sleeper stretches on shoulder range of motion. J Athl Train, 43 : 359-363, 2008.
- 16) McClure P et al : A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. J Orthop Sports Phys Ther, 37 : 108-114, 2007.
- 17) Lintner D et al : Glenohumeral internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation stretching program. Am J Sports

- Med, 35 : 617-621, 2007.
- 18) Kennedy DJ et al : Current concepts for shoulder training in the overhead athlete. *Curr Sports Med Rep*, 8 : 154-160, 2009.
- 19) Aldridge R et al : The effects of a daily stretching protocol on passive glenohumeral internal rotation in overhead throwing collegiate athletes. *Int J Sports Phys Ther*, 7 : 365-371, 2012.
- 20) Izumi T et al : Stretching positions for the posterior capsule of the glenohumeral joint : Strain measurement using cadaver specimens. *Am J Sports Med*, 36 : 2014-2022, 2008.
- 21) Muraki T et al : The effect of arm position on stretching of the supraspinatus, infraspinatus, and posterior portion of deltoid muscles : a cadaveric study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21 : 474-480, 2006.
- 22) Salamh PA et al : Effect of scapular stabilization during horizontal adduction stretching on passive internal rotation and posterior shoulder tightness in young women volleyball athletes : A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 96 : 349-356, 2015.
- 23) Wilk KE et al : The modified sleeper stretch and modified cross-body stretch to increase shoulder internal rotation range of motion in the overhead throwing athlete. *J Orthop Sports Phys Ther*, 43 : 891-894, 2013.
- 24) Konda S et al : Configuration of the shoulder complex during the arm-cocking phase in baseball pitching. *Am J Sports Med*, 43 : 2445-2451, 2015.
- 25) 矢内利政 : バイオメカニクスからみた肩関節インピンジメント症候群. *臨スポーツ医*, 30 : 417-426, 2013.
- 26) Burkhart SS et al : The disabled throwing shoulder : Spectrum of pathology part iii : The sick scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, 19 : 641-661, 2003.
- 27) Kibler WB : The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med*, 26 : 325-337, 1998.
- 28) Pink MM et al : Biomechanics of the shoulder. In : Jobe FW, Pink MM, Swegler JA, ed. *Operative techniques in upper extremity sports injuries*. Mosby, St. Louis : 5, 1996.
- 29) 矢内利政 : 三次元的にみる肩甲骨運動とインピンジメント障害のリスク. *整外リハ会誌*, 10 : 34-48, 2007.
- 30) Hulley SB et al (木原雅子ほか訳) : 医学的研究のデザイン : 研究の質を高める疫学的アプローチ (第3版), *メディカル・サイエンス・インターナショナル*, 2009.

滋賀県内高校バレーボール選手における 足関節捻挫発生の実態とその予防

Actual Situation and its Prevention of Ankle Sprain Occurred in High School Volleyball Player

高木 律幸	Noriyuki Takagi	木村健太郎	Kentaro Kimura
中西 雄稔	Taketoshi Nakanishi	田中 千裕	Chihiro Tanaka
兼子 秀人	Hideto Kaneko	村上 元庸	Gen-you Murakami

● Key words

バレーボール, 足関節捻挫, アンケート調査

●要旨

バレーボールにおける足関節捻挫に関して, 高校バレーボール部を対象にアンケート調査を行なった. 足関節捻挫の受傷原因の多くは, ブロック時にセンターラインを越えた相手アタッカーの足の上に着地したことであった. 次いでアタック時のジャンプミスにより着地を失敗して受傷していた. また, 両者ともに受傷時は片脚着地をしていたことが多い結果となった. 足関節捻挫を減少させるためには, センターラインを越えないようにすることと, 両脚着地をするように意識付ける必要性がある.

はじめに

バレーボールにおけるスポーツ損傷は, 着地動作での受傷が多く, 特にネット際の攻防で相手チームの足の上に着地したことによる足関節捻挫が多数を占めている¹⁻⁷⁾. ポジション別の頻度は, ミドルブロッカーやレフトアタッカーに多く, 特にアタッカーがセンターラインを越えて着地したことで, ブロッカーがその足の上に乗って受傷することが多い³⁾と報告されている. バレーボールにおけるスポーツ損傷の約半数を足関節捻挫が占めており³⁾, 着地による足関節捻挫の受傷を減らすことが, 全体のスポーツ損傷発生の減少に繋がると考える. そこで今回, われわれは滋賀県下の全高校男女バレーボール部の全選手を対象に, ネット際で起こる足関

節捻挫の原因についてポジション別による特徴を調査し, その予防方法について検討したので報告する.

対象・方法

対象は滋賀県内の全高校男女バレーボール部 80 チームの選手(1・2年生)であった.

方法は, 選手へのアンケートを各校へ配布し, 回答後に回収した. なお, このアンケートでは, 2013 年 3 月からの 1 年間で練習または試合を 1 日以上休む必要があった外傷と障害について調査した.

調査項目は, 足関節捻挫の有無とその発生状況・原因・ポジション, 発生時期(練習中か試合中か), 普段と足関節捻挫発生時のアタックやブロックの着地方法(片脚着地か両脚着地か), 足関節捻挫に対する予防意

識とその取り組みであった。

集計結果からブロック時とアタック時における普段の着地方法と足関節捻挫を起こした際の着地方法を比較した。統計学的解析には χ^2 検定を使用し、有意水準は5%未満とした。

結 果

アンケートの回収は、男女80チーム中50チームで回収率は62.5%であった。そのうち有効な回答が得られた選手470名(男子191名、女子279名)を集計した。

この1年間に練習や試合を休む必要があったスポーツ損傷の発生者数は200名(42.6%)であった。そのうち、足関節捻挫を起こした選手は112名(56.0%)で、総捻挫数は144回であった。

足関節捻挫を起こした動作をみると、ブロック時に65名(45.1%)、アタック時に54名(37.5%)、レシーブ時に25名(17.4%)であり、ネット際での受傷が119名(82.6%)を占めていた(図1)。また、受傷時期では、試合中に受傷した選手が75名(52.1%)、練習中に受傷した選手が69名(47.9%)であった。試合中に受傷した選手は、ブロック時が42名(56.0%)、アタック時が27名(36.0%)、レシーブ時が6名(8.0%)であった。また、練習中に受傷した選手では、ブロック時が25名(36.2%)、アタック時が27名(39.1%)、レシーブ時が17名(24.6%)であった。

ブロッカーにおける足関節捻挫の受傷機転・原因

受傷機転は相手チームの選手の足を踏んで受傷した選手が45名(69.2%)、味方チームの選手の足を踏んで受傷した選手が9名(13.8%)、単独受傷した選手が11名(16.9%)であった。またブロッカーの受傷時状況は、センターラインを越えた相手アタッカーの足の上に着地し受傷した選手が36名(55.4%)、自らのジャンプミスで着地失敗により受傷した選手が17名(26.2%)、自分がセンターラインを越えて受傷した選手が9名(13.8%)、その他の理由で受傷した選手が3名(4.6%)であった(図2)。また、全選手におけるブロック時の着地方法では、普段から片脚着地をしている選手が470名中73名(15.5%)であったのに対し、捻挫を起こした際の着地方法は片脚着地が65名中32名(49.2%)であり、受傷時に片脚着地をしている選手の割合が有意に多かった($p<0.001$) (図3)。

アタッカーにおける足関節捻挫の受傷機転・原因

受傷機転は相手チームの選手の足を踏んで受傷した選

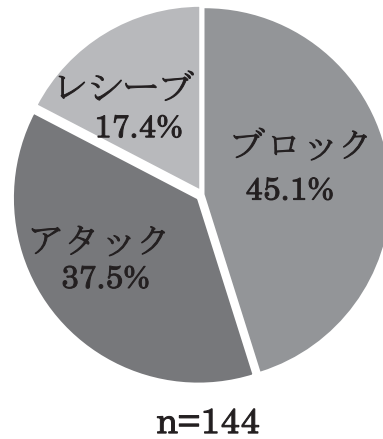
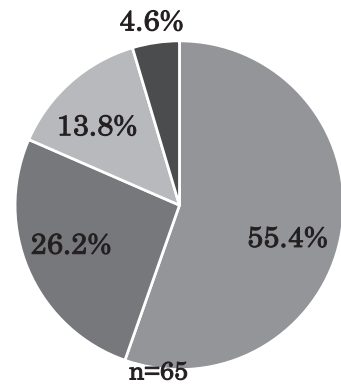


図1 足関節捻挫を受傷した時の動作



- アタッカーがセンターラインを越えてきて
- 自らのジャンプミスによる単独受傷
- 自分がセンターライン越えた
- その他

図2 ブロッカーの受傷機転割合

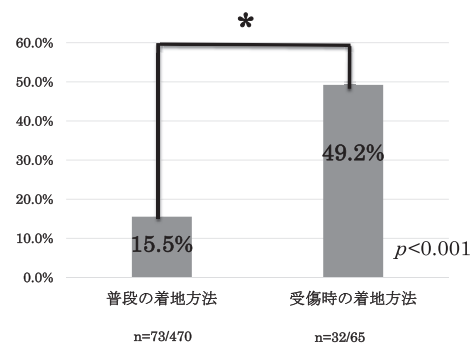


図3 ブロック時における片脚着地の割合

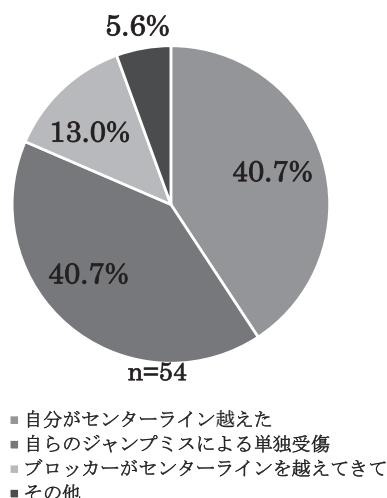


図4 アタッカーの受傷機転割合

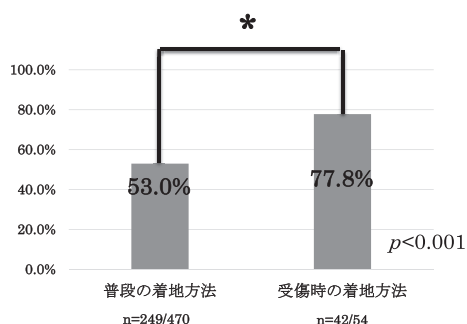


図5 アタック時における片脚着地の割合

手が24名(44.4%)、単独受傷した選手が24名(44.4%)、味方チームの選手の足を踏んで受傷した選手が6名(11.1%)であった。また受傷時状況は、自らのジャンプミスで着地失敗により受傷した選手が22名(40.7%)、自分がセンターラインを越えて受傷した選手が22名(40.7%)、センターラインを越えた相手ブロッカーの足の上に着地して受傷した選手が7名(13.0%)、その他の理由で受傷した選手が3名(5.6%)であった(図4)。

また、全選手におけるアタック時の着地方法では、普段から片脚着地をしている選手が470名中249名(53.0%)であったのに対し、捻挫を起こした際の着地方法では、片脚着地をしていた選手が54名中42名(77.8%)と、受傷時に片脚着地をしていた選手の割合が有意に多い結果となった($p < 0.001$) (図5)。

足関節捻挫予防に対する意識について

足関節捻挫予防に意識して取り組んでいる選手は全体の291名(61.9%)であった。具体的な取り組み内容では、ストレッチをすることが140名(48.1%)、サポー

ターの装着が80名(27.5%)、着地方法に対する意識が48名(16.5%)、テーピングの装着が14名(4.8%)、筋力トレーニングが9名(3.1%)と、着地方法に意識が向いている選手が少ない結果となった。

考 察

バレーボールにおける足関節捻挫の発生要因に関して、Reeserら³⁾はネット際でブロッカーがアタッカーの足の上に着地することによる発生が約半数存在するとしており、Bereら¹⁾は他選手との接触によって発生するとしている。本調査においても約50%の選手が、他人の足の上に着地して受傷する接触プレーによって発生していた。

ポジション別の頻度はブロッカーが約50%と最も多く、アタッカーは約40%と他の報告^{1,3,4)}と同様であった。

ブロッカーにおける足関節捻挫の発生について、センターラインを越えた相手アタッカーの足の上に着地し受傷した選手が約60%と多く、ブロッカーにおける足関節捻挫はアタッカーにより引き起こされていることが多いと推察される。

また、アタッカーの足関節捻挫の発生に関して、佐藤ら⁷⁾は、アタックジャンプが前方へ流れる選手は受傷リスクが高いと報告している。本調査においても、アタッカー自らがセンターラインを越えて相手の足の上に着地して受傷した選手が約45%、ジャンプミスで着地失敗して単独受傷した選手が約45%と、アタッカーの足関節捻挫の発生では自らのジャンプミスが原因で受傷した選手が約90%と多い結果となった。また、受傷時の着地方法に関して⁸⁾、われわれは普段からアタック後に片脚着地をしている選手は足関節捻挫の発生が多いと報告している。本調査においても、ブロッカーでは約50%が試合中に片脚着地時に受傷しており、アタッカーでは練習中、試合中に関わらず約80%が片脚着地時に受傷していた。

近年のバレーボール競技は戦術が多様化することで、時間差攻撃や移動攻撃などがスピード化し、トスが乱れた場合、そのトスに合わせてジャンプを踏み切るため、ジャンプミスを招くことが考えられる。その結果、片脚着地となることや、センターラインを越えた着地も多くなることが、ネット際での足関節捻挫を増加させていることが推察される。ブロッカーにおいても同様のことが考えられ、ブロッカー自身のジャンプミスが片脚着地を強いられ、足関節捻挫を招くことが考えられる。そのため、普段からできるだけ片脚着地ではなく、両脚着地を

促すとともに両脚着地の意識を高めていくことが予防に繋がるのではないかと考える。

足関節捻挫を予防するためにはブロッカーやアタッカーの教育・指導をすることが最重要である。Ekstrandら⁹⁾によると、スポーツ損傷の認識を高める教育的指導で傷害発生率が下がったと報告していることや、Stasinopoulos⁴⁾やBahrら⁵⁾はネット際での実践的なジャンプや着地動作の練習で発生率が減少したと報告している。しかし、本調査では着地方法を意識している選手は全体の約16%と低く、片脚着地時に足関節捻挫が発生する頻度が高いにも関わらず、着地方法に注意を向けている選手が少ないことが伺える。アタッカーはセンターラインを越えないようにすること、ブロッカーはアタッカーがセンターラインを越えてくるという意識を高めること、アタッカーの着地方法はできるだけ両脚着地になるよう練習・教育を徹底することで捻挫発生率が減少するのではないかと考える。

今回の結果から、足関節捻挫の発生原因について監督や選手がしっかり理解し、予防に繋げていけるようにフィードバックを行ない、県内の男女高校バレーボール選手における足関節捻挫の発生件数を減少できるように啓発していきたい。

結 語

- ・滋賀県下全高校バレーボールにおけるスポーツ損傷についてアンケート調査を行なった。
- ・全体のスポーツ損傷のうち、足関節捻挫は約半数以上であり、ブロック時に一番多かった。
- ・アタック時、ブロック時の足関節捻挫の多くはアタッカーがセンターラインを越えたことが原因で生じていた。
- ・足関節捻挫の多くは片脚着地時に起こっていた。
- ・足関節捻挫予防に対して、特にアタッカーの両脚着地の練習・教育が重要である。

文 献

- 1) Bere T et al : Injury risk is low among world-class volleyball players : 4-year data from the FIVB injury Surveillance System. Br J Sports Med, 49 : 1132-1137, 2015.
- 2) Agel J et al : Descriptive Epidemiology of collegiate women's volleyball injuries : national collegiate athletic association injury surveillance system, 1988-1989 through 2003-2004. J Athl Train, 42 : 295-302, 2007.
- 3) Reeser J C et al : Strategies for the prevention of volleyball related injuries. Br J Sports Med, 40 : 594-600, 2006.
- 4) Stasinopoulos D : Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. J Sports Med, 38 : 182-185, 2004.
- 5) Bahr R et al : A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program : a prospective cohort study. Scand J Med Sci Sports, 7 : 172-177, 1997.
- 6) Eerkes K : Volleyball Injuries. Carr Sports Med Rep, 1105 : 251-256, 2012.
- 7) 佐藤謙次ほか：バレーボールによる外傷・障害予防への理学療法の取り組み。理学療法, 26 : 291-298, 2009.
- 8) 高木律幸ほか：県下全高校バレーボールのスポーツ傷害に関する実態と意識のアンケート調査。整スポ会誌, 34 : 196-199, 2014.
- 9) Ekstrand J et al : Prevention of soccer injuries : Supervision by doctor or physiotherapist. Am J Sports Med, 11 : 116-120, 1983.

胸郭出口症候群の MRI 最大値投射法

Maximum Intensity Projection in Magnetic Resonance Images for Thoracic Outlet Syndrome

馬見塚尚孝 ^{1,2)}	Naotaka Mamizuka	大西 信三 ^{2,4)}	Shinzo Onishi
田中優美子 ³⁾	Yumiko Tanaka	平野 篤 ²⁾	Atsushi Hirano
山崎 正志 ⁴⁾	Masashi Yamazaki		

● Key words

胸郭出口症候群, 最大値投射法, MRI

●要旨

はじめに：本研究では、非造影 3D-STIR MIP 画像を用いて野球選手の胸郭出口症候群例の血管描出を試みた。

方法：臨床的に胸郭出口症候群と診断した野球選手患者 4 名を対象とした。MRI 撮像肢位は、患側上肢は上肢を外転・外旋させた負荷位とし、健側上肢は体幹に沿って下垂位とした。撮像条件は 3D-STIR とし、MIP 画像に再構成した。画像の評価は健側と比較して 2 名の整形外科医および 1 名の放射線科医の合議により行なった。

結果および考察：4 例中 2 例で鎖骨下静脈の途絶、1 例に狭窄を認めた。また、1 例に鎖骨下動脈の狭窄を描出した。

このように、本法は鎖骨下動静脈の描出に優れた検査法である。

はじめに

胸郭出口症候群は、主に肋鎖間隙で腕神経叢、鎖骨下動脈、鎖骨下静脈が圧迫され症状が出る疾患の総称である。その 90 % 以上は神経性で、10 % 以下に血管性および混合性を示すと報告されている¹⁾。また、野球選手の投球側の肩痛や肘痛、手のしびれを訴え受診する選手のなかに、胸郭出口症候群と診断されることが多いことが

指摘されている^{2~6)}。その発症メカニズムとしては、野球の投球動作中に認められる肩関節の外転外旋動作による肋鎖間隙の狭窄と、ボールリリース時の上肢投球方向への牽引が提案されている³⁾。

胸郭出口症候群の診断としては、詳細な病歴聴取、各種誘発テストを含む身体所見に加え、単純 X 線、電気生理検査、MRI、腕神経叢造影、CT angiography などが用いられている^{4~6)}。特に、CT angiography は鎖骨下動脈の圧迫状態を明瞭に描出可能であり、手術適応の決

馬見塚尚孝
〒874-0840 別府市大字鶴見 4548
西別府病院スポーツ医学センター野球医学科
TEL 0977-24-1221

- 1) 西別府病院スポーツ医学センター野球医学科
Department of Baseball Medicine, Nishibeppu National Hospital
- 2) 筑波大学水戸地域医療教育センター/水戸協同病院整形外科
Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center
Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine
- 3) がん研有明病院画像診断部
Diagnostic Imaging Center, The Cancer Institute Hospital
- 4) 筑波大学医学医療系整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, University of Tsukuba

定に参考となる⁶⁾。一方、CT angiography の欠点としては、造影剤を用いる必要があること、放射線被ばくがあること、神経や静脈の評価が不十分である点などがあげられる。また、造影 MR angiography を用いて胸郭出口症候群の評価を行なっている報告もあるが、これも造影剤を必要とする⁷⁾。

MRI の STIR 法は脂肪抑制 T2 強調画像の代用として汎用される撮像法で、血管が高信号に描出される。3D 撮像した STIR 画像を最大値投影法 (maximum intensity projection ; MIP) で処理することで、血管以外の構造の信号を保ったまま血管系の描出が可能である。本法を用いて胸郭出口症候群例の鎖骨下静脈の圧迫を描出した方法が報告されている⁸⁾。

本研究では、非造影 MIP 画像を用いて野球選手の胸郭出口症候群例の血管描出を試みた。

方 法

投球側上肢のしびれ、肩関節痛、肘関節痛を訴えて受診した野球選手のうち、Roos test, Wright test, Morley test のいずれかが陽性を示した例を胸郭出口症候群と診断し^{4,5)}、下記撮像条件で MRI を撮像した初期の例 4 名を対象とした (すべて男性、年齢 16 歳)。MRI は臨床用 (Magnetom Skyra 3T, Siemens, Berlin, Germany) を用いた。MRI 撮像肢位は、患側上肢を外転・外旋させた負荷位とし、健側上肢は体幹に沿って下垂位とした。撮像条件は 3D-STIR でスライス厚 = 1.3 mm, FOV = 380 mm, TR/TE = 387/50, Matrix 320 × 256, Flip Angle = 120 degree とし、MIP 画像に再構成した。画像の評価は 2 名の整形外科医および 1 名の放射線科医の合議により行なった。検討項目は、肋鎖間隙での鎖骨下動脈の形状、鎖骨下静脈の形状、その他とした。

各症例の保存的治療としては、投球中止、患部外トレーニング、ストレッチ指導、投球動作介入、ビタミン B12 投与を行ない、3 ヶ月の保存療法無効例には経腋窩的第一肋骨切除術を選択した。

症 例

症例 1

16 歳男性野球選手、捕手。2 年来の右肩肘痛で初診。Roos test (+), Wright test (+), Morley test (-)。MIP 画像で肋鎖間隙での鎖骨下静脈の途絶を認めた (図 1)。1 ヶ月の保存療法で復帰。



図 1 症例 1. 16 歳男性野球選手、捕手
白色矢印：静脈，黒色矢印：動脈。



図 2 症例 2. 16 歳男性野球選手、外野手
白色矢印：静脈，黒色矢印：動脈。

症例 2

16 歳男性野球選手、外野手。右肘内側側副靱帯再建術後 2 年。1 ヶ月続く母指、示指のしびれを訴え受診した。Roos test (+), Wright test (+), Morley test (-)。MIP 画像で肋鎖間隙での鎖骨下動脈および鎖骨下静脈の狭窄を認めた (図 2)。1.5 ヶ月の保存療法で復帰。

症例 3

16 歳男性野球選手、投手。4 ヶ月続く投球側である右肩肘痛を訴え初診。Roos test (-), Wright test (+), Morley test (-)。MIP 画像で鎖骨下動静脈での狭窄を認めなかった (図 3)。1 ヶ月の保存療法で復帰。

症例 4

16 歳男性野球選手、内野手。2 週間続く右手指～上腕のしびれを主訴に初診。Roos test (+), Wright test (+), Morley test (+)。MIP 画像で肋鎖間隙での鎖骨下静脈の途絶を認めた (図 4)。3 ヶ月の保存療法で改善せず、第 1 肋骨切除術施行した。しびれは改善し野球に復帰。



図3 症例3. 16歳男性野球選手，投手
白色矢印：静脈，黒色矢印：動脈.



図4 症例4. 16歳男性野球選手，内野手
白色矢印：静脈，黒色矢印：動脈.

考 察

本研究では，野球選手4例中2例の肋鎖間隙での鎖骨下静脈の途絶，1例に狭窄を認め，胸郭出口症候群における鎖骨下静脈狭窄描出の可能性を示した．また，鎖骨下静脈狭窄例の1例には鎖骨下動脈の狭窄も描出し得た．

MIPの原理は，三次元的に構築されたデータに対し任意の視点方向に投影処理を行ない，投影経路中の最大値を投影面に表示する手法で，主にMR画像では血管や胆管の描出に優れている．非造影MRIでMIPを用いて胸郭出口症候群の血管描出を行なった報告としては，Espositoら⁸⁾の胸郭出口症候群の1例で鎖骨下静脈の途絶を認めた症例報告のみである．造影MRIでのMIP画像の報告としては，本邦では堅田らの症例報告がある⁷⁾．また，Ersoyらは⁹⁾胸郭出口症候群例の負荷位での造影MRI撮像プロトコルの提案と信頼性および再現性を検証し，鎖骨下動静脈の描出に優れていることを報告した．本研究では，胸郭出口症候群4例中3例に非造影MRIのMIP画像で鎖骨下動静脈の途絶および狭窄

を描出し，Ersoyらが指摘しているように鎖骨下静脈の狭窄または途絶例が多いことを示した．このように，本法は非造影MRIを用いて鎖骨下動静脈の形態異常を描出できることを明らかとなった．

胸郭出口症候群は，90%以上の症例で神経障害による症状が出現するとされ，上肢のうっ血など血管性による例は神経障害性と併せても10%以下と頻度が低いと報告されている¹⁾．一方，神経性に動脈性が併存している例があることが報告されており¹⁰⁾，その病態は必ずしも明確に分けられない．Kobayashiら¹¹⁾は，イヌの大動脈をクランプした虚血モデルよりも，下大静脈をクランプしたうっ血モデルのほうが末梢神経障害を引き起こすことを示しており，今後胸郭出口症候群の病態における静脈うっ滞の関与の可能性について検討が必要である．

本法の欠点としては，負荷位での撮像時間がおおよそ30分と長いために症状が誘発され，安静が取れず画質の低下が予見される．そこでわれわれは画質向上のために，非撮像側の上肢は下垂位とすることで撮像肢位を楽な姿勢とするとともに，撮像部位がなるべくガントリーの中央に位置するように工夫している．

一方，本法は放射線被ばくがなく造影剤も不要であるため，造影剤使用によるアレルギー発症や腎障害のリスクがなく，本人および家族が検査を受け入れやすいという利点がある．

このように，非造影MIP法MR angiographyは，野球選手の胸郭出口症候群の血管評価に有用である．

謝 辞

MRI撮像に協力いただいた筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター水戸協同病院放射線科の小林克年技師に感謝申し上げます．

文 献

- 1) Fugate MW et al : Current management of thoracic outlet syndrome. Curr Treat Options Cardiovasc Med, 11 : 176-183, 2009.
- 2) 伊藤恵康ほか：リハビリテーション各論 外傷後のリハビリテーション 上肢のスポーツ障害（解説/特集）．越智隆弘ほか，NEW MOOK 整形外科 20 リハビリテーション．金原出版，東京：265-273, 2007.
- 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，31：142-148 2011
- 4) 古賀竜二ほか：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.
- 5) 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.
 - 6) Remy-Jardin M et al : Helical CT angiography of thoracic outlet syndrome : functional anatomy. AJR Am J Roentgenol, 174 : 1667-1674, 2000.
 - 7) 堅田泰樹ほか : 三次元ガドリニウム造影 MR アンギオグラフィーで診断した胸郭出口症候群の 1 例. 日小児会誌, 104 : 735-738, 2000.
 - 8) Esposito MD et al : Thoracic outlet syndrome in a throwing athlete diagnosed with MRI and MRA. J Magn Reson Imaging, 7 : 598-599, 1997.
 - 9) Ersoy H et al : Vascular thoracic outlet syndrome : protocol design and diagnostic value of contrast-enhanced 3D MR angiography and equilibrium phase imaging on 1.5- and 3-T MRI scanners. AJR Am J Roentgenol, 198 : 1180-1187, 2012.
 - 10) Likes K et al : Coexistence of arterial compression in patients with neurogenic thoracic outlet syndrome. JAMA Surg, 149 : 1240-1243, 2014.
 - 11) Kobayashi S et al : Effects of arterial ischemia and venous congestion on the lumbar nerve root in dogs. J Orthop Res, 26 : 1533-1540, 2008.

高校野球選手へのサポート—理学療法士の立場から—

Support for the High School Baseball Players — From the Viewpoint of Physical Therapist —

松井 知之 ¹⁾	Tomoyuki Matsui	森原 徹 ²⁾	Toru Morihara
平本真知子 ¹⁾	Machiko Hiramoto	東 善一 ¹⁾	Yoshikazu Azuma
盛房 周平 ¹⁾	Shuhei Morifusa	久保 俊一 ³⁾	Toshikazu Kubo

● Key words

高校野球, 投球障害, メディカルサポート

●要旨

目的: 2008 年から京都高校野球大会のサポートおよび検診・フィジカルチェックを行っており, その 6 年間の取り組み内容を紹介し, 検討したので報告する.

結果: 大会サポート(対象 921 名)では, 重篤な事故は少なく, 診察・理学所見検査実施率は 93.4%であった. フィジカルチェックでは, 高校生投手の身体特性が明らかになった.

結論: 京都大会サポートでは, 登板投手に対する診察・理学所見評価の受診率は向上傾向であった. フィジカルチェックでは正確な関節可動域測定, TRA によって投手の身体特性や障害の早期発見が可能であった.

はじめに

投球障害の重症化は, 若年時に選手生命が絶たれるばかりではなく, 日常生活にも支障をきたす恐れがある. 高校野球選手へのサポートとして, 高校野球甲子園大会では, 1994 年から整形外科医師による投手の肩・肘関節機能メディカルチェックが行なわれ, 翌年理学療法士による大会サポートも開始されている^{1~3)}. また地方大会^{4~6)}においても 2010 年時に全国 43 都道府県で理学療法士による大会サポートが行なわれている⁷⁾. 野球肘・肩検診においては, 徳島県で 1981 年から小学生を対象に開始されており, 近年全国的な広がりを見せ, 中・高

校生にも行なわれてきている^{8~11)}.

京都府では 2008 年から京都府下のスポーツ傷害, 特に肩・肘関節疾患の予防, 治療, 研究を目的として活動を開始し, 2014 年 NPO 法人運動器障害予防研究会を整形外科医師, 理学療法士, 看護師, スポーツ科学者で設立した. 主な活動内容は, 1. 京都府高等学校野球大会のメディカルサポート(以下, 京都大会サポート), 2. 野球選手の投球障害肩・肘の検診およびフィジカルチェックである. 本研究では, 京都府における高校生野球選手の障害予防を目的とした, 理学療法士による 6 年間のサポート内容を紹介し, 今後の課題を検討したので報告する.

松井知之
〒604-8405 京都市中京区西の京車坂町 12
丸太町リハビリテーションクリニック
TEL 075-082-9029

- 1) 丸太町リハビリテーションクリニック
Marutamachi Rehabilitation Clinic
- 2) 京都府立医科大学スポーツ傷害予防医学講座
Department of Prevention of Sports Injury, Kyoto Prefectural University of Medical Science
- 3) 京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学(整形外科科学教室)
Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine

京都大会サポートの概要

1. サポート内容

2008年から京都府高等学校野球連盟(以下、京都高野連)における春季、夏季、秋季京都大会の準々決勝から決勝戦までの試合サポートを行なっている⁸⁾。各試合では、整形外科医師、理学療法士、トレーナー、看護師をそれぞれ1名配置している。夏季大会のみ、一回戦から理学療法士とトレーナー、看護師によってサポートを行なっている。サポートの流れは、試合開始前において希望者に対し整形外科医師による診察を行ない、必要に応じて理学療法士とトレーナーがテーピング処置や、コンディショニング指導を行なっている。試合中では、急性外傷に対し、創傷処置、アイシング、テーピングなどの救急対応を行なう。試合後、登板投手は可能な限り整形外科医師の診察を受け、理学療法士による評価を受けるよう京都府高校野球連盟やチーム引率責任者、選手に説明している。さらに希望者に対して、アイシングやコンディショニング指導を施行している。診察・評価後は、チームの引率責任者に身体状況の説明、コンディショニングの重要性などを説明し、啓発活動を行なっている。

2. サポートの対象および方法

2010～2015年の6年間における春・夏・春季大会準々決勝から決勝戦にベンチ入りした選手2,592例、試合数126試合を対象とし、試合中に発生した事故、処置件数、処置内容と登板投手の人数および診察・評価受診率を検討した。診察・理学所見評価に関しては、登板した計921名(16～18歳、全例男性)を対象とした。

3. 結果

試合中に発生した事故は計103件あり、熱中症、打撲、死球、擦過傷が中心であった。救急搬送した例として、接触プレーによる骨折が2例、熱中症が2例あった

(表1)。

診察・理学所見評価に関しては、登板した計921名(16～18歳、全例男性)の診察・理学所見評価実施率は、平均93.4%であった(図1)。

検診・フィジカルチェック

1. 検診・フィジカルチェックの概要

シーズンオフ(11月後半)に、京都高野連に加盟している78校の野球部員に対し、検診・フィジカルチェックを行なっている。検診の内容は、問診票を事前に配布して、年齢、ポジション、投球側、現在の疼痛部位や既往歴などを把握している。整形外科医師を中心に肩・肘関節の超音波検査および診察を行なっている。医師による診察で肩関節内インピンジメントテスト(hyper external rotational test)、肘関節過伸展テスト陽性および超音波検査による上腕骨小頭障害(離断性骨軟骨炎)を認めた選手は、投球障害の疑いがあることを保護者、指導者に十分説明し、二次検診を勧めている。フィジカルチェックでは、投手に対し理学療法士4名で全身の関節可動域、筋力など理学所見を測定している。さらに投球動

表1 救急処置件数および内訳

アクシデント	件数 (例)	処置内容
死球	25	アイシング
熱中症	21	アイシング・水分補給・救急搬送(2例)
慢性障害	12	コンディショニング・テーピング
打撲	11	アイシング
捻挫	4	アイシング・テーピング
打球衝突	3	アイシング
接触	3	アイシング
脱臼・骨折	3	アイシング・救急搬送(2例)
自打球	2	アイシング
擦過傷	2	創傷処置
その他	17	
計	103	

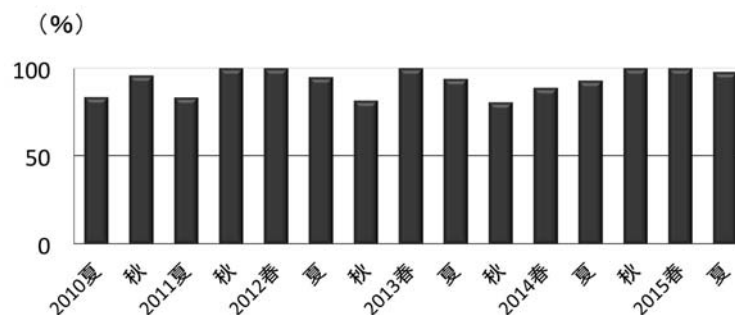


図1 診察・理学所見評価実施件数

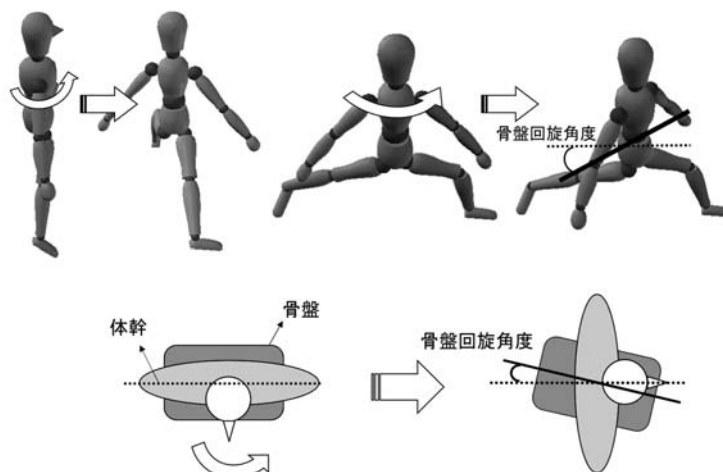


図2 TRA

作に類似した複合的回旋運動を反映する評価法 (throwing rotation angle : TRA)¹²⁾ を実施し、障害の早期発見を行なっている。

2. 検診・フィジカルチェックの対象および方法

2009～2014 年における 6 年間で検診・フィジカルチェックに参加した計 1,922 名、投手 408 名 (16.2 ± 0.8 歳, 全例男性) を対象とした。検診としては、二次検診受診の対象者数 (肩関節内インピンジメントテスト、肘関節過伸展テスト陽性および超音波検査による上腕骨小頭障害) とその割合を検討した。またフィジカルチェックでは、投手に対し、上肢・下肢の関節可動域、柔軟性および TRA を測定した。関節可動域および柔軟性については、左右差を対応のある t 検定を用いて検討し、有意水準 5% 以下とした。TRA の方法として、足幅を投球時と同等の幅に開かせ、投球側 (軸足側) 下肢は股関節外転、内外旋中間位、膝関節伸展位とした。非投球側 (ステップ側) 下肢は股関節屈曲・外転・外旋位、膝関節屈曲位とした。荷重は、両下肢均等とし、その姿勢から骨盤および胸郭を投球方向および反対方向へ自動運動によって回旋させた。基本軸をステップと平行な線とし、移動軸を両側の上後腸骨棘を結ぶ線とし、骨盤の回旋角度を計測した (図 2)。健常群と医師の所見によって二次検診が必要と判断した二次検診受診群での角度比較を対応のない t 検定を用いて有意水準 5% 以下として検討した。その後、receiver operating-characteristic (ROC) 曲線を作成しカットオフ値を算出した。ROC 曲線は、area under the curve (AUC) にて適合性を判定したのち、感度、特異度を算出し、Youden index (感度 + 特異度 - 1) を用いて、カットオフ値を算出した。

表 2 高校生投手の関節可動域および柔軟性結果

※代償動作を排除した形での関節可動域

	投球側	非投球側	有意差
SLR (straight leg raising)	$53.7 \pm 13.9^\circ$	$54.8 \pm 14.8^\circ$	N.S.
HBD (heel to buttock distance)	14 ± 6.6 cm	14.2 ± 6.5 cm	N.S.
頸部回旋	$77.9 \pm 12.8^\circ$	$76.8 \pm 11.7^\circ$	N.S.
体幹回旋	$50.9 \pm 9^\circ$	$52.3 \pm 9.2^\circ$	$p < 0.05$
股関節外旋	$56.1 \pm 10^\circ$	$55.6 \pm 9.5^\circ$	N.S.
股関節内旋	$34.7 \pm 12.9^\circ$	$35.6 \pm 12.9^\circ$	$p = 0.054$

結 果

検診結果陽性率では、肩関節内インピンジメントテスト 12.3%, 肘関節過伸展テスト 7.9%, 上腕骨小頭障害の離断性骨軟骨炎 3.6% であった。

フィジカルチェックの結果として、投手の関節可動域および柔軟性結果を表 2 に示す。左右を比較すると、股関節内旋は非投球側が大きい傾向であった ($p = 0.054$)。体幹回旋では非投球側方向 (捕手方向) への回旋が有意に高値であった ($p = 0.004$)。TRA では、骨盤回旋角度において健常群 $41.2 \pm 11.5^\circ$ 、二次検診群 $34.7 \pm 7.1^\circ$ で健常群が有意に高値であった ($p = 0.001$)。胸郭回旋角度では、健常群 $82.3 \pm 13.8^\circ$ 、二次検診受診群 $76.1 \pm 12.6^\circ$ であり、健常群が有意に高値であった ($p = 0.0015$)。ROC 曲線では、AUC は骨盤回旋 0.69、胸郭回旋 0.67、カットオフ値は骨盤回旋角度 34.5° (感度 74.8%, 特異度 52.5%), 胸郭回旋角度 81.0° (感度

66.0%, 特異度 52.4%)であった。

考 察

1. 京都大会メディカルサポートについて

京都大会におけるメディカルサポートの特徴は、整形外科医師、理学療法士、トレーナー、看護師が常駐し、協力体制を行なっている点である。試合中の処置に加え、登板投手への診察・評価を行なうことで、障害の早期発見や障害予防の啓発に役立つと考える。登板投手の診察・理学所見評価実施率が年々向上してきている。これは京都府高野連、選手、指導者への障害予防の重要性理解が浸透してきている結果と考える。

試合中に発生した事故では、生命の危険を伴う重篤な事故は発生していないが、熱中症2例、脱臼骨折2例と計4選手が救急搬送された事例があった。熱中症や外傷に関しては、プライマリケアのガイドライン・競技復帰判断マニュアルを作成している。今後も、迅速かつ正確な救急対応が可能な体制が必要と考える。

甲子園大会における理学療法士のサポート体制では、1日6~7名が常駐し、大会期間中のべ170名が参加している¹⁾。京都では、夏季大会において一会場のみ一回戦、その他の試合では準々決勝からのサポートに留まっている。今後マンパワーの充実は一急な課題であると考えられる。

2. 検診・フィジカルチェックについて

理学療法士の立場から、特に野球選手の身体特性の解明、障害予防に注力している。投手に対しては、1選手に対し理学療法士4名(操作・測定・固定・チェック)で代償動作を排除し正確な関節可動域を測定し、下肢・体幹において左右差があることを報告してきた¹³⁾。さらに障害を有する選手では、その左右差が消失していた¹⁴⁾。これは投球動作特性である同一方向への繰り返し動作によって生じた結果であり、障害群では、投球に必要な可動域が制限されていると推察している。また、投球動作に類似した複合的回旋運動を反映するTRAを実施した結果、投球障害を検出する感度は74.8%と高かった。TRAはスポーツ現場において選手同士でチェックし合える簡易な評価法であり、有用な方法¹²⁾である。今後本評価法と投球動作との関連をさらに明らかにする必要があると考える。

京都府大会サポートやメディカルチェックで得たデータを、野球選手における身体特性の解明、障害の早期発見、予防に役立てる必要がある。このデータを蓄積することで、リハビリテーションにおいては評価や治療の基

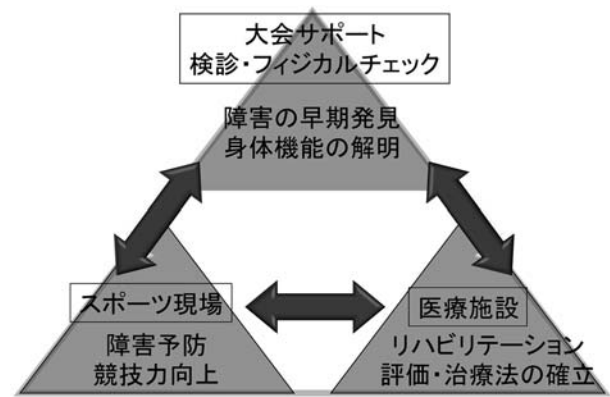


図3 スポーツ現場・医療施設への還元と連携

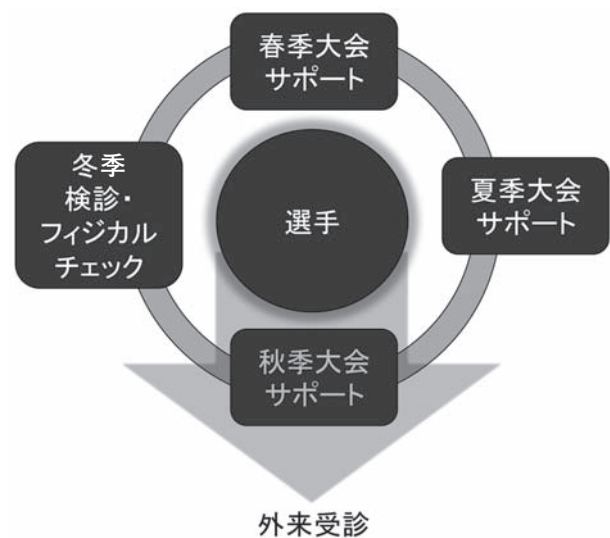


図4 京都におけるサポート：年間を通してのサポート体制

礎データとなり、スポーツ現場においては、障害予防・競技力向上に寄与できる(図3)。

京都では、高校生野球選手に対し、大会サポート(春季・夏季・秋季)およびシーズンオフ(冬季)のメディカルチェックによって、年間通じて繰り返し障害予防、コンディショニングの重要性を啓発している(図4)。今後も京都府高野連、指導者および選手と密な連携を取り合い、障害予防に取り組む予定である。

ま と め

1. 京都府における高校生野球選手に対する投球障害予防の取り組みを紹介した。
2. 京都大会サポートでは、登板投手に診察・理学所見評価、コンディショニング指導を実施し、受診率は

向上傾向であった。

3. フィジカルチェックでは正確な関節可動域測定、TRA によって投手の身体特性や障害の早期発見が可能であった。

文 献

- 1) 小柳磨毅ほか：高校野球甲子園大会における理学療法士のメディカルサポート。理療ジャーナル, 40 : 449-456, 2006.
- 2) 中川滋人ほか：高校野球球児における肩関節可動域変化に対する投球の影響。整スポ会誌, 25 : 206-211, 2005.
- 3) 鳥塚之嘉：スポーツ医とスポーツ現場との良い連携を一高校野球をモデルに—日本高校野球連盟で進めてきた成長期のスポーツ傷害予防対策。日臨スポーツ医会誌, 18 : 220-222, 2010.
- 4) 岩間 徹ほか：高校野球神奈川県大会におけるメディカルサポートの試み。スポーツ傷害, 9 : 35-36, 2004.
- 5) 中澤理恵ほか：全国高校野球選手権群馬県大会におけるメディカルサポートの取り組み—理学療法士の活動—。理療群馬, 17 : 13-19, 2006.
- 6) 高橋敏明ほか：スポーツ医とスポーツ現場との良い連携を一高校野球をモデルに—愛媛県での取り組み。日臨スポーツ医会誌, 18 : 228-232, 2010.
- 7) 小倉好正：スポーツ医とスポーツ現場との良い連携を一高校野球をモデルに—競技団体の立場から。日臨スポーツ医会誌, 18 : 233-236, 2010.
- 8) 松浦哲也：小学生の野球検診からみた肘離断性骨軟骨炎の病態。整・災外, 58 : 991-997, 2015.
- 9) 帖佐悦男：成長期のスポーツ障害予防(全国規模の少年野球検診)「子どもに笑顔を!野球傷害を防ごう」プロジェクト。関節外科, 33 : 1280-1284, 2014.
- 10) 森原 徹ほか：予防活動の実際 京都府での取り組み 小学生, 中学生, 高校生に対する縦断野球検診。関節外科, 33 : 1180-1184, 2014.
- 11) 道家孝幸ほか：地域における小児スポーツ障害の予防の取り組み 北海道紋別地区における少年野球検診と予防対策。日臨スポーツ医会誌, 22 : 388-390, 2014.
- 12) 松井知之ほか：投手に対する新しい下肢・体幹機能評価の試み 投球障害選手の身体特性に着目して。体力科学, 63 : 463-468, 2014.
- 13) 松井知之ほか：中学生・高校生野球投手における身体特性 上下肢可動域の左右差に着目して。整スポ会誌, 31 : 93-97, 2011.
- 14) 松井知之ほか：頸部・胸腰部・股関節回旋角度の左右差に着目した投球障害予測。体力科学, 62 : 223-226, 2013.

高校野球選手における投球数と投球時痛との関係

Relationship between Number of Pitches and the Body Pain in Throwing in High School Baseball Players

宇野 智洋 ¹⁾	Tomohiro Uno	原田 幹生 ²⁾	Mikio Harada
丸山 真博 ¹⁾	Masahiro Maruyama	村 成幸 ³⁾	Nariyuki Mura
高木 理彰 ¹⁾	Michiaki Takagi	高原 政利 ²⁾	Masatoshi Takahara

● Key words

高校野球選手, 投球数, 投球時痛

●要旨

目的: 高校野球選手の投球数と投球時痛を調査した.

対象と方法: 野球検診を受診した高校野球選手 151 名を対象とし, 練習での投球数と投球時痛との関係について検討した.

結果: 1 日の練習で投球数の平均はキャッチボール 58 球, 遠投 14 球, 全力投球 32 球, 総投球 114 球, 1 週間で総投球 712 球であった. 投球時の体のいずれかの部位の疼痛(以下, 全投球時痛, なし 0 点, 最悪 40 点)は平均 13 点で, 1 日の総投球が 200 球以上の選手(n=19, 19 点)は 100~175 球の選手(n=83, 11 点)よりも有意に全投球時痛が強く, 1 週間の総投球数が 525~700 球以外の選手(n=95, 15 点)は, 525~700 球の選手(n=56, 9 点)よりも有意に全投球時痛が強かった.

考察: 1 日の総投球数は 175 球以下, 1 週間の総投球数は 700 球以下が望ましい.

はじめに

日本臨床スポーツ医学会からの推奨では¹⁾, 全力投球数について, 高校生では 1 日 100 球以内, 週 500 球以内と報告されている. また, 練習日数については, 高校生では週 1 日以上以上の休養日をとることが望ましいと報告されている. 選抜高校野球大会出場高校選手(n=114)の調査では, 主戦投手の 1 週間の投球数は 500~700 球であったと報告されている¹⁾. しかし, 投球数と投球時痛との関係について調べた報告は, 渉猟しえた範囲ではな

かった.

一方, 投球数と投球パフォーマンスとの関係について, 柳沢らは高校生投手において 100 球前後における投手の身体諸機能は投球前に比して低下し, パフォーマンスも低下すると報告している²⁾.

本研究の目的は高校野球選手の投球数と投球時痛との関係を調査することである.

対象と方法

本研究は本所属機関の倫理委員会の承認のもと, ヘル

宇野智洋
〒992-0601 東置賜郡川西町大字西大塚 2000
置賜総合病院整形外科
TEL 0238-46-5000/FAX 0238-46-5713
E-mail happybaseballplayeraid@yahoo.co.jp

1) 山形大学医学部整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University Faculty of Medicine
2) 泉整形外科病院手肘スポーツ
Center for Hand, Elbow, and Sports Medicine, Izumi Orthopaedic Hospital
3) 吉岡病院
Yoshioka Hospital

シンキ宣言に従い対象者に本研究の趣旨について説明し同意のもと行なった。過去2年間のシーズン終了後に県高校野球連盟が主催する、障害予防クリニックに参加した診察希望の高校野球選手216名にアンケート調査を行なった。そのうち有効回答が得られた151名(1年生50名, 2年生101名, 全例男性)を対象とした。ポジション(重複あり)は、投手:47名, 捕手:20名, 内野手:67名, および外野手:57名であった。

シーズン中の練習1日あたりの平均の投球数をアンケートにて調査し、最も当てはまる投球数を選択する形式とした。総投球数は0球から25球刻みで325球以上まで、遠投数は0球から10球刻みで150球以上まで、全力投球数は0球から10球刻みで150球以上までの選択肢とした。さらに1週間での投球を休止した日数(以下、ノースロー日数)を質問した。以上より、1週間の総投球数を算出した。

丸山らの方法³⁻⁸⁾に従って、シーズン終了後にシーズン中の投球時の体の痛み(以下、投球時痛)について評価した(図1)。投球時の体のいずれかの部位(以下、全投球時痛)では、1)キャッチボール時、2)遠投時、3)守備の投球時、および4)投球翌日について、痛みなしを0点、最大の痛みを10点として11段階で定量的に評価し、これら4項目の点数の総和とし、痛みなしの0から最大の痛みの400点で評価した。投球時の肩肘痛(以下、肩肘の投球時痛)についても痛みなしの0点から最大の痛みの80点で評価した。

以上、練習での投球数と、投球時痛について統計学的に検討した。統計学的評価には2群間についてMann-Whitney U検定で分析を行ない、 $p<0.05$ を有意差ありとした。多群間についてOne-factor ANOVAで分散分析を行ない、 $p<0.05$ を有意差ありとした。さらに、有意差があるものに対し、群間差をTukey-Kramer法で検討し、 $p<0.05$ を有意差ありとした。

結 果

1日の練習での投球数の平均は、キャッチボール:57球(20~120)、遠投:14球(0~50)、および全力投球:32球(0~120)であり、総投球数は平均114球(25~250)であった。1週間の総投球数は平均712球(175~1,750)であった。投球時痛の部位の詳細は重複ありで、肘:53.0%, 肩:51.0%, 腰:15.7%, 手首から手:1.7%, 股:1.7%, 膝:1.7%, 手指:0.7%, 足関節:0.7%, 足趾および首:0%であった。全投球時痛は平均13点(0~40)であり、肩肘の投球時痛は平均11点(0~40)であった。

練習での投球数と投球時痛との関係について検討した。全投球時痛の平均は、1日の練習での総投球が75球以下の選手($n=49$)で13点、100~175球の選手($n=83$)で11点、200球以上の選手($n=19$)で19点であった。1日の総投球が200球以上の選手で、100~175球の選手よりも有意に全投球時痛が強かった($p<0.05$)(図2)。

全投球時痛の平均は、1日の練習での遠投が10球以下の選手($n=94$)で11点、20球以上の選手($n=57$)で15点であった。2群間に有意差はなかった(図3)。

全投球時痛の平均は、1日の練習での全力投球が80球以下の選手($n=144$)で12点、100球以上の選手($n=7$)で23点であった。1日の総投球が100球以上の選手は、80球以下の選手よりも有意に全投球時痛が強かった($p<0.05$)(図4)。

全投球時痛の平均は、1週間の練習での総投球が500球以下の選手($n=40$)で15点、525~700球の選手($n=56$)で9点、725球以上の選手($n=55$)で15点であった。1週間の総投球が500球以下または725球以上の選手は、525~700球の選手よりも、有意に全投球時

A-D: 体の痛みの程度について、最もよく表している数字を0から10の中から選んで、○で囲んで評価してください。ゼロ(0)は何の痛みもなかったという意味で、10は今まで経験したうちで最悪の痛み、または痛みのためにその動作が全くできなかったという意味です。また、投球により痛くなった部位を()内にお書き下さい。

A. キャッチボールで痛みがありましたか?
部位(肩 肘 腰 _____)(痛みなし) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (これまでで最悪の痛み)

B. 遠投で痛みがありましたか?
部位(肩 肘 腰 _____)(痛みなし) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (これまでで最悪の痛み)

C. 守備(ピッチング、カットプレー、バックホーム、盗塁阻止など)で痛みがありましたか?
部位(肩 肘 腰 _____)(痛みなし) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (これまでで最悪の痛み)

D. 投球の翌日に痛みがありましたか?
部位(肩 肘 腰 _____)(痛みなし) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (これまでで最悪の痛み)

図1 シーズン中の投球時の体の痛み

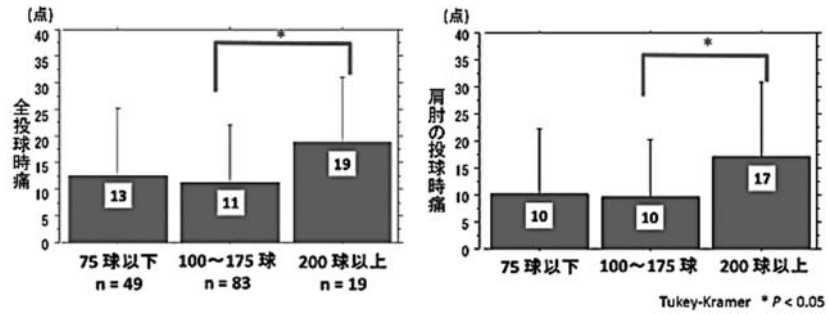


図2 1日の総投球

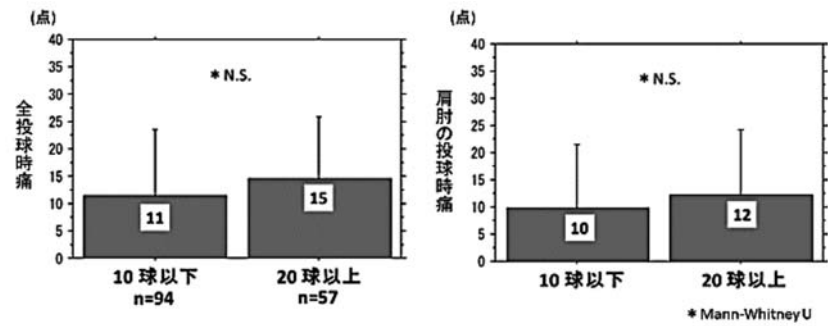


図3 1日の遠投

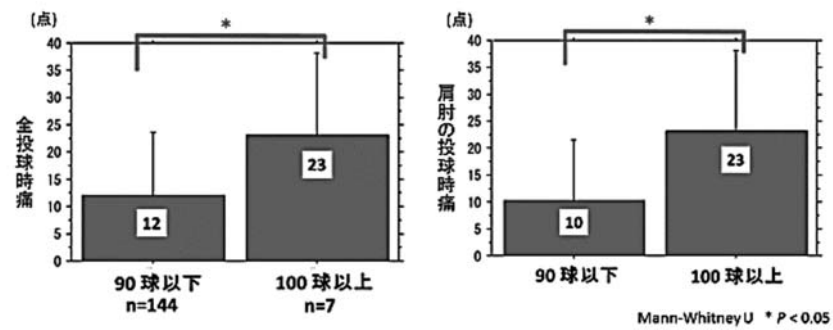


図4 1日の全力投球

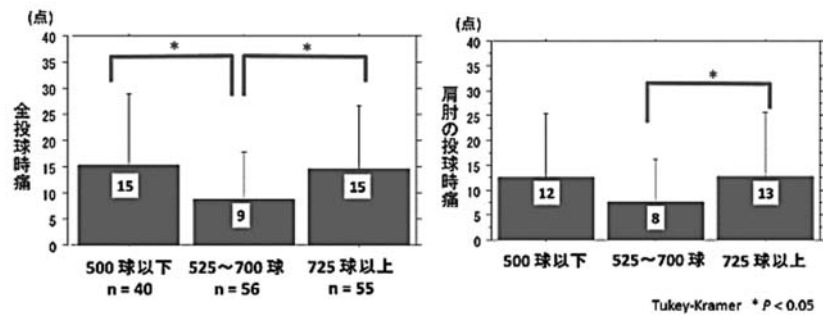


図5 1週間の総投球

痛が強かった ($p<0.05$) (図5)。

肩肘の投球時痛の平均は、1日の総投球が75球以下の選手で10点 ($n=49$)、100~175球の選手で10点 ($n=83$)、200球以上の選手で17点 ($n=19$)であった1日の総投球が200球以上の選手で、100~175球の選手よりも有意に肩肘の投球時痛が強かった ($p<0.05$) (図2)。

肩肘の投球時痛の平均は、1日の練習での遠投が10球以下の選手 ($n=94$)で10点、20球以上の選手 ($n=57$)で17点であった。2群間に有意差はなかった (図3)。

肩肘の投球時痛の平均は、1日の練習での全力投球が80球以下の選手 ($n=144$)で12点、100球以上の選手 ($n=7$)で23点であった。1日の総投球が100球以上の選手は、80球以下の選手よりも有意に肩肘の投球時痛が強かった ($p<0.05$) (図4)。

肩肘の投球時痛の平均は、1週間の練習での総投球が500球以下の選手 ($n=40$)で17点、525~700球の選手 ($n=56$)で8点、725球以上の選手 ($n=55$)で13点であった。725球以上の選手は、525~700球の選手よりも、有意に肩肘の投球時痛が強かった ($p<0.05$) (図5)。

考 察

Lyman らは、8~12歳の若年投手 ($n=298$)の肩肘痛の危険因子は1試合あたりの投球数が75球以上であると報告し⁹⁾、さらに9~14歳の若年投手 ($n=476$)の1試合の投球数が100球以上では肩痛を増加させ、1シーズンあたりの投球数が601~800球では肘肩痛のどちらのリスクも増大させたと報告した¹⁰⁾。また、Fleisig らは10~14歳の投手において、年間100イニング以上の投球数を有する選手は3.5倍、肩肘の手術を要する、または引退を余儀なくされるような障害を発生しやすいと報告した¹¹⁾。Olsen らは14~20歳の肩肘手術を行なった青年投手 ($n=95$)と肩肘痛の既往のない選手 ($n=45$)とを比較検討し、肩肘障害の危険因子として、1試合の投球数80球以上、1年のうち8ヵ月以上投球、および年間総投球数2,500球以上をあげた¹²⁾。

日本臨床スポーツ医学会の提言では、高校野球選手の全力投球は1日100球以内が推奨されている¹⁾。本研究では1日の全力投球は平均32球であり、100球以上の選手は7名 (4.6%)であった。全力投球100球以上の選手は80球以下の選手と比べ、肩肘の投球時痛が有意に強かった。日本臨床スポーツ医学会の提言は妥当であることが示唆された。

さらに、総投球数では1日の総投球が200球以上の選手では、100~175球の選手と比べて全投球時痛、特に肩肘の投球時痛が強かった。75球以下の選手では、

100~175球の選手と比べて全投球時痛が強かった。これは投球時痛が強いため、投球数が少なくなっていると推測された。これらのことから、1日の総投球は175球以下が望ましいことが示唆された。

日本臨床スポーツ医学会からの推奨では1週間の全力投球は500球以内と報告されている¹⁾。本研究では1週間の全力投球数は調査していない。1週間の総投球が525~700球の選手では、725球以上の選手と比べ、有意に全投球時痛が弱かった。これらのことから、1週間の総投球は700球以下が望ましいことが示唆された。

本研究の限界として、特に投手においては疼痛に影響する可能性がある試合時の投球数や連投の有無について評価していないことがあげられる。また、アンケート調査にてシーズンを通して平均の痛みの程度を評価したため、痛みの再発など同一部位の痛みの回数については調査していないことがあげられる。さらに、練習時のノックや、シートバッティングなどを含め、選手が投球したと判断した投球数を評価した。同様に、全力投球や遠投も選手が判断した。このため、これらの投球の明確な規定がなく選手自身の判断としたことが本調査の限界である。

結 語

1. 練習での1日の総投球が200球以上では全投球時痛が強かった。全力投球が100球以上では肩肘の投球時痛が強かった。
2. 練習での1週間の総投球が725球以上では、全投球時痛が強かった。
3. 総投球は1日では175球以下、1週間では700球以下、全力投球は80球以下が望ましい。

文 献

- 1) 大国真彦ほか：整形外科部会 青少年の野球障害に対する提言。日臨スポーツ医会誌, 13 suppl : 241-242, 2005.
- 2) 柳沢 修ほか：高校生投手の投球数増加が身体諸機能に及ぼす影響—いわゆる100球肩の検証。日臨スポーツ医会誌, 17 : 735-739, 2000.
- 3) 丸山真博ほか：投球パフォーマンスの主観的評価の試み—中学・高校生の野球選手における肘障害に関する検討。整スポ会誌, 31 : 69-73, 2011.
- 4) 丸山真博ほか：投球時痛と投球の支障度との関係。日臨スポーツ医会誌, 18 : 470-473, 2010.
- 5) 丸山真博ほか：野球肘と投球障害の主観的評価との関係。日肘会誌, 17 : 94-96, 2010.

- 6) 丸山真博ほか：高校野球選手に対する主観的評価法を用いた調査. 日臨スポーツ医会誌, 20 : 505-509, 2012.
- 7) 丸山真博ほか：野球選手における投球時肘痛と投球パフォーマンスとの関係. 整スポ会誌, 34 : 39-49, 2014.
- 8) 原田幹生ほか：高校野球投手に対する投球パフォーマンスに関する主観的評価. 整スポ会誌, 33 : 189-195, 2013.
- 9) Lyman S et al : Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. Med Sci Sports Exerc, 33 : 1803-1810, 2001.
- 10) Lyman S et al : Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. Am J sports Med, 30 : 463-468, 2002.
- 11) Fleisig GS et al : Risk of serious injury for young baseball pitchers : a 10-year prospective study. Am J Sports Med, 39 : 253-257, 2011.
- 12) Olsen II AJ et al : Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. Am J Sports Med, 34 : 905-912, 2006.

アキレス腱症に対する自己多血小板血漿療法の治療成績

Clinical Outcomes of an Autologous Platelet-Rich Plasma Therapy for Achilles Tendinopathy

吉田 衛^{1,2)} Mamoru Yoshida 丸毛 啓史²⁾ Keishi Marumo

● Key words

自己多血小板血漿, アキレス腱症

● 要旨

保存加療が無効であったアキレス腱症 12 例に対し, 自己多血小板血漿治療を行なった. 疼痛が消失し発症前のスポーツ活動へ復帰したのは 10 例 (83 %) で, これらの症例のパワードップラーによる Del Buono 分類の Grade は全例低下し, MRI T2* 画像でみられた腱内の高信号域は縮小または消失した. 一方, 疼痛が変わらず復帰が不可であったのは 1 例 (8 %) で, 疼痛が残存し復帰が不完全であったのは 1 例 (8 %) であった. この 2 症例は, 復帰例と比較し, 発症から本治療開始までの期間が 1 年半以上と長く, 腱の硬化が顕著であった. 全例において有害事象の発生はなく, 本治療法は, 腱の線維化が顕著な症例を除くアキレス腱症に対し, 有効かつ安全であることが示唆された.

はじめに

近年, アキレス腱症の治療に, 自己多血小板血漿 (platelet-rich plasma ; PRP) 療法が試みられているが, 本治療の症例対照研究は少なく, その有効性は十分に証明されていない^{1~5)}. 今回, われわれは, 保存加療が無効であったアキレス腱症に対し, PRP 治療を行ない, 若干の知見を得たので報告する.

対象と方法

対象は, 4 ヶ月間以上の保存加療 (理学治療, ステロイド注射, 装具療法など) が無効で, PRP 治療の同意を得た, 男性 8 例, 女性 4 例の計 12 例のアキレス腱症で, 平均年齢は 55.4 歳 (20~90 歳), 発症から PRP 治療開

始までの平均期間は 10.8 ヶ月 (4~36 ヶ月), 平均経過観察期間は 12 ヶ月 (6~18 ヶ月) であった. 競技種目は, マラソンなどの長距離走 5 例, サッカー 2 例, バスケットボール 2 例, テニス 1 例, ダンス 1 例, ボーリング 1 例であった. 本治療前と治療後 3~6 ヶ月の間に, 単純 X 線写真, 超音波断層パワードップラー⁶⁾, MRI 検査を施行し, 疼痛は visual analog scale (VAS) を用いて評価した. アキレス腱症は, 以下の項目に従い診断した. すなわち, (1) アキレス腱に対して, over use, over stress の episode があり, (2) 踵骨付着部や腱実質部に運動時痛があり, (3) 同部に再現性のある圧痛があり, (4) 腱の膨隆と硬化を認め, (5) 抵抗自動底屈運動により疼痛が誘発され, (6) 超音波断層パワードップラー検査において, 腱内に Del Buono 分類 Grade III 以上の異常血管増生 (hypervascularity, neovascularity) を認め⁶⁾, (7) MRI の T2* 画像にて腱内に高信号域を認めた症例を本

吉田 衛
〒 359-1151 所沢市若狭 2-1671
独立行政法人国立病院機構西埼玉中央病院整形外科
TEL 042-948-1111/PHS # 8726

1) 独立行政法人国立病院機構西埼玉中央病院整形外科
Division of Orthopaedic Surgery, National Hospital Organization Nishisaitama-Chuo National Hospital
2) 東京慈恵会医科大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, The Jikei University School of Medicine

表1 アキレス腱症に対する自己多血小板血漿療法の治療成績と各種パラメーター

スポーツ活動 への復帰	症例数 (n)	性別 (男:女)	平均年齢 (歳)	発症から治療 までの平均期間 (月)	Del Buono 分類 ⁶⁾ (Grade I~V, n)
○	10	6:4	57.9 (20~90)	6.8 (4~12)	Grade III 7 Grade IV 3
△	1	1:0	41	30	Grade IV 1
×	1	1:0	51	18	Grade IV 1

症と診断した。アキレス腱付着部症は2例、アキレス腱実質部の腱症は8例、これらの混合型は2例で、この2例に腱内石灰化を認めた。

治療に用いたPRPは、それぞれの症例から全血20mlを採血後、Keylight社製MyCells PRP preparation systemを用いて作製した⁷⁻⁹⁾。得られたPRPの平均容量は、約3.0mlであった。すべての症例において、得られたPRPから100 μ lを採取し、これを900 μ lの生食に混合し、血小板と白血球濃度を測定した。PRPの注射方法は、peppering techniqueに従い、患部の圧痛点を中心に放射状に4方向へ針を刺入し注入した。初回注射後、下腿足尖シーネを用いて足関節を固定し、完全免荷を約1週間施行した。その後は、症状をみながら徐々に自動運動と荷重を開始した。初回注射後3週で、疼痛VASと圧痛の程度を評価し、十分に軽減していない場合には、同意を得て2回目のPRP注射を施行した。2回目注射後は、弾力包帯固定し、1週間の部分荷重後、全荷重歩行した。2回目注射後3週で、再度、疼痛VASと圧痛の程度を評価し、3回目の注射の実施の有無を決定した。以降、3週間隔で診察し評価した。1回目注射後3~6ヵ月の間に、超音波断層パワードップラー(日立アロカ社製ノブルス, Power Doppler 6.5MHz, color gain 41)とMRI(フィリップス社製1.5 tesla)検査を施行した。統計学的解析は、ウィルコクソンの順位検定を用いた。

結 果

PRPの平均白血球濃度は、 $3,950 \pm 492/\mu$ lであり、採血で得られた全血の白血球濃度の約65%であった。また、平均血小板濃度は、 $92.2 \pm 9.5 \times 104/\mu$ lであった。全例において、PRP治療後に有害事象の発生はなかった。疼痛がほぼ消失し、発症前のスポーツ活動へ復帰したのは10例(83%)で(表1)、これらの症例の疼痛VASは、治療後最終診察時には、0.5以下に有意に低下し(図1)、Japanese Orthopaedic Association(JOA)スコア

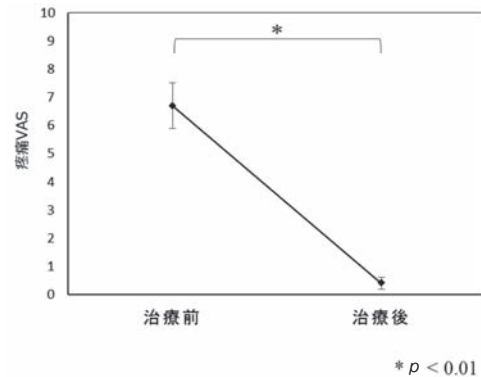


図1 発症前のスポーツ活動に復帰した症例のPRP治療前後の疼痛VAS値
復帰症例の疼痛VAS値は、PRP治療後に有意に低下した。

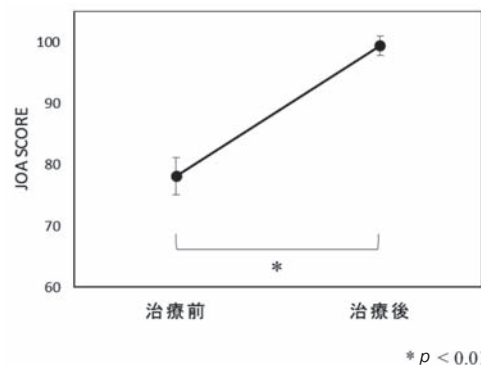


図2 発症前のスポーツ活動に復帰した症例のPRP治療前後のJOAスコア
復帰症例のJOAスコアは、PRP治療後に有意に増加した。

は、治療前平均78.1点が治療後平均99.4点へ有意に増加した(図2)。復帰症例の発症からPRP治療開始までの平均期間は6.8ヵ月(4~12ヵ月)で、平均PRP注射回数は、1.8回(1~3回)、1回目の注射からスポーツ活動へ復帰した平均期間は約9.7週間(6~14週間)であった。超音波断層パワードップラーによるDel Buono分

類では、治療開始前は、Grade III 7 例、Grade IV 3 例であったが、治療開始後 3~6 月で、Grade III の 7 例が Grade II 6 例と Grade I 1 例に移行し、Grade IV の 3 例が Grade III 1 例と Grade II 2 例に移行した。また、MRI の T2* 画像でみられた高信号域は、治療開始後 3~6 月で縮小または消失した⁸⁾。一方、本治療後も疼痛 VAS は変わらず、スポーツ活動への復帰が不可であった症例は 1 例 (8%) であり、疼痛 VAS は低下したが疼痛が残存し、不完全復帰であった症例は 1 例 (8%) であった (表 1)。両症例とも男性のアマチュア長距離走選手で、腱内石灰化のない腱実質部の腱症で、PRP 注射回数はそれぞれ 3 回と 5 回であった。この 2 症例の発症から PRP 治療開始までの平均期間は、平均 27 ヶ月 (18 ヶ月と 36 ヶ月) であり、復帰症例の平均期間と比較し長く、また、アキレス腱の硬化の程度は、復帰症例と比較し顕著であった。Del Buono 分類は、両症例とも Grade IV であった (表 1)。MRI の T2* 画像では、疼痛が変わらず復帰不可であった症例の腱内に、約 3.0×1.5 cm の高信号域を認めたが、不完全復帰症例には高信号域を認めなかった⁷⁾。

症例 1

63 歳、男性。アマチュアテニス選手。約 7 ヶ月間の保存加療が無効であった右混合型アキレス腱症。明らかな外傷の既往はなく、爪先立ちは可能で、腱実質部に長さ約 1.5 cm の軽度の陥凹があり、同部と腱付着部に圧痛を認めた。Del Buono 分類は Grade IV であり、MRI の T2* 矢状断では、腱実質部から腱付着部にかけて広範な高信号域があり、腱実質部後側の境界が不明瞭であった (図 3)。PRP 治療を 2 回施行したところ、疼痛はほぼ消失し、治療開始から約 10 週間後に発症前のスポーツ活動に復帰した。治療前にみられた腱実質部の陥凹は平坦化し、同部の圧痛は消失した。治療後の Del Buono 分類は Grade II に移行し、MRI の T2* 矢状断では、腱実質部の高信号域は消失し、腱後側の境界は明瞭化した。が、腱付着部の高信号域は残存した (図 3)。

症例 2

90 歳、女性。約 5 ヶ月間の保存加療が無効で、ボーリングが原因と推察された右アキレス腱症。Del Buono 分類では、Grade III であり、MRI の T2* 矢状断では、腱内に長さ約 3.0 cm の高信号域を認めた (図 4)。PRP 治療を 2 回施行したところ、治療開始から約 10 週間後に発症前のスポーツ活動に復帰した。治療後の Del Buono 分類は、Grade II に移行し、T2* 矢状断でみられた高信号域は消失した (図 4)。(その他の症例は文献 7, 8 に

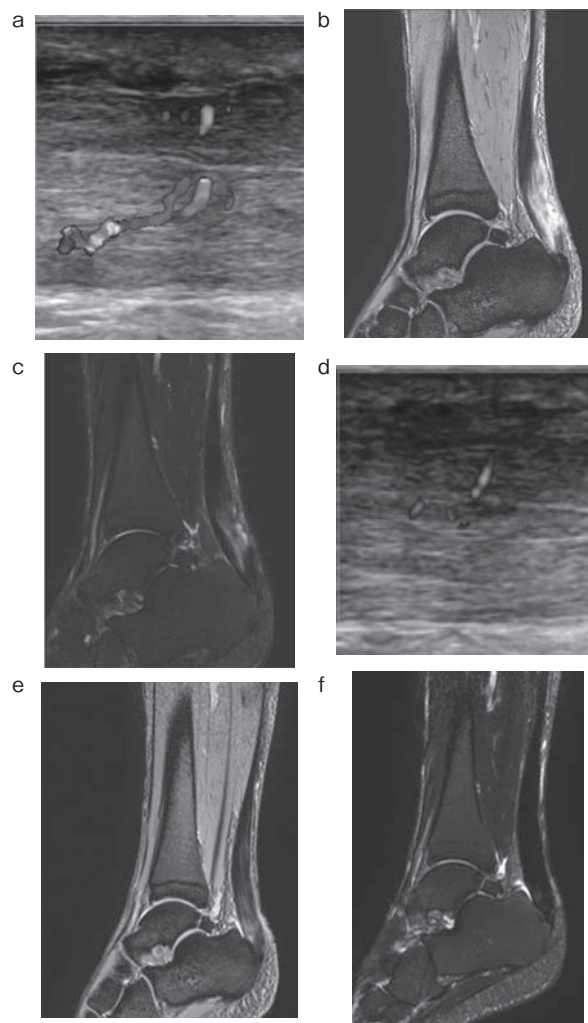


図 3 症例 1

- a : PRP 治療開始前の超音波パワードップラー矢状断像。Del Buono 分類 Grade IV。
- b : PRP 治療開始前の MRI T2* 矢状断像。腱実質部から腱付着部にかけて広範な高信号域があり、腱実質部後側の境界が不明瞭である。
- c : PRP 治療開始前の MRI STIR 矢状断像。腱実質部から腱付着部にかけて広範な高信号域があり、腱実質部後側の陥凹がみられる。
- d : PRP 治療後のパワードップラー矢状断像。Del Buono 分類 Grade II。
- e : PRP 治療後の MRI T2* 強調矢状断。腱実質部の高信号域はほぼ消失し、腱後側の境界は明瞭化した。が、腱付着部の高信号域は残存した。
- f : PRP 治療後の MRI STIR 矢状断像。腱実質部の高信号域は消失し、腱後側の陥凹は平坦化し境界は明瞭化した。

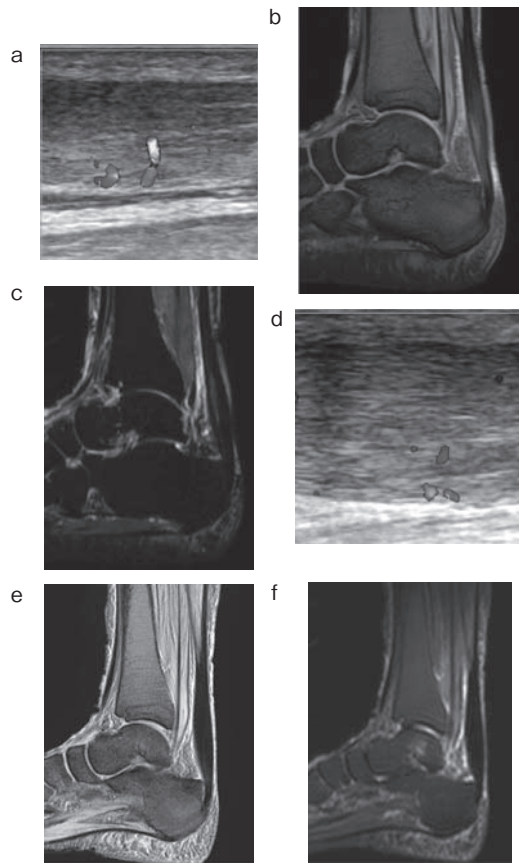


図4 症例2

- a: PRP 治療開始前のパワードップラー矢状断像。Del Buono 分類 Grade III.
- b: PRP 治療開始前の MRI T2* 矢状断像。腱実質部に高信号域がある。
- c: PRP 治療開始前の MRI STIR 矢状断像。腱実質部に高信号域がある。
- d: PRP 治療後のパワードップラー矢状断像。Del Buono 分類 Grade II.
- e: PRP 治療後の MRI T2* 矢状断像。腱実質部の高信号域は消失した。
- f: PRP 治療後の MRI STIR 矢状断像。腱実質部の高信号域は消失した。

掲載)

考 察

アキレス腱症の発生頻度は、肘関節内側・外側上顆炎のそれに高く、長距離走などのスポーツ活動が主な原因とされている。現時点においては、本症の病態に適した根治療法は確立しておらず、対症療法的な保存加療が一般に行なわれるため、治療に難渋することが多い。

われわれは、アキレス腱症に対し PRP 治療を試み、以下の知見を得た。すなわち、(1) 発症から本治療開始までの期間が1年以下で、アキレス腱の硬化が顕著でない症例は、本治療により疼痛が消失し、発症前のスポーツ活動に復帰した。(2) 復帰症例では、治療開始前にパワードップラーでみられた異常血管増生は、本治療により有意に減少し、(3) MRI の T2* 画像でみられた腱内の高信号域は縮小または消失した。(4) 発症から PRP 治療までの期間が1年半以上あり、腱の硬化が比較的顕著である症例は、本治療を複数回施行しても疼痛が残存し、発症前のスポーツ活動に復帰できなかった。(5) 本治療による有害事象の発生はなかった。以上の所見から、PRP 治療は、発症からの経過が1年半以上あり、アキレス腱の硬化が比較的顕著である症例を除き、アキレス腱症に対し有効かつ安全であることが示唆された。

アキレス腱症における疼痛発生機序は、いまだ不明であり、最も有力な説は、異常血管増生を原因とする説である。アキレス腱症を含む、肘内側・外側上顆炎や膝蓋腱症などの腱症では、超音波断層パワードップラーや血管造影検査で、細動脈の異常血管増生を認めることが多い。この増生した細動脈を、カテーテルを用いた血管造影の手技により、塞栓物質により塞栓すると、ほとんどの症例で直ちに疼痛が消失する¹⁰⁻¹³⁾。このことから、増生した血管に伴走する感覚神経の自由神経終末が、腱症の疼痛発生に関与すると推察されている。本研究においても、復帰症例の Del Buono 分類は、全例、治療後にその Grade が低下しており、この説を強く支持するものである。しかし、アキレス腱実質部の腱症では、異常増生した血管を塞栓しても疼痛が残存する症例があり、他の腱症と異なり、異常血管増生以外の疼痛発生機序の関与が示唆されている。また、PRP 治療により、増生した血管が消失または減少したと推察されるが、その機序については不明である。

自己多血小板血漿治療は、血小板に内在する、組織の修復反応を司る一群のサイトカインやシグナル伝達分子を、修復反応が遅延または停止している部位に供給することにより、修復反応を惹起・誘導し組織の修復を図る方法である。近年、本治療法は、炎症反応がなく修復反応が遅延または停止している腱付着部症・腱症や陳旧性靱帯・筋損傷などに対し試みられている¹⁻⁵⁾。復帰症例では、MRI の T2* 画像でみられた高信号域が、本治療後に縮小または消失したことから、変性または断裂した腱組織が、PRP 治療により、健常の腱組織に修復されたものと推察される。また、修復反応を阻害する機械的刺激や負荷を避けるため、PRP 注入後に外固定を施行し免荷した。

われわれは、トレッドミルを用いて腱症の動物モデルを作製し、PRP治療の有効性と安全性を検証し、至適血小板濃度の解析を行なった⁹⁾。その結果、腱症に対し、PRP治療は、有効かつ安全であり、この知見は、本研究結果を支持するものであった。

腱の線維化が顕著で、PRP治療により治癒しないアキレス腱症に対しては、病的に形成された異常線維組織を破壊する目的で、コラゲナーゼなどの蛋白質分解酵素を併用する方法や、白血球濃度の高いPRPを使用する方法などが考えられる。また、線維化した組織を切除し腱を形成する、multiple longitudinal tenotomy手術とPRP治療を併用し、健常腱組織の再生を試みる方法なども考えられるが、今後の課題である。

結 語

自己多血小板血漿治療は、腱の線維化が比較的顕著な症例を除き、アキレス腱症に対し、有効かつ安全であることが示唆された。

文 献

- 1) de Vos RJ et al : Platelet-rich plasma injection for chronic Achilles tendinopathy : A randomized controlled trial. JAMA, 303 : 144-149, 2010.
- 2) de Jones S et al : One-year follow-up of platelet-rich plasma treatment in chronic Achilles tendinopathy : a double-blind randomized placebo-controlled trial. Am J Sports Med, 39 : 1623-1629, 2011.
- 3) Murawski CD et al : A single platelet-rich plasma injection for chronic midsubstance achilles tendinopathy : a retrospective preliminary analysis. Foot Ankle Spec, 7 : 372-376, 2014.
- 4) Filardo G et al : Platelet-rich plasma injections for the treatment of refractory Achilles tendinopathy : results at 4 years. Blood Transfus, 12 : 533-540, 2014.
- 5) Guelfi M et al : Long-term beneficial effects of platelet-rich plasma for non-insertional Achilles tendinopathy. Foot Ankle Surg, 21 : 178-181, 2015.
- 6) Del Buono A et al : Achilles tendon : functional anatomy and novel emerging models of imaging classification. Int Orthop, 37 : 715-721, 2013.
- 7) 吉田 衛ほか : 自己多血小板血漿療法 of 短期治療成績. JOSKAS, 41 : 538-539, 2016.
- 8) 吉田 衛ほか : 部分断裂を伴う腱症に対し自己多血小板血漿治療した4例. 整スボ会誌, 36 : 91-95, 2016.
- 9) Yoshida M et al : Efficacy of autologous leukocyte-reduced platelet-rich plasma therapy for patellar tendinopathy in a rat treadmill model. Muscles Ligaments Tendons J, 6 : 205-215, 2016.
- 10) Alfredson H et al : Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis? An investigation using ultrasonography and colour Doppler, immunohistochemistry, and diagnostic injections. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 11 : 334-338, 2003.
- 11) Ohberg L et al : Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 12 : 465-470, 2004.
- 12) Okuno Y et al : Pathological neoangiogenesis depends on oxidative stress regulation by ATM. Nat Med, 18 : 1208-1216, 2012.
- 13) Okuno Y et al : Transcatheter arterial embolization using imipenem/cilastatin sodium for tendinopathy and enthesopathy refractory to nonsurgical management. J Vasc Interv Radiol, 24 : 787-792, 2013.

発育期腰椎分離症～新鮮例に必要なストラテジーとは～

The Acute Lumbar Spondylolysis in Children

～To Be Healed or Not to Be Healed～

酒巻 忠範 Tadanori Sakamaki

● Key words

発育期腰椎分離症, 骨癒合, MRI

● 要旨

発育期腰椎分離症は、椎弓根の MRI 高輝度変化 (high signal change ; HSC) に着目した早期診断が普及し、治療に至る流れが進歩した。しかし HSC 例すべてに骨癒合が期待できるわけではなく、初期と進行期、片側と両側、さらに L3,4 と L5 で骨癒合の状況が異なる。そこで HSC 治療例を retrospective に比較し、新鮮分離の治療開始時に必要なストラテジーを検討した。結論として HSC を呈する新鮮分離では、1) L3 & 4 および L5 片側分離は治る分離症であり、確実な安静固定で骨癒合をめざすべきである。2) L5・両側・進行期分離の骨癒合は 50 % 以下であり、growth spurt が終了した中高生には除痛目的の治療が現実的な選択肢である。

目 的

発育期腰椎分離症は、椎弓根の MRI 高輝度変化 (high signal change ; HSC) に着目した早期診断¹⁾ (図 1) が普及し、治療に至る流れが進歩した^{2,3)}。しかし HSC 例すべてに骨癒合が期待できるわけではなく、初期と進行期、片側と両側 (図 2)、さらに L3,4 と L5 (図 3) で骨癒合の状況が異なる^{4,5)}。そこで HSC 治療例を retrospective に比較し、新鮮分離の治療開始時に必要なストラテジーを検討した。

対象と方法

対象は、2006～2014 年の 8 年間で腰痛を主訴に当院を受診した小学生から高校生 (9～18 歳) のうち、MRI 脂肪抑制画像で HSC を認めた 102 例であった。

検討項目は 1) 102 例のうち、体幹装具で治療し 6 ヶ月

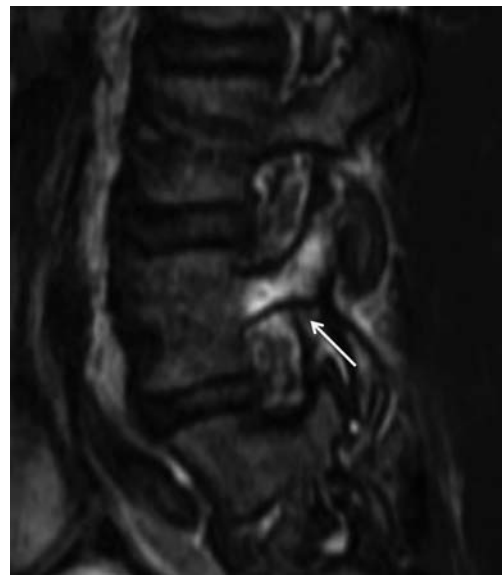


図 1 HSC (high signal change)

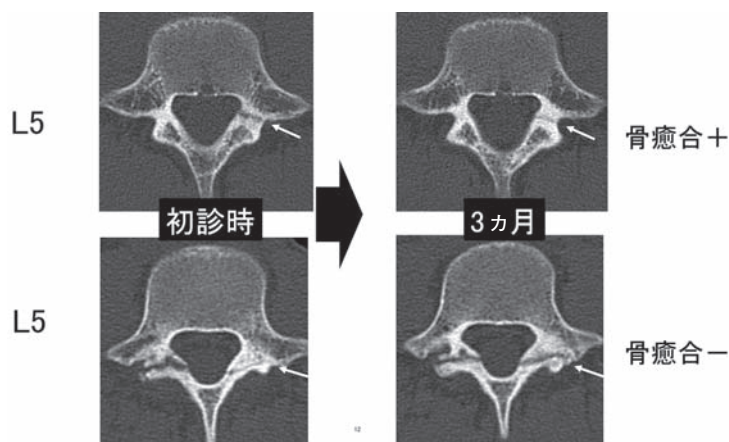


図2 同じ初期でも、片側と両側で骨癒合が異なる

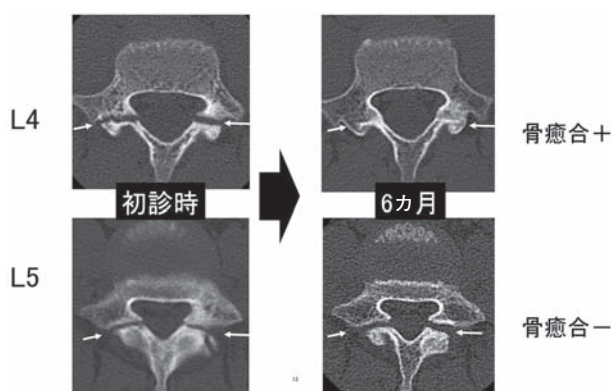


図3 同じ進行期でも L3, 4 と L5 で骨癒合が異なる

以上経過を追えた 67 例に対し、高輝度を呈する片側の 1 分離を 1 としてカウントした合計 98 分離の骨癒合を CT により判定した。その際片側分離を U 群、両側分離を B 群とし、片側それぞれで部位別・進行度別に判定した(図 4)。なお対側偽関節の片側新鮮分離は B 群に分類した。および 2) HSC 102 例に対し、潜在性二分脊椎 (spina bifida occulta : SBO) の有無を椎体別に調べることであった。

結 果

1) 67 例・98 分離の内訳は L3,4 が初期 42 分離 (U 群 13, B 群 29), 進行期 5 分離 (U 群 0, B 群 5), L5 は初期 38 分離 (U 群 21, B 群 17), 進行期 13 分離 (U 群 2, B 群 11) であった (表 1)。

骨癒合は L3,4 では初期 42 分離 (U 群 13, B 群 29), 進行期 5 分離 (U 群 0, B 群 5) とともに全例で癒合を認め 100 % であった。L5 は初期 33 分離 (U 群 21, B 群 12), 進行期 7 分離 (U 群 2, B 群 5)。U 群では初期 21 例, 進

行期 2 例とともに全例で癒合を認め 100 % であったが, B 群では初期 12 例・71 %, 進行期は 5 例・46 % であった (表 2,3)。

2) SBO は全体 102 例のうち 65 例・64 % と高率に合併したが, L3,4 は 25 例・64 %, L5 は 40 例・63 % であり両群間に有意差は認めなかった (図 5)。

考 察

これまで腰椎分離症と SBO の関連性は報告されてきたが, 今回の結果でも合併は 64 % と高率であり, 分離症の発症には何らかの素因が関与するものと推察される。しかしほぼ全員がスポーツ選手であることから, 分離の発症はオーバーユースによる stress 骨折が最大の要因といえる。Sakai らは MRI による HSC 陽性 15 例を対象とした prospective study⁶⁾ から, 治療開始 3 ヶ月後の HSC 消失が骨癒合の目安になること, また治療開始が遅れた場合, HSC が長く残存すると報告した。そのため新鮮分離は stress 骨折であればこそ, 確実な安

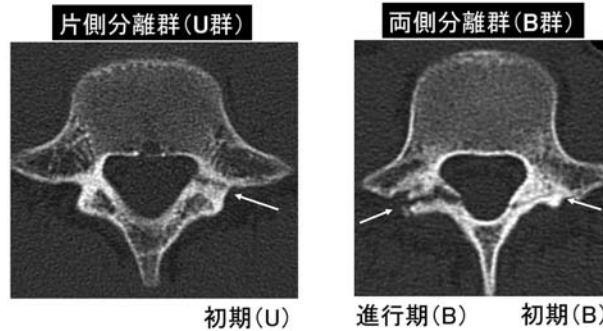


図4 片側分離群(U群)および両側分離群(B群)に分け、片側それぞれで部位別・進行度別にCTによる骨癒合判定

表1 98分離の内訳(数)

	初期	進行期
L3,4	42 (U・B) 13・29	5 (U・B) 0・5
L5	38 (U・B) 21・17	13 (U・B) 2・11

表2 骨癒合 87/98分離の内訳(骨癒合の数/分離の数)

	初期	進行期
L3,4	42/42 (U・B) 13/13・29/29	5/5 (U・B) 0・5/5
L5	33/38 (U・B) 21/21・12/17	7/13 (U・B) 2/2・5/11

表3 骨癒合率(%)

	初期	進行期
L3,4	100	100
L5	87 (U・B) 100・71	54 (U・B) 100・46

静固定によるHSCの早期消失・骨癒合をめざすことが、結果として早期のスポーツ復帰につながるといえる。

今回の結果を踏まえて、新鮮分離の治療開始時に必要な戦略はどうあるべきか。まずHSCを呈するL3 & 4およびL5片側分離は骨癒合が可能な分離症であり、治療には確実な安静固定が原則である。一方HSCがあってもL5・両側・進行期分離の骨癒合は50%以下であり、治療には骨癒合をめざすだけではなく、治らない場合も想定した選択肢を用意する必要がある。つまりgrowth spurt以前の小学生は、すべりの進展⁷⁻⁹⁾を

全102例中 65例・64%

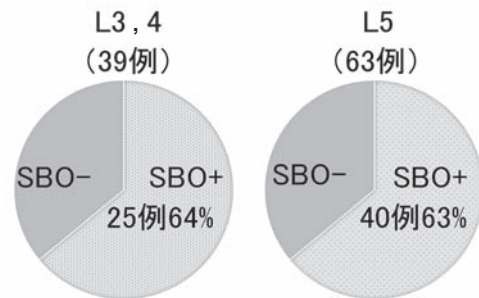


図5 潜在性二分脊椎(SBO)の割合

防ぐためにたとえ癒合が得られなくても、スポーツ休止と体幹コルセット¹⁰⁾の装着が必要であるが、growth spurtが終了した中高生ではすべりの危険性がほとんどないため、ライトブレースを装着した競技継続が現実的な選択肢である。

近年、酒井¹¹⁾は発育期腰椎分離症の再発率を検討した。ストレッチなどのコンディショニング指導を行わず復帰していた時期では、約30%との高い再発がみられたが、ジャックナイフストレッチ¹²⁾などのストレッチを指導するようになり再発率は低下したと報告した。腰痛治療の原則として腰部のスタビリティと近隣関節のモビリティが提唱されている。これは、joint by joint theoryの観点からも明らかである¹³⁾。したがって、発育期分離症患者の治療に当たっては、今回報告した局所の治療はもとより、腰部のスタビリティすなわちコアエクササイズに加え、近隣関節である胸郭と股関節周囲のモビリティを高める運動療法も考慮する必要がある。

結 論

HSCを呈する新鮮分離では、1) L3 & 4およびL5片

側分離は治る分離症であり，確実な安静固定で骨癒合をめざすべきである．2)L5・両側・進行期分離の骨癒合は50%以下であり，growth spurtが終了した中高生には除痛目的の治療が現実的な選択肢である．

文 献

- 1) 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*, 31 : 206-211, 2006.
- 2) Sairyo K et al : Conservative treatment for pediatric lumbar spondylolysis to achieve bone healing using a hard brace : what type and how long? *J Neurosurg Spine*, 16 : 610-614, 2012.
- 3) 酒巻忠範ほか：発育期腰椎分離症の早期診断と保存療法のポイント．*整・災外*, 55 : 467-475, 2012.
- 4) 酒巻忠範ほか：腰部のスポーツ傷害；公式をもちいた腰椎分離症治療のストラテジー こどものスポーツ外来．In : 田中康仁ほか，ed, こどものスポーツ外来—親もナットク！このケア・この説明—．全日本病院出版会，東京：120-129, 2015.
- 5) Goda Y et al : Analysis of MRI signal changes in the adjacent pedicle of adolescent patients with fresh lumbar spondylolysis. *Eur Spine J*, 23 : 1892-1895, 2014.
- 6) Sakai T et al : Significance of magnetic resonance imaging signal change in the pedicle in the management of pediatric lumbar spondylolysis. *Spine*, 35 : E641-E645, 2010.
- 7) Sairyo K et al : Development of spondylolyticolisthesis in adolescents. *Spine J*, 1 : 171-175, 2001.
- 8) Sakamaki T et al : The pathogenesis of slippage and deformity in the pediatric lumbar spine : a radiographic and histologic study using a new rat in vivo model. *Spine*, 28 : 645-650, 2003.
- 9) Sairyo K et al : Vertebral forward slippage in immature lumbar spine occurs following epiphyseal separation and its occurrence is unrelated to disc degeneration : is the pediatric spondylolisthesis a physis stress fracture of vertebral body? *Spine*, 29 : 524-527, 2003.
- 10) 酒巻忠範：学校スポーツにおける腰椎分離症の装具療法．*臨スポーツ医*, 30 : 765-771, 2013.
- 11) 酒井紀典：発育期腰椎分離症の保存治療 update 骨はつくのか？つかないのか？ *MB Orthop*, 29 : 75-80, 2016.
- 12) 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.
- 13) 本橋恵美：Joint by Joint Theory—関節別の主な機能から障害の原因を探る—．*臨スポーツ医*, 33 : 908-916, 2016.

2016 JOSSM-USA Traveling Fellow 体験記

札幌医科大学医学部整形外科 寺本 篤史

2016年7月6日から7月24日までの19日間、慶友整形外科の古島弘三先生、岡山大学整形外科の古松毅之先生とともにJOSSM-USA Traveling fellowとして米国スポーツ整形外科の代表的な施設を訪問させて頂きました。本稿では各施設での貴重な経験を振り返るとともに、筆者の感じたことを率直に述べたいと思います。

トラベリングフェロー3人の絆

筆者のもとにトラベリングフェロー選考結果が届いたのは2015年11月のことでした。その際に古島先生、古松先生とともに選考されたことが初めてわかりました。お2人とも名前を見かけたことはありましたが、直接会って話をしたことはありませんでした。すぐにメールで連絡を取り合い、準備を進めていくことになりました。そんな中、前回フェローの松浦哲也先生(徳島大学)、田崎篤先生(聖路加国際病院)、田島卓也先生(宮崎大学)から壮行会を開いて頂けることになりました。2016年5月、日整会会期中に6人で顔を合わせ、前回フェローの先生方の体験談を肴に横浜でお酒を飲み、われわれ3人の距離は一気に縮まりました。二次会でも古島先生と古松先生は日本酒をグイグイ呑み、われわれのリーダーは年長の古島先生に決定しました。その後は古島先生が中心となり飛行機や宿泊の手配を一気に進めていくてくれました。

準備万端で成田空港に集合したわれわれ3人は何一つ不安なく日本を出発しました。米国到着後はどの施設においても、リーダーの古島先生と切り込み隊長の古松先生が積極的に振る舞ってくれたおかげで、筆者は何一つストレスを感じることなく研修を楽しむことができました。古島先生は肘が専門、古松先生は膝、筆者は足が専門であり、3人の専門が異なることは大きなメリットとなりました。どの施設においても3人一緒の研修でしたが、専門外でわからないことについてはお互い補足し合うことができ、理解がより深まりました。また、お互いに今までの研究や力を入れている仕事も知ることができ、大変刺激になりました。観光や会食に関しては筆者を含め3人とも大変積極的であったため、思う存分楽しむことができました。時差ボケで寝不足気味の古松先生と、お酒が弱い筆者は度々眠くなってしまいうこともあり



写真1 AOSM annual meeting にて
左から古松先生、筆者、古島先生。

ましたが、リーダーの古島先生を中心に毎晩お酒も楽しみました。

トラベリングフェローが終わり、帰国後も3人で連絡を密に取り合うことでお互い刺激し合い、より良い診療と研究を重ねていけると確信しています。専門は異なりますが、スポーツ整形外科という素晴らしいフィールドで3人はつながっています。この3人でトラベリングフェローに行けたことが一番の収穫であったと思います。

米国での毎日

はじめにコロラドスプリングスで開催された American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSM) annual meeting に参加しました。われわれは参加費を免除して頂き、米国スポーツ整形外科のトピックスをたくさん学ぶことができました。私の専門とする「足」は演題が少なく、少し寂しく感じましたが、syndesmosis 損傷におけるバイオメカニクス研究など興味深い発表が多数あり、大変勉強になりました。

サンフランシスコの University of California, San Francisco (UCSF) が最初の訪問施設となりました。UCSF では Dr. Benjamin Ma がホストとしてわれわれを迎え入れてくれました。初日はスポーツクリニックでの手術見学でしたが、いずれも day surgery で肩・膝の関節鏡手術を中心に多彩な手術を見学することができました。カンファレンスではわれわれの研究について発表をする時間を与えて頂きました。鋭い質問を受け、UCSF



写真2 UC Davis でのサージカルトレーニング
左2番目から順に古島先生，筆者，古松先生，
Dr. Giza. 後方の長身は Dr. Kreulen.

のスタッフが幅広く深い知識を持っていることに感心しました。UCSF では札幌医大整形外科の先輩である長尾正人先生に大変お世話になりました。スポーツのみならず外傷を専門とする San Francisco General Hospital や Orthopaedic Trauma Institute も案内して頂きました。病院の大きさのみならず，基礎研究施設の充実にも驚きました。長尾先生にはこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

サクラメントの University of California, Davis (UC Davis) では足を専門とするホストの Dr. Eric Giza に大変良くして頂きました。初日の施設見学，レクチャーだけに留まらず，2日目にはキャグバーによるサージカルトレーニングの機会を頂きました。Dr. Giza のデモンストレーションが勉強になったのはもちろんのこと，私自身も足関節鏡を用いた新しい手技にたくさん挑戦することができました。3日目には距骨骨軟骨損傷や足関節外側靭帯損傷に対する手術を中心に，たくさんの足関節鏡下手術を見学させて頂きました。特に距骨骨軟骨損傷に対する juvenile cartilage transplantation は大変興味深い手術でした。

シカゴの RUSH University はとても大きな施設でした。Dr. Charles Bush-Joseph は丁寧に手術をする先生でした。前十字靭帯再建術では患者さんにあわせてグラフト選択を行っていました。RUSH はフェローとレジデントが多数おり，カンファレンスや抄読会も大変しっかりしていました。Dr. Brian Cole は大変著名な先生で，前十字靭帯再建術を中心に1日12件の手術をこなしていました。しかもシカゴ中心部でデパートなどが入る複合ビルの上層階に surgery center を構えていました。手術は効率よく進められており，たくさんの手術を毎日行えることに納得できました。Dr. Cole からは著書であるスポーツ整形外科の教科書を頂きました。

最後の訪問施設であったロサンゼルス の Kerlan-Jobe Clinic は少し残念な訪問でした。というのもホストの Dr. Neal ElAttrache が海外出張で不在でした。しかしスタッフによる膝・肩関節鏡手術をたくさん見学させて頂きました。このクリニックを訪問できたのは特別感慨深いものがありました。筆者が高校生のときに有名な某プロ野球選手が Dr. Jobe の手術を受け，見事に復活したことが大きく報道されていました。それをきっかけに筆者は医学部への進学と整形外科医への道を志したのでした。Dr. Jobe にもう会うことはできませんが，施設内にメモリアルな新聞記事などを多数見つけ，筆者が高校生のときを思い出し，とても新鮮な気持ちに帰ることができました。

休日と after 5

どの施設も仕事の終了時間は早く，毎晩私達をディナーに連れていってくれました。高級レストラン，そして時には和食など，色々と熟考してお店を選択して頂き，大変ありがたかったです。米国は留学経験もあったので，驚くような食事に巡り合うことはありませんでしたが，やはりステーキは美味しく感じました。移動日や AOSSM の空き時間は3人で観光を楽しむこともできました。コロラドスプリングスの雄大な自然とゴルフ，サンフランシスコでは快晴のゴールデンゲートブリッジ，シカゴの美術館巡りとカブス野球観戦，ロサンゼルス のベニスビーチとマリブ。もはや大人の贅沢な修学旅行と言っても過言ではありませんでした。

謝 辞

どの施設もホストを中心に大変な歓迎を頂き，そして多くの米国スポーツ整形外科医と交流を深めることができました。これは JOSSM の先生方が長年かけて築き上げた AOSSM との友好関係のおかげと改めて感じました。何より高岸憲二前理事長，松本秀男理事長，別府諸兄国際委員会アドバイザー，菅谷啓之国際委員会担当理事，熊井司国際委員会委員長をはじめ，JOSSM 会員の皆様のおかげであり，深く御礼申し上げます。また，期間中はトラブルに見舞われることもなく，快適で楽しい研修を3人で送ることができました。訪問先との連絡や調整など JOSSM 事務局の斉藤しおりさんには大変お世話になりました。ありがとうございました。最後に，このような素晴らしい機会を与えて頂いた札幌医科大学整形外科の山下敏彦教授と，日頃から私の仕事を支えてくれている教室員の皆様に深く感謝申し上げます。

2016 JOSSM-USA Traveling Fellow 体験記

岡山大学大学院整形外科 古松 毅之

はじめに

この度、日本整形外科スポーツ医学会(JOSSM)が主催する「2016年度 JOSSM traveling fellowship」の一員として、4ヵ所のスポーツ医療関連施設を訪問するとともに、アメリカ整形外科スポーツ医学会(AOSSM)学術会議に参加する機会に恵まれました。日本から3名のスポーツ整形外科医が選出され(写真1)、アメリカ国内での19日間におよぶ充実した研修を行うことができました。今回の traveling fellowship への参加は、私にとって整形外科医師としての視野が広がっただけではなく、人生における貴重な経験となりました。2016年度の traveling fellow に選出してくださった関係者の方々、研修先のホストをはじめする医療関係者の方々、渡米前および fellowship 期間中に私を支えてくださった岡山大学整形外科の皆様、そして家族に心から感謝いたします。

私の専門分野はスポーツ医学を含めた膝関節外科であります。ここではアメリカと日本におけるスポーツ整形外科の診療体系・医療システムの違いについて考察するとともに、アメリカでの「Amazing!」な体験をできるだけ楽しく記載しようと思います。

アメリカでの医学研修上級者への道

今回の traveling fellowship は19日間で5ヵ所を訪問するため、必然的に各施設2~3日間の研修となります。AOSSM 学会期間中は課外活動(Colorado Springs でゴルフと観光!)を含めてゆったりと過ごすことが可能でしたが、病院訪問となると移動に続く移動、まさに「Hello & Goodbye」の強行スケジュールでした。しかも、連日の dinner と接待攻勢(写真2)で食傷気味になることは避けられません。ただ、ホストも車で帰らなければならない場合が多く、かつ翌日の診療もあるため21時頃には「お開き」となります。ホームパーティーでも日本のような「アルコールの飲み方」はしないため、二日酔いにはならないのが救いです……。しかし、アメリカの医療機関は朝が早い! 渡米後の時差ボケにより体力回復もままならない中で、午前8時には手術開始となります。この背景として、医療保険における制約のためにスポーツ関連手術のほとんどを「日帰り手術(day surgery)」で行う必要があることが挙げられます。また、アメリカ人は「After 5」を充実させることに命をかけていますので、ひとりの operator の手術が1日で10



写真1 Garden of the Gods(Colorado Springs)にて2016年度 JOSSM traveling fellow とともに(左から慶友整形外科病院の古島弘三先生、札幌医科大学整形外科の寺本篤史先生、筆者)。



写真2 人気レストラン Joe's Stone Crab(Chicago)にて Department head の Dr. Bach が場を盛り上げてくれます。左下が「Surf & turf」(名物の stone crab とフィレ肉を一皿で楽しめる!)

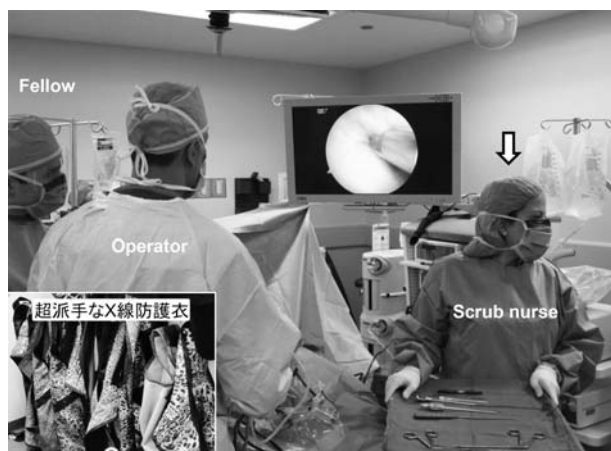


写真3 Water Tower Place というショッピングモール内にある Gold Coast Surgicenter (Rush University, Chicago) の手術室
半月板損傷に対する関節鏡視下手術。ノリのいい器械出し看護師(おしゃべりに夢中でも器械はタイミングよく渡してくれる……矢印)。X線防護衣もヒョウ柄・シマウマ柄・キリン柄と大阪のオバちゃん以上にド派手……。

件あろうとも17時には終了するように予定が組まれています。異文化交流を目的とした海外での研修を存分に楽しむためには、やはり「体力・気力」が鍵となるでしょう。また、食事を含めた海外生活への「適応力」も重要です。40歳を過ぎると海外での長期滞在が苦痛になってきますので、30代後半での積極的な fellowship への応募が理想的です……。

アメリカでの研修を充実させるためには、“When in America, do as the Americans do”です。基本的にアメリカの医療スタッフは「かなり陽気」です。コメディカルを含め、外国からの見学者に対してもかなり friendly！手術室が特殊な空間であることは日本も同様ですが、アメリカでは scrub nurse (器械出し看護師) が超ハイテンション(写真3)！何せ手術中にかかっている音楽で踊っちゃっていますから……。また、外回り看護師 (circulating nurse と表現しますが、なんかオシャレ) が拍車をかけます。Cyndi Lauper (シンディ・ローパー) のノリノリな楽曲がかかっていたので、それとなく「これは Cyndi Lauper だね」と声をかけた途端、“There you are!”を連発されました。Operator までもが「Karaoke (カラオキ) でいつも歌ってるんだろ？」とつつこんできます。アメリカでの研修上級者を目指すなら、ここはチャンスです。「もちろん！Karaoke は僕の趣味だし」と盛り上がっちゃいましょう。一気に仲良く

なれますし、色々な話に発展します。どこの国でもそうでしょうが、自国の懐メロを外国の人が知っていたら嬉しいですね！日本の手術室では、看護師が国内ましてや外国からの見学者に声をかけることはほとんどないでしょうから、ちょっと残念です。アメリカンスタイルを受け入れ、好奇心をもって積極的にアプローチすれば、アメリカでの研修はかなり楽しいものとなるでしょう。

アメリカにおけるスポーツ整形外科診療

スポーツ整形外科診療におけるアメリカと日本の違いについてですが、アメリカでは入院費用が高額であるために外来手術 (outpatient surgery) が多く、患者さんは午前5時頃から来院しているケースもあります。前十字靱帯 (anterior cruciate ligament: ACL) 再建術や肩腱板修復術などの関節鏡視下手術はすべて外来手術！ちなみに患者さんは遠方から来院していることが多く、このような場合どうやって外来手術を受けるのか？実はカラクリがあります。一般的に患者さんは家族とともに来院しますが、デパートの中に day surgery center が併設されていたり、すぐ近くにホテルやレストランがいくつもあったりと、家族とともに有意義な時間を過ごせるようになっているのです。まさに複数の業種が潤う仕組み！つまり、手術の前日と当日は高級ホテルに泊まり、食事も含めて贅沢をする。スポーツ整形外科関連の手術自体が家族揃っての旅行やイベントといった雰囲気です。手術の翌日は、physician assistant (PA, ただの事務員ではなく手術もサポートする専門職) が電話で状態を確認するだけで、執刀医の診察などありませんし、患者さんも自宅へと帰っていきます。日本では ACL 再建術後に2~4週の入院を要しますが、アメリカの整形外科医に言わせると“Oh! Crazy!”となります。彼らからすると、患者さんが恐ろしい金額を払わされている、もしくは保険会社や政府が多額の負担を強いられていると感じるようです。どちらが理想的な医療環境であるかは不明ですが、日本では手術後すぐに放置されることに対する患者さんの不安感が強く、かつ中小医療機関における手術のニーズも高いため、現段階ではアメリカのスポーツ整形外科診療システムが普及することは困難でしょう。この背景として、アメリカでは ACL 再建術を含め専門性の高い手術は、有名な医療機関に所属する数人の faculty (スタッフドクター) に集中する傾向が顕著であり、かつ保険会社が指定する医療機関でしか治療を受けることができないという制約があります。そのため、アメリカではブランド力を有する限られた医療機関での

み専門的な医療が提供される傾向にあるようです。

また、アメリカでスポーツ整形外科を志す医師は、卒業した大学とは異なる医療機関で resident としての研修を5年、その後さらに自分のキャリアを高めるために有名な faculty が多く所属する病院の fellow として1年間勤務します。スポーツ整形外科専攻の fellow 募集定員は通常1~2名と少なく、そのため必然的に競争率が高くなり、人気の高い医療機関には有能な人材が集まるという構図です。あるスポーツ整形外科医の指導を受けた resident が fellow としてアメリカ全土に拡散し、その後独立したスポーツ整形外科医として後進の育成にあたります。そのため、出身大学や研修病院を超えた「スポーツ整形外科コミュニティー」が形成されます。研修医・指導医ともにほとんどが知り合いで、fellowship 期間中には何度も「〇〇病院では〇〇先生に会ったか？」と聞かれました。日本ではほかのスポーツ整形外科医が実際にどのような診療・手術・教育を行っているかを目にする機会はほとんどありません。学会や手術見学等でしか他大学の医師との接点が得られず、どうしても閉鎖的になりがちです。一方、アメリカのシステムでは、キャリアアップを望む意欲的な若手医師が各地を流動することで、縦と横の連携および複数の師弟関係が構築されやすいものと考えられます。この点は是非とも参考にして

日本流のスポーツ整形外科医育成に生かし、診療技術の向上と英語論文数の底上げに繋げていきたいと思います。

ま と め

これは特筆すべきことですが、今回の研修先のスタッフをはじめ fellowship 関係者の親切な対応は、本当に素晴らしいものでした。また、研修プログラム・リクリエーションプラン・移動スケジュールもわれわれ JOSSM fellow に配慮してくださり、短い滞在期間でいかに有意義で楽しい研修を提供できるかについて十分に考慮されたものでした。今後は、AOSSM からの traveling fellow を JOSSM で受け入れる計画があるようですが、岡山大学病院での研修ということになれば「日本のおもてなしの心」を存分に感じていただくために努力しようと思います。

最後にこのような機会を与えていただきました岡山大学整形外科の尾崎敏文教授・教室員の先生方・秘書の方々、fellowship につきアドバイスいただきました松浦哲也先生・田崎篤先生・田島卓也先生をはじめ多数の先輩方、および JOSSM traveling fellowship 関係者の方々に心から御礼申し上げます。本当にありがとうございます。

2016 JOSSM-USA Traveling Fellow 体験記

慶友整形外科病院スポーツ医学センター 古島 弘三

2016年7月6日～23日までの期間、今回は、岡山大学整形外科の古松毅之先生と札幌医科大学整形外科の寺本篤史先生との3人でのトラベリングフェローでした。

まず、アメリカ整形外科スポーツ医学会（AOSSM）（in コロラドスプリングス）に参加し、続いて UCSF Medical Center（in サンフランシスコ）、UC Davis（in サクラメント）、RUSH University（in シカゴ）、Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic、White Memorial Medical Center（in ロサンゼルス）の4都市5病院を回らせていただきました。

7月6日～10日 AOSSM(コロラドスプリングス)

まず最初に、アメリカスポーツ医学学会（AOSSM）ではポスター発表を行いました。今回、日本人の野球障害における発表が6演題（オーラル2題、ポスター4題）、ほかにも膝のセッションが1、2題で日本人の発表がたくさんありました。例年日本人の発表は2、3演題程度の発表でしたが、今年の発表数は多かったようです。抄録採択率も10%前後の学会ですが、日本人の発表の内容がよいものが多いからでしょう。また徳島大学の松浦先生がポスター賞を受賞していましたので、野球肘障害に関しては日本の内容は素晴らしいものだと思います。

7月11日～12日 UCSF Medical Center（サンフランシスコ）

Dr. Benjamin Ma にお世話になりました。AOSSM のときにまず一度挨拶を交わり、大変親切に対応していただきました。学会では講演もしており、まだ年齢も40代半ばとこれからますます大きくなっていく肩膝の先生だと思いました。初日は朝はやくから直接 Dr.Ma の愛車で病院まで連れて行ってもらい、UCSF の Mission Bay の最近建てられたばかりの新しい病院で手術を見学しました。そこでは、hip arthroscopy や膝 OCD などの手術などやっていました。また、現地の Orthopaedic Trauma Institute の長尾先生が寺本先生の先輩でいろいろとお世話になりました。空港までお迎えいただきサンフランシスコ滞在中の3日間一緒にディナーをとともにさせていただき、長尾先生のおかげでサンフランシスコが充実しました。

カンファでは古松先生、寺本先生、私がそれぞれプレゼンをし、古松先生の ACL や半月板の手術の工夫、寺本先生のシンデスモーシスの整復の工夫についてのディスカッションは盛り上がりしました。私は当初肘頭疲労骨折について話をしようと思いましたが、肘についてあまり興味があるドクターがいなさそうでしたので、急遽投球障害に対する TOS の話をしました。おそらく悪い意



図1 今回の旅程



写真1 AOSSM ポスター発表
フェロー同士と今回の発表者らと。

味で“クレイジー”と言っていました。

7月13日～15日 UC Davis (サクラメント)

サクラメントはサンフランシスコから車で約1時間半かからないくらい東に行ったところにあります。サクラメントは日中40℃を越す暑さです。私の住む館林も同じくらい暑いですが、ここは湿気がなく乾燥しているためまだそれほど汗はかきませんでした。ですが、頭皮にあたる日差しが強さはかなりのものでした。ここではポケモンGoが流行っており、Dr.Gizaもやっていました。

UC DavisではDr.GizaとDr.Chrisにお世話になりました。ともにankle and footの先生でカリフォルニアでも4人しかいないとのこと、とても若い先生でした。計2日半滞在し、初日は大学から1時間離れたトレーシーという町のキャダバーラボまで行き、ankleの関節鏡視下靱帯縫合、腓骨筋腱脱臼、アキレス腱縫合のnew deviceを使ったりとトレーニングさせてもらいました。手術は1日で足関節の手術が8件ほどあり、OCD、足関節不安定症、外側靱帯損傷、腓骨筋腱脱臼などよく見る症例でした。足関節における手術のトップサーजनの手術が見ることができたことは大変有意義でした。足関節を志すドクターならUC Davisはお勧めだと思います。



写真2 UCSF
上からフェロー発表(Dr.古松)。カンファレンス後ドクターらと。手術風景。

7月17日～19日 RUSH University (シカゴ)

研修前日の日曜日の夜にDr.Bachとの食事会が開かれました。わざわざ教授の自家用車でホテルまで迎えに来てくれ感激しました。フェローら4人とわれわれ3人の計7人で、Joh'sというsea foodレストランでしたが、このお店は大変おいしく、絶対にお勧めできます。この食事会でDr.Bachとの親睦が深まり、後日の研修が大変気楽になりました。最後には、サイン入りの教科書をプレゼントしていただきました。

RUSHのメインの病院はシカゴ市内から15分程度であり便利な地理的環境にあり、整形のレジデントは20名程度いてフェローは6名いました。Dr.Coleは全米でもトップランキングに選ばれるドクターとして有名とのこと、年間1,000件の手術をこなしているということでした。手術は1日に10件ほど(ACL5件、肩腱板4



写真3 US Davisのスタッフらと食事
Dr. Giza(手前左), Dr. Chris(手前右).

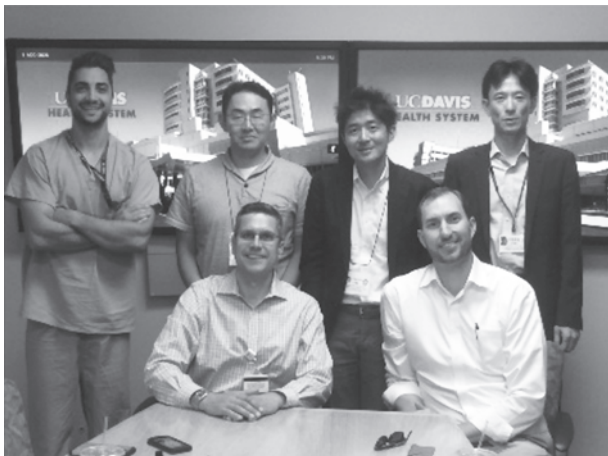


写真4 Dr. BachとJoe's シーフードレストランで
楠本のメッセージ.

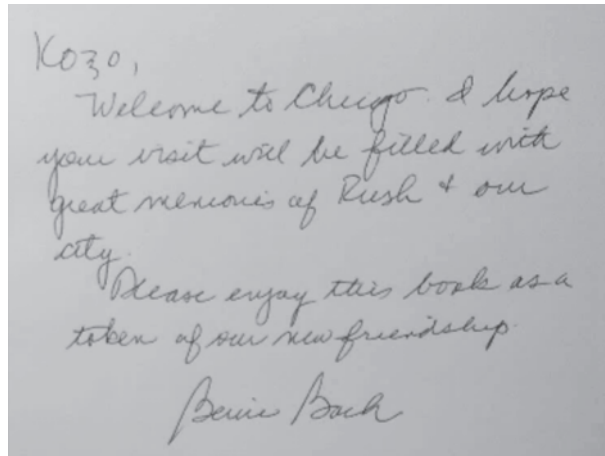


写真5 Dr. Coleの自宅でフェローらと(写真中央がDr. Cole)



写真6 White Memorial Hospital
腰痛でベルトをしている Dr. Itamura(中央).

件 その他)やっており、2部屋で進行していました。ほぼフェローとレジデントが手術の準備から閉創まで行い、肝心な(ACL)骨孔作製と腱固定のみ約20分程度手術に入って隣の手術室にすぐ移動というめまぐるしいローテーションで手術をこなしておりました。

最終日には彼の家でJournal Clubなるものが開かれ、自宅へ招待されました。自宅の地下にはバスケットボー

ルコート(半分)、筋トレ室、ロッククライミング用の壁もついていて、半地下にはビリヤード、卓球、映画鑑賞用のシアタールームがあり、招待客用のキッチンと中庭、リビングなどがたくさんあり、広すぎでした。やはりUSAの著名なドクターはお金持ちと感じた瞬間でした。



写真7 寺本先生と私の誕生日



写真8 トラベリングフェローで出会った方々

Journal Club はレジデントが抄読会する形で Dr. Cole がいろいろと物述べて指導する形式でしたが、酒を飲みながらやっていましたが、ワイワイする雰囲気ではなくホームパーティーとはほど遠いものでした。しかし、さすが古松先生は写真のようになんかワイワイしてました。

7 月 20 日～21 日 Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic, White Memorial Medical Center (ロサンゼルス)

ロサンゼルスでは Dr. Neal Elattrache の下で見学する予定でしたが、急遽訪問当日は不在であり残念でし

た。初日は White Memorial Medical Center の Dr. Itamura の病院(ここでもポケモン Go がドクターの間で流行っており、誰が一番ゲットできるか競っていました)でロサンゼルスを中心地にある主に外傷をメインに行っている病院で見学し、翌日は Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic に訪問しました。ホストドクター不在で見たかった手術が見られませんでした。かえってかなり自由な行動ができ、ロサンゼルス観光も十分楽しめました(サンタモニカ、マリブ、ドジャーススタジアムなど)。以前に見学したときに出会った麻酔科の Dr. Yamazaki が夜を共にしてくれ、楽しいひとときを過ごしました。

フェロー終盤には、私と寺本先生が7月生まれであり、誕生日祝いをしました。誕生日カードを作ったり、久しぶりに嬉しはずかしの瞬間でした。今回フェローの3人は専門分野がみな違い、お互いがいい刺激を受け、充実した研修を行うことができました。古松先生と寺本先生に本当に感謝申し上げます。

このフェローでは、日本の医療が遅れていることは無いということを実際に目で見て、また USA のドクターがどんな手術しているのかを見られるいいチャンスでした。システムの日本には真似できない部分もあります

が、違いを知るというところもいい経験になりました。この短期留学では一期一会的な出会いがたくさんあり、USA のドクターらとの交流が充実したものになりました。今後これを生かすかどうかは己自身になってくと思いますが、貴重な時間を過ごすことができました。

最後にこの場をかりて、フォローの渡航前の準備をしていただいた事務局の斉藤しおりさん、そして大変貴重な機会を与えていただいた高岸憲二先生、松本秀男先生、別府諸兄先生、菅谷啓之先生、熊井司先生には深謝いたします。ありがとうございました。