

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

1. 福井県の理学療法士による運動部活動講習会の評価と課題
～Customer Satisfaction analysis の応用～
An Evaluation and the Problem of the Athletic Club Activity Class by Physical
Therapists in Fukui Prefecture : Application of Customer Satisfaction Analysis
福井医療大学保健医療学部リハビリテーション学科理学療法学専攻 東 伸英ほか … 1
2. 学童期再発野球肘内側障害の MRI
Magnetic Resonance Images of the Acute Phase of Recurrent Little League Elbow
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター／水戸協同病院整形外科 吉沢 知宏ほか … 6
3. 膝前十字靱帯再建術前後の膝伸展筋力に対する外側半月板損傷合併の影響
The Effect of Coexisting Lateral Meniscus Injury on the Knee Extension Strength
before and after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction
整形外科北新病院リハビリテーション科 鈴木 信ほか … 11
4. 腰椎分離症偽関節症例の検討～腰痛と可動域制限の頻度～
Prevalance of Pain or Range of Motion on Low Back with Pseudoarthrosis Stage
after Conservative Therapy for Spondylolysis
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター整形外科 辰村 正紀ほか … 16
5. 名古屋市小学生軟式野球選手を対象とした広域野球検診
—上腕骨小頭離断性骨軟骨炎を中心に—
Medical Check-up for Elementary School Baseball Players in Nagoya City
愛知医科大学医学部整形外科 岩堀 裕介ほか … 21
6. 前十字靱帯損傷膝に生じる pivot-shift 現象に及ぼす半月板合併損傷の影響
The Effect of the Concomitant Meniscus Tear on the Pivot-Shift in the Anterior
Cruciate Ligament Injured Knees
神戸大学大学院医学系研究科整形外科 星野 祐一ほか … 27

7. 胸郭出口症候群を発症した野球選手における手術症例の臨床像
—保存的治療群との比較—
Clinical Findings of the Operation Cases in Baseball Players with Thoracic Outlet Syndrome –Comparison with Conservative Treatment–
慶友整形外科病院リハビリテーション科 村山 俊樹ほか … 31
8. 脛骨過労性障害の画像診断 初診時 MRI による疲労骨折とシンスプリントとの検討
The Finding of Clinical Imaging of Tibial Stress Injuries –Distinguishing between the Stress Fracture and the Shin-splints Using Initial MR Imaging?–
秋田労災病院整形外科 関 展寿ほか … 36
9. 10 代に発生した大腿骨滑車部軟骨損傷および離断性骨軟骨炎に対して行なった自家骨軟骨移植術後のスポーツ復帰について
Return to Sport after Osteochondral Autologous Graft for Chondral Lesion and Osteochondritis Dissecans of the Trochlea of the Femur in Adolescent Athlete
国立病院機構京都医療センター整形外科 三輪 晶子ほか … 41
10. 前十字靱帯再建術前後における外側半月板後節の形態変化：Open MRI での解析
The Morphological Change of the Lateral Meniscus Posterior Segment after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction：an Open Magnetic Resonance Imaging Study
岡山大学病院整形外科 日野 知仁ほか … 45
11. 大相撲力士の ACL 損傷からの土俵復帰について—公傷制度の有無による検討—
Return of Sumo Wrestlers after an Anterior Cruciate Ligament Injury
—A Study on the Status of an Official System for Exempting Injured Players
同愛記念病院整形外科，関節鏡・スポーツセンター 清水 禎則ほか … 48
12. Knotless Anchor を用いて修復した陳旧性大胸筋断裂の 1 例
A Case of Major Pectoral Muscle Rupture Repaired Using Knotless Anchor
昭和大学藤が丘病院整形外科 本多 孝行ほか … 52
13. ナショナルジュニア飛込選手における練習前後の肩関節可動域の変化
Comparison of Range of Motion of Shoulder Joint before and after Diving Practice in Elite Junior Diver
健康科学大学健康科学部理学療法学科 成田 崇矢ほか … 56

14. 愛知県における野球肘検診の試み
— OCD 石崎分類の病期別での OCD 確定診断率に着目して—
Orthopaedic Screening of Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum
for Adolescent Baseball Players in Aichi
トヨタ記念病院整形外科 小田 智之ほか … 62
15. 発育期スポーツにおける腰椎分離症患者の解析と積極的保存療法
Analysis and Management for Spondylolysis in Adolescent Athletes
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター整形外科 奥脇 駿ほか … 66
16. 有鉤骨鉤骨折に対する鉤直上切開による骨片摘出術の成績
Clinical Result of Hook of Hamate Fracture Excision by a Directly Palmar
Surgical Approach
川畠整形外科病院 古江 幸博 …… 71
17. ラグビートップリーグ選手の下腿三頭筋の肉離れに対する高気圧酸素療法の治療経験
Hyperbaric Oxygen Therapy for Muscle Strain of Triceps Surae in Top-league
Rugby Football Players
東芝病院スポーツ整形外科 高木健太郎ほか … 74

福井県の理学療法士による 運動部活動講習会の評価と課題 ～Customer Satisfaction analysis の応用～

An Evaluation and the Problem of the Athletic Club Activity Class by Physical Therapists in Fukui Prefecture : Application of Customer Satisfaction Analysis

東 伸英¹⁾ Nobuhide Azuma 菅野 智也²⁾ Tomonari Sugano
大田 美紀³⁾ Minori Ota 武田 千広⁴⁾ Chihiro Takeda
水野 勝則⁵⁾ Katsunori Mizuno

● Key words

理学療法士, 運動部活動講習会, Customer satisfaction analysis

● 要旨

2015 年度に福井県の中学校・高等学校 116 校に対し, スポーツ傷害予防に関する講習会の参加希望を募り, 32 校 (27.6 %) に理学療法士が講習会を実施した。講習会終了後に受講者へアンケートを行ない, 講習会の改善項目の抽出を行なった。その結果, 講習会は 90 % 以上の満足度を得られたが, 「開講時間」や「配布資料」の改善が必要であった。「開講時間」はできる限り学校側の希望に沿いつつ, 日時調整の必要があった。「配布資料」は事前に他の理学療法士や学校の担当者に分かりやすく要望に沿った資料か確認する必要がある。スポーツ医・科学の知識教育を目的に, 理学療法士が学校スポーツへ積極的に介入する際の参考になると考える。

はじめに

2015 年度より福井県の理学療法士 (以下, PT) は, 福井県教育委員会からの依頼を受け, 中学生・高校生と指

導者を対象に, 文部科学省委託運動部活動指導の工夫・改善支援事業の一環の運動部活動講習会 (以下, 講習会) を開始している。

本研究の目的は, 講習会受講者へのアンケートをもとに, 講習会受講者が講習会をどのように評価しているか

東 伸英
〒910-3190 福井市江上町 55 字鳥町 13-1
福井医療大学保健医療学部リハビリテーション学科理学療法学専攻
TEL 0776-59-2201

- 1) 福井医療大学保健医療学部リハビリテーション学科理学療法学専攻
Department of Rehabilitation Physical Therapy, Faculty of Health Science,
Fukui Health Sciences University
- 2) 福井医療短期大学リハビリテーション学科理学療法学専攻
Department of Rehabilitation Physical Therapy, Fukui College of Health
Sciences
- 3) 福井総合病院リハビリテーション課
Department of Rehabilitation, Fukui General Hospital
- 4) 福井総合クリニックリハビリテーション課
Department of Rehabilitation, Fukui General Clinic
- 5) 福井総合病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Fukui General Hospital

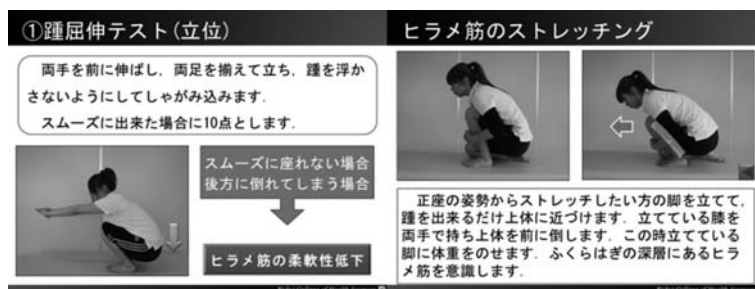


図1 講習会の内容および配布資料の一部
スポーツ傷害予防に関する内容および配布資料は統一した。

を調査することである。また、講習会の改善項目とその優先順位の抽出を行ない、福井県の学校スポーツにおけるPTの活動の課題を明らかにし、今後の参考とすることである。

対象・方法

対象

対象は2015年4月から2016年3月までの1年間に、講習会を開催した学校の担当者(教員)32校32名である(繰り返しの参加はない)。

講習会開催までの流れ

福井県教育委員会が福井県内の中学校79校・1分校(国立1校、公立74校・1分校、私立4校)、高等学校34校・2分校(県立27校・2分校、私立7校)の116校に対し講習会の実施要項を配布した。次に本事業の趣旨を理解し、参加希望のあった116校中32校(27.6%)に講習会を実施した。

講習会の開催日時は、福井県教育委員会が参加希望のあった学校の担当者に第3希望まで希望日時を確認した。その後、福井県スポーツ医・科学委員会が希望日時に勤務の調整が可能であったPTを講師として決定した。しかし、第3希望までの希望日時に調整がつかなかった場合は、再度学校の担当者と打ち合わせを行ない調整した。

講習会の内容は、スポーツ傷害予防の目的のために、筋力や柔軟性のセルフチェックおよびトレーニングは、必ず講義に含むように実施した。そのほかは、学校の担当者の要望に応じ、講師となったPTが適宜内容を追加して実施した。なお、スポーツ傷害予防に関する内容および配布資料は、筆者が以前より地域貢献事業の一環として、直接地域や学校に出向き実施する出前講義で使用していた資料を一部改変し、他のPTと検討を重ね統一

した資料を用いた(図1)。

アンケート方法

講習会終了後に講習会を開催した学校の代表者宛に郵送法にてアンケート用紙を送付し、返信用封筒を用いて回答を回収した。

アンケート内容は以下のとおりである。設問1は学生・指導者の受講人数、設問2は開講曜日および時間、事前に福井県教育委員会に提出した第3希望までの希望日時、設問3は講義内容(複数回答可)、設問4は本講習会の満足度「総合評価」、設問5は本講習会の具体的な満足度「講義内容」、「実技内容」、「配布資料」、「開講時期」、「開講時間」、「講師の対応」とした。

アンケートの回答方法は、設問1～3は自由記述、設問4および5は5段階の数値による評価とした。

アンケートの解析

1) 項目分析

設問1～3は総数を算出し、割合は百分率(%)で示した。設問4および5の各回答項目は、回答比率を用いた満足度(4・5と回答したもの)、平均値を算出した。

2) Customer satisfaction analysis

設問4および5の分析は、対象の満足度の分析と講習会の改善項目を抽出するために、設問4の総合評価を目的変数とし、設問5の各回答項目を説明変数としてcustomer satisfaction analysis(以下、CS分析)を行なった。CS分析は、エクセル品質管理((株)エスミ)を用いた既報^{1,2)}の方法に準じて行ない、平均値、相関係数、満足度偏差値、重要度偏差値、偏差値CSグラフ(散布図)、改善度などを求めた。

偏差値CSグラフは、満足度偏差値を縦軸に、重要度偏差値を横軸として、2次元座標にプロットした。次に、偏差値50(平均値)で境界線を引き、4象限の偏差値CSグラフを作成した。このグラフでは、上段右側の

第1象限には「重要維持項目」、上段左側の第2象限には「現状維持・効率化検討項目」、下段左側の第3象限には「改善検討項目」、下段右側の第4象限には「要改善項目」がプロットされる。

倫理的配慮

本研究に際し、新田塚医療福祉センター倫理審査委員会の承認(新倫 27-93 号)を得ており、福井県教育庁スポーツ保健課および対象には報告の趣旨・内容を十分に説明し、同意を得ている。

結 果

アンケート回収率

アンケートの回収は、32 名中 32 名(100.0%)であった。

項目分析

アンケートの設問1の「受講人数」は1,602名(学生1,422名、指導者180名)であった。内訳は、中学校：19件730名(学生612名、指導者118名)、高等学校：13件872名(学生810名、指導者62名)であった(表1)。

設問2の「開講曜日」は平日22件(68.8%)・土日10件(31.3%)であった。「開講時間」は午前14件(43.8%)・午後18件(56.3%)であり、17時以降の開講はなかった(表2)。また、「開講曜日」・「開講時間」が第1希望に開講された講習は13件(40.6%)、第2希望が7

件(21.9%)、第3希望が4件(12.5%)、再調整が8件(25.0%)であった。

設問3の「講義内容」はスポーツ傷害概要・予防法32件、ストレッチング27件、各種トレーニング23件、コ

表2 32校における講習会の開講曜日・時間・希望、講義内容

項目	(件)	(%)
開講曜日		
月	5	15.6
火	6	18.8
水	4	12.5
木	4	12.5
金	3	9.4
土	3	9.4
日	7	21.9
月～金	22	68.8
土・日	10	31.3
開講時間		
午前	14	43.8
午後	18	56.3
開講曜日・時間に関して		
第1希望 開講	13	40.6
第2希望 開講	7	21.9
第3希望 開講	4	12.5
再調整 開講	8	25.0
講義内容		
スポーツ傷害概要・予防法	32	100.0
ストレッチング	27	84.4
トレーニング	23	71.9
コンディショニング	3	9.4
ウォーミングアップ・クーリングダウン	3	9.4

表1 講習会の受講人数・実施件数

	中学	高校	合計
学生	612	810	1,422
指導者	118	62	180
合計(人)	730	872	1,602
件数(件)	19	13	32

表3 講習会のアンケート結果のCS分析

改善度の数値が高い順に表示した。

項目	平均値	標準偏差	満足度	相関関係	満足度偏差値	重要度偏差値	改善度
開講時間	4.5	1.0	87.5	0.8	45.5	65.1	10.8
配布資料	4.1	1.0	84.4	0.7	32.1	43.9	5.5
実技内容	4.4	1.0	90.6	0.8	58.9	57.9	-0.5
講義内容	4.5	1.0	90.6	0.8	58.9	55.0	-1.8
開講時期	4.4	1.0	87.5	0.7	45.5	37.2	-3.9
講師の対応	4.7	0.9	90.6	0.7	58.9	40.9	-12.7
総合評価	4.1	1.0	90.0	—	—	—	—

ンディショニング3件, ウォーミングアップ・クーリングダウン3件であった(表2)。

設問4の本講習会の「総合評価」は90.0%であり, 平均±標準偏差は 4.1 ± 1.0 であった。設問5の本講習会における各項目の「満足度」は「実技内容」・「講義内容」・「講師の対応」が90.6%, 「開講時間」・「開講時期」が87.5%, 「配布資料」が84.4%であった(表3)。

CS 分析

偏差値CSグラフの結果より, 第1象限には「講義内容」, 「実技内容」, 第2象限には「講師の対応」, 第3象限には「配布資料」, 「開講時期」, 第4象限には「開講時間」がプロットされた。また, 表3のアンケート結果より改善項目の優先順位は改善度の数値が高い順に, 「開講時間」, 「配布資料」であった(図2)。

考 察

今回, 福井県で開催した講習会の参加は, 全体で116校中32校(27.6%)であった。しかし, 粕山³⁾は学校教職員171名にPT介入の働きかけを行ない, 活動に移行できたのは2名のみと報告している。本研究と比較し, 参加した学校が少なかった原因について粕山³⁾は, 活動に移行することによって, 教職員の負担が増えることを懸念したため, また, 教職員の勤務先は流動的であり, 継続的な関係の構築が困難であったためではないかとしている。福井県において32校(27.6%)にも講習会を開催できた背景には現在, 福井県は福井国体が迫っており, 傷害予防に関する講義のニーズが高い傾向にあるためと考える。また, 本講習会は福井県教育委員会と福井県スポーツ医・科学委員会が主体となって開催され, 教職員の負担が少なかったためではないかと考える。さらに, 本講習会は継続的な関わりではなく, 講習会のみで開催であったため, 参加しやすい取り組みであったのではないかと考える。

開講曜日・時間については, 開講は各学校の授業の一環で実施するため, 平日の日中帯が多い傾向であった。しかし, 医療機関所属のPTが業務の傍ら平日の日中帯に講義を行なうのは困難であり, 学校の希望日時とPTの勤務調整がつかず, 再調整が必要であった学校は8件(25.0%)もあった。よって, できる限り学校側の希望に沿いつつ, まずは開講時間を学校の部活動の時間を利用し, 17時以降に開講するなどの時間調整を行なう。それが困難ならば, 開講曜日を土・日曜日に講習会を開講するなど今後も検討が必要である。

開講内容については, 参加希望のあった学校の担当者

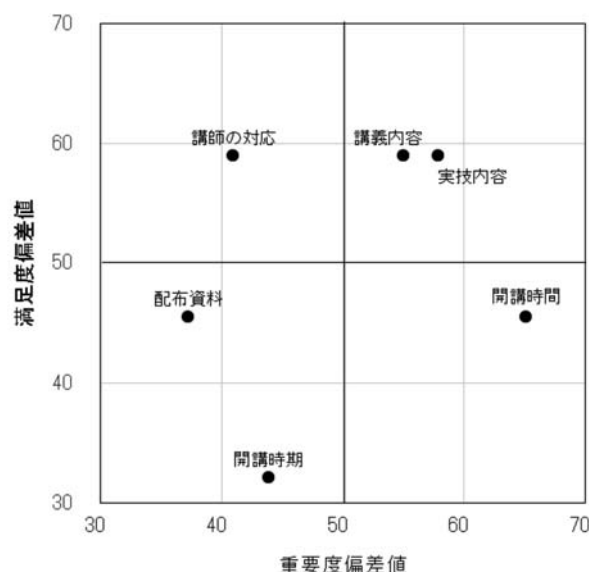


図2 CS分析による講習会の満足度と重要度偏差値50を平均として表示した。

に講義の希望内容を確認し実施した。なお, 本講習会はスポーツ傷害予防を目的に行なっている。よって, 筋力や柔軟性のセルフチェックおよびトレーニングについては, 必ず講義に含むように実施した。そのほかについては, 希望に応じ, 適宜内容を追加して実施した。そのなかではストレッチと筋力トレーニングの希望が多い傾向であった。

満足度については, 設問4の総合評価は90.0%であり, 設問5の各項目の満足度は総合評価と比べ, 「実技内容」, 「講義内容」, 「講師の対応」において高い値を示した。これは講習会開催前に講師となるPTと学校側の担当者が希望する内容などの確認がとれ, 要望に応じた講習会を提供できたため, 高い満足度が得られたと考える。

CS分析の結果から「開講時間」, 「配布資料」の改善が必要であった。「開講時間」については, 前述のように今後も検討が必要である。「配布資料」については, スポーツ傷害予防以外の内容は, 学校の担当者の要望に応じ, 講師となったPTが適宜追加した。そのため内容は統一されておらず, 専門的で難しく, 要望に沿った資料の提供ができなかったのではないかと考える。よって, 事前に講師以外のPTに確認をとり, 分かりやすい資料を作成する必要性があったと考える。また, 要望に沿った分かりやすい資料かどうかを, 事前に学校の担当者と確認する必要性もあったのではないかと考える。一方, 「重要維持項目」である第1象限には「講義内容」, 「実技内容」がプロットされた。重要維持項目の充実さらなる総合評価の向上にもつながるため, 現状を維持しつ

つ、さらなる内容の充実を図っていくべきと考える。

学生や家族・指導者へスポーツ医・科学に関する正しい知識(傷害予防やパフォーマンスの向上)の教育やスポーツ実施率の向上, 健康の維持・増進を目的に, 専門知識を有するPTが学校スポーツへ積極的に介入することは大変有用と考える。その活動の基盤には質の高い支援の提供が不可欠である。これまで以上に競技団体や学校, 行政機関へ働きかけ, スポーツにおける医科学的な支援の重要性の認識を向上させる必要がある。それには, PT自身の知識・技術の研鑽や医師を中心とした医療専門職との連携を円滑に行なう組織体制の強化も重要であると考え。また, 三浦ら⁴⁾の調査において, スポーツ現場ではスポーツ医学に関する種々の講習会や指導をPTに望んでいるとしている。このような意見も踏まえ, 今後もこのような活動を継続していきたいと考える。

結 論

1. 福井県で開催されたPTによる運動部活動講習会は, 中学校・高等学校116校中32校(27.6%)に講習会を行なうことができ, 希望制としては大変ニーズが高い傾向にあった。
2. アンケートの結果より, 本講習会は90%以上の満足度が得られており, とくに高かった項目は「講義内容」, 「実技内容」, 「講師の対応」であった。
3. 本講習会は「開講時間」や「配布資料」の改善が必要で

あった。できる限り学校側の希望や要望に沿っていく必要がある。

謝 辞

本事業および論文の執筆にあたり, ご協力頂きました福井県教育委員会ならびに福井県教育庁スポーツ保健課の皆様へ深謝致します。

文 献

- 1) 相良英憲ほか: Customer Satisfaction (CS) 分析を応用した実務実習モデル・コアカリキュラム実施における改善項目の抽出. 医療薬, 32: 295-305, 2006.
- 2) 大鳥 徹ほか: CS 分析 (Customer Satisfaction analysis) による薬剤師のためのフィジカルアセスメント講習会の評価と改善. 社会薬学, 35: 94-101, 2016.
- 3) 粕山達也: 学校保健領域における理学療法からみた予防の取り組み. 理療ジャーナル, 50: 381-387, 2016.
- 4) 三浦雅史ほか: 青森県における高等学校運動部の理学療法士に対するニーズ調査. 理療研, 22: 39-43, 2005.

学童期再発野球肘内側障害の MRI

Magnetic Resonance Images of the Acute Phase of Recurrent Little League Elbow

吉沢 知宏 ^{1,2)}	Tomohiro Yoshizawa	馬見塚尚孝 ^{1,3)}	Naotaka Mamizuka
小川 健 ¹⁾	Takeshi Ogawa	万本 健生 ¹⁾	Takeo Mammoto
平野 篤 ¹⁾	Atsushi Hirano	山崎 正志 ²⁾	Masashi Yamazaki

● Key words

MRI, 野球肘, 学童期

●要旨

肘内側部痛の既往がある学童期野球選手において、肘内側部痛の症状が再度出現してから3ヵ月以内に撮像しえた15例のMRI所見を検討した。特徴的なMRI所見は、上腕骨内側上顆の変形、尺側側副靱帯(UCL)の高信号と形態異常、内側上顆骨化核を中心とした広範囲に及ぶ高信号所見であった。これらの所見は、学童期初発内側野球肘内側障害と比較して異なっていた。学童期野球肘内側障害再発例の病態は、UCL損傷と、初発時に生じた複合組織損傷の治癒後の変形した内側上顆骨化核と周囲の骨に生じた潜在性骨損傷であると推察した。学童期野球肘内側障害は初発例と再発例では病態を区別して検討する必要がある。

はじめに

野球肘とは、野球選手の投球側の肘に痛みを訴える障害の総称である。野球肘は、臨床所見と画像検査により、外側に生じる上腕骨小頭離断性骨軟骨炎、後方に生じる肘頭疲労骨折や骨端離開、内側に生じる肘尺側副靱帯(以下、UCL)損傷や上腕骨内側上顆骨端離開、下端裂離骨折などのいずれかに診断される。このうち野球肘内側障害の病態は、学童期では主に内側上顆骨端線離開、内側上顆下端裂離骨折、内側上顆骨化核の分節化であり、肘UCL損傷は主に成人期に認めるとされてい

る¹⁾。また、とくに学童期においては、内側障害は一回の外力が作用して発症する「外傷」であるとする考えと、繰り返す投球動作により発症する「障害」であるとする考えの両者があり、議論されている²⁾。また、慢性的な障害例では、繰り返す力によって血行不良となる骨端症様の病態³⁾を含んだものもあると考えられる。

一方、小径表面コイルを用いたMRIにより、未熟な内側上顆の軟骨や軟骨膜の描出が可能となり、学童期の初発野球肘内側障害例では、未熟な上腕骨内側上顆の軟骨膜の断裂を伴った裂離骨折、裂離骨片の遠位への偏位、UCL損傷所見、その周囲の潜在性骨損傷を認めたことから、一次的に生じた外傷の可能性が高いことが報

吉沢知宏

〒305-8575 つくば市天王台1-1-1

筑波大学医学医療系整形外科

TEL 029-853-3219/FAX 029-853-3214

E-mail yoshizawa5777@gmail.com

1) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター／水戸協同病院整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Mito Clinical Education and Training Center, Mito Kyodo General Hospital

2) 筑波大学医学医療系整形外科

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

3) 西別府病院スポーツ医学センター野球医学科

Department of Baseball Medicine, Institute of Sports Medicine, Nishibeppu National Hospital

表1 本研究のMR画像所見とその有所見率

部位	観察項目 (撮像条件)	本研究頻度 (n=15)	塚越ら ⁴⁾ (n=23)
内側上顆	軟骨膜の断裂 (T2*WI)	7 %	39 %
	軟骨膜の偏位 (T2*WI)	27 %	91 %
	骨化核の分節化 (T2*WI)	7 %	91 %
	骨化核の変形 (T2*WI)	93 %	—
	骨化核の高信号 (T2FSWI)	100 %	—
尺側側副靱帯	骨端線の高信号 (T2FSWI)	100 %	83 %
	高信号 (T2*WI)	100 %	83 %
	近位部形態異常 (T2*WI)	73 %	61 %
	近位部周囲の高信号 (T2FSWI)	100 %	—
上腕骨滑車部	高信号 (T2FSWI)	87 %	13 %
尺骨鉤状結節	骨膜下の高信号 (T2FSWI)	80 %	65 %

告された⁴⁾。

そこで本研究では、過去に肘内側部痛の経験があり、同部位に痛みが再度出現して受診した、再発例の学童期野球選手を対象としてMRI所見を調査し、特徴と損傷メカニズムについて検討した。

対象と方法

投球時肘内側部痛を主訴に来院した学童期野球選手のうち、過去に一度でも投球時肘内側部痛の経験がある症例を対象とした。再発症状発症後3ヵ月以内にMRIを撮像しえた症例は15例であり、再発症状発症からMRI撮像までの期間は平均39±18日、全例男子、平均年齢は11±1歳であった。

MRIは臨床用1.5T装置(Magnetom Symphony, SIEMENS, München, Germany)を用い、肘伸展位で上腕骨内側上顆部に小径表面コイル(Loop Flex Coil, SIEMENS, München, Germany)を設置して撮像した。スライス厚1.5mm、ギャップ0.3mm、撮像範囲(FOV)60×60mmとした。グラジエントエコー法T2*強調画像(T2*WI)、高速スピンエコー法プロトン密度強調画像(PDWI)、T2強調脂肪抑制画像(T2FSWI)の冠状断を撮像した⁵⁾。

T2*WIまたはPDWIにおいては、われわれの先行研究では⁴⁾、内側上顆軟骨膜の断裂・偏位、内側上顆骨化核の分節化、UCL近位部の形態異常、UCLの信号変化を観察したが、本研究では、内側上顆骨化核の形態変化、UCL近位部周囲の信号変化についても観察した。

また、T2FSWIにおいては、われわれの先行研究では⁴⁾、内側上顆骨端線、上腕骨滑車部、尺骨鉤状結節骨膜下の信号変化を観察したが、本研究では、内側上顆骨化核の信号変化についても観察した。

読影は3名の整形外科医で行ない、判断が分かれた際は相談のうえ、合意が得られた所見を記録した。

結 果

内側上顆軟骨膜の断裂は7%、偏位は27%、上腕骨内側上顆骨化核の分節化は7%であった。UCL近位部形態異常は73%と半数を超える例に観察された。内側上顆骨端線の高信号所見は100%、UCL近位部周囲の高信号所見は100%、上腕骨滑車部の高信号所見は87%、UCL付着部である尺骨鉤状結節骨膜下の高信号所見は80%に認めた。

今回新たに調査した内側上顆骨化核の変形は93%、骨化核の高信号は100%、UCLの高信号は100%に認めた(表1)。

代 表 症 例

症例1(図1): 11歳男児。10歳時に右肘痛の既往あり。受診時、内側上顆に圧痛を認めた。単純X線写真では内側上顆の変形を認めた。T2*WIでは上腕骨内側上顆骨化核の変形と滑車部への連続性を認めた。UCLは近位部で肥厚し、高信号を呈していた。T2FSWIでは内側上顆骨端線、骨化中心、上腕骨滑車部に高信号所見を認めた。

症例2(図2): 12歳男児。11歳時に右肘痛の既往があり、1ヵ月の投球禁止で復帰した。受診時、内側上顆の圧痛と、外反ストレステストで疼痛の誘発を認めた。単純X線写真では内側上顆に変形を認めた。T2*WIでは上腕骨内側上顆の変形を認め、滑車部への連続性を認めた。UCLは近位部が肥厚し、高信号を呈していた。T2FSWIでは骨端線、骨化核、滑車部、UCL周囲にも

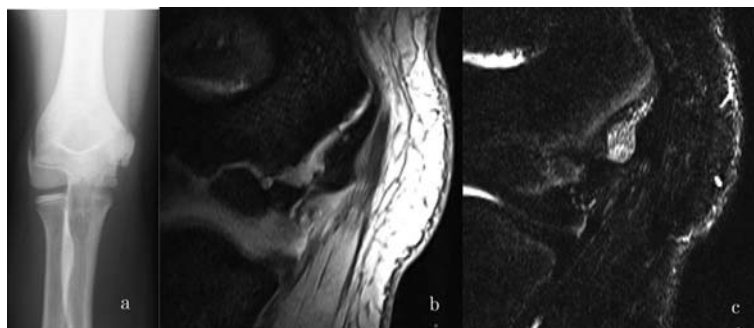


図1 症例1：
a：45°屈曲位正面単純写真，b：T2*WI，c：T2FSWI.

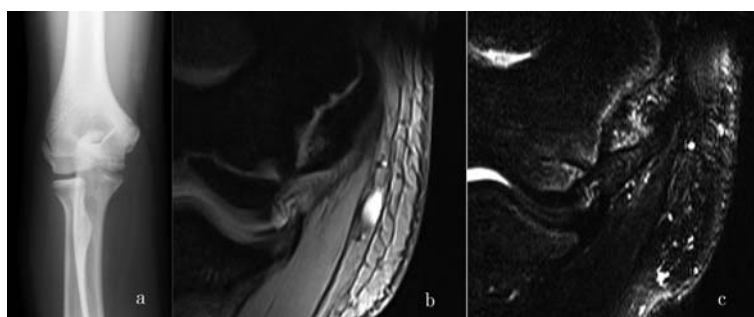


図2 症例2
a：45°屈曲位正面単純写真，b：T2*WI，c：T2FSWI.

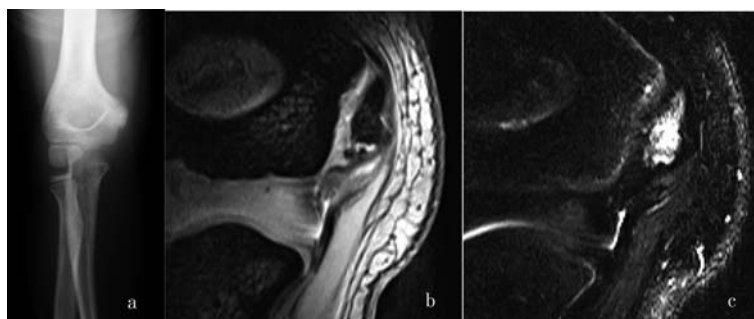


図3 症例3
a：45°屈曲位正面単純写真，b：T2*WI，c：T2FSWI.

高信号所見を認めた.

症例3(図3)：10歳男児. 10歳時に内側上顆裂離骨折の診断で, 2ヵ月の投球禁止の後に復帰した. 半年後に右肘内側部痛で再診した. 単純X線写真では内側上顆に明らかな変形を認めなかった. T2*WIでは, 内側上顆骨化核の変形と遠位端での分節化を認め軟骨膜の遠位への偏位も認めた. UCLの近位部での肥厚と高信号所見を認めた. T2FSWIでは内側上顆に強い高信号所見があり, 骨端線, 尺骨鉤状結節骨膜下にも高信号所見を

認めた.

考 察

肘内側部痛の既往のある学童期再発野球肘内側障害症例を調査した本研究では, 初発例のMRI所見で特徴的であった軟骨膜の断裂や内側上顆骨化核の裂離などの外傷を示唆する所見は低頻度であり, 上腕骨内側上顆骨化核の変形, UCLの信号変化と形態変化, 内側上顆骨化

核とその周囲に広範囲に及ぶ高信号所見が特徴的な所見であった。

内側上顆骨化核の変形を再発例においては高頻度に認め、変形は骨化核遠位部の肥大と滑車部への骨性の連続性であった。この所見は初発例の治療過程において単純X線写真上でもよく認められる所見であり、初発時に生じた軟骨膜の断裂および骨化核の裂離骨折の治療過程で骨癒合したものと推測した。また、骨片が残存した例は、骨癒合が十分得られなかった例であると推察した。このように、内側上顆の形態的なMRI所見を初発例⁴⁾と再発例で比較すると、初発例は主に外傷によるものであり、再発例は初発時の外傷が治療過程によって変化した所見であった。再発例は、そこに新たな力学的ストレスが加わって生じたものと考えられた。

学童期のMRIを用いたUCL損傷の診断についてはさまざまな報告がされている。Weiらは若年者(8歳～13歳)の内側上顆骨端線や内側上顆に浮腫像を認めるものの、UCL断裂を認める例はないと報告し⁶⁾、Sugimotoらは5～18歳の骨端線閉鎖後のみUCL損傷を認めたと報告した⁷⁾。また、塚越らは、野球肘内側障害の初発例でもUCL損傷が存在する可能性を指摘した⁴⁾。

再発例を調査した本研究では、UCLの形態異常は73%に認め、UCL周囲および靱帯内の高信号所見は100%に存在するなど、学童期であっても靱帯損傷と診断できる画像所見を高率に得た。その理由として以下の病態を推察した。内側上顆は、初発の外傷後、骨癒合などの治療過程による変形を認め、脆弱な軟骨はほぼ消失している。このため、内側上顆の力学的耐性は増強し、初発例のような裂離を生じる可能性は低下する。その結果、投球時の外力がUCLとその付着部である内側上顆、尺骨鉤状結節部に作用し、MRIでのUCLとその周囲に異常所見を呈したと推察した(図4)。

これまで、野球肘内側障害は、骨が未熟な時期の内側上顆の裂離骨折や骨端線損傷、骨が成熟した成人期におけるUCL損傷と、骨の成熟度に応じて別の損傷として扱われる場合があった⁸⁾。しかしながら、本研究で示したように学童期再発野球肘内側障害の病態は、初発時に生じた外傷の治療的变化を基盤とし、UCL損傷およびUCL付着部の骨に生じる潜在性骨損傷と推察された。学童期の内側上顆下端部裂離骨折の不全治療が将来問題を起こすこと^{9,10)}、そしてUCL再建術のリスク要因として内側上顆近傍の学童期に生じた骨片があげられること¹¹⁾、以上を考慮すると、学童期の野球肘内側障害は、再発例では初発例と異なる部位にも損傷が起き、成人期にみられる損傷が混在するため、成人期の肘内側障害へ移行する可能性があるものとして検討することが必要である。

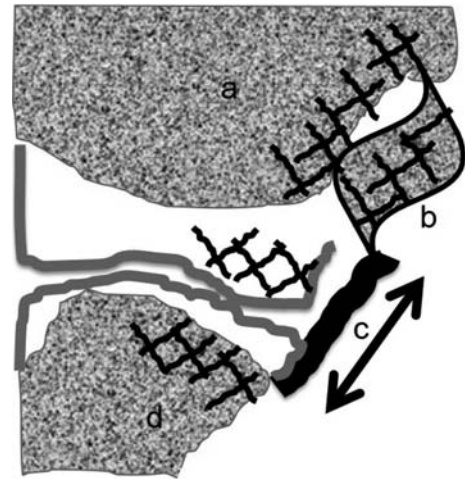


図4 再発野球肘内側障害の病態の仮説

a：上腕骨，b：内側上顆骨化核，c：尺側側副靱帯，d：尺骨。

変形し癒合した内側上顆骨化核と周囲の骨との強度差が減少しているため、投球動作によるストレスは尺側側副靱帯と周囲の骨に集中し、内側上顆の裂離は生じにくい。×は潜在性骨損傷、矢印は尺側側副靱帯へのストレスを表す。

本研究の限界として、再発症状の出現からMRI撮像までの期間があげられる。対象を再発症状発症後3ヵ月以内としたため、再発症状出現からMRI撮像までの期間が長い症例では、すでに再発症状に対する治療変化が混在している可能性がある。また、Hurdらは、症状のない高校生投手のUCLに肥厚が高頻度でみられることも報告しており¹²⁾、小児例においても野球経験者特有のUCLの“適応”と考えられる所見を含んでいる可能性があり、今後詳細な検討する必要がある。

結 語

学童期野球肘内側障害の主なMRI所見は、初発例と再発例で違いがあり、内側上顆骨化核の変形、周囲の骨の潜在性骨損傷、そして肘尺側側副靱帯損傷であった。

文 献

- 1) 伊藤恵康ほか：肘関節のスポーツ障害。日整会誌，82：45-58, 2008.
- 2) 山崎哲也ほか：先人に学ぶ 内側上顆障害のレビュー，肘実践講座 よくわかる野球肘 肘の内側部障害—病態と対応—。全日本病院出版会，東京：112-131, 2016.

- 3) Hirano A et al : Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease : the course of the disease. Skeletal Radiol, 31 : 334-342, 2002.
- 4) 塚越祐太ほか : 学童期初発野球肘内側障害の MRI. 整スポ会誌, 37 : 154-157, 2017.
- 5) 馬見塚尚孝ほか : 投球肘障害の高分解能 MRI. 別冊整形外科, 32 : 2-6, 2013.
- 6) Wei AS et al : Clinical and magnetic resonance imaging findings associated with little league elbow. J Shoulder Elbow Surg, 19 : 951-957, 2010.
- 7) Sugimoto H et al : Ulnar collateral ligament in the growing elbow : MR imaging of normal development and throwing injuries. Radiology, 192 : 417-422, 1994.
- 8) 岩堀裕介ほか : 肘関節内側痛の診断. 臨スポーツ医, 29 : 245-254, 2012.
- 9) 辻野昭人ほか : 内側型野球肘牽引障害の病態と治療. 骨・関節・靱帯, 18 : 975-983, 2005.
- 10) 松浦哲也ほか : 野球による発育期上腕骨内側上顆軟骨障害の追跡調査. 整スポ会誌, 17 : 43-49, 1997.
- 11) 古島弘三ほか : 成人野球選手の肘関節内側支持機構障害 内側上顆下端の遺残裂離骨片の UCL 損傷への影響について. 整スポ会誌, 34 : 148-152, 2014.
- 12) Hurd WJ et al : Magnetic resonance imaging of the throwing elbow in the uninjured, high school-aged baseball pitcher. Am J Sports Med, 39 : 722-728, 2011.

膝前十字靱帯再建術前後の膝伸展筋力に対する 外側半月板損傷合併の影響

The Effect of Coexisting Lateral Meniscus Injury on the Knee Extension Strength before and after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

鈴木 信¹⁾ Makoto Suzuki 石田 知也¹⁾ Tomoya Ishida
松本 尚¹⁾ Hisashi Matsumoto 金子 知²⁾ Satoru Kaneko
井上 千春²⁾ Chiharu Inoue 青木 喜満²⁾ Yoshimitsu Aoki

● Key words

膝前十字靱帯再建術, 半月板損傷, 等速性筋力

● 要旨

膝前十字靱帯(ACL)再建術を施行した10代の競技レベル女性選手を対象に, 外側半月板損傷の合併が術前後の膝関節伸展筋力におよぼす影響を検討した。32名の対象をACL再建単独群, 外側半月板未処置群および切除群の3群に分け, 術前と術後9ヵ月に等速性膝関節伸展トルクを測定した。2元配置分散分析を用いて膝関節伸展トルクの健患比に対する, 群および測定時期の効果を検討した。角速度60°/秒の膝関節伸展トルクに対し, 群および測定時期の有意な主効果を認め($p < 0.05$), ACL再建単独群は外側半月板切除群と比較して, 有意に大きな値を示した($p = 0.005$)。本研究結果はACL再建術前後の膝関節伸展トルクに対し, 半月板切除術を必要とするような外側半月板損傷の合併が影響することを明らかにした。

はじめに

膝前十字靱帯(anterior cruciate ligament: ACL)再建術後の膝関節伸展筋力の回復は術後リハビリテーションの主たる目的の1つである。ACL再建術後の大腿四頭筋筋力は術後の競技復帰基準として用いられることが多く¹⁾, 大腿四頭筋の筋力低下は再損傷リスク²⁾や動作の非対象性^{3,4)}, 変形性膝関節症変化⁵⁾や主観的膝機能スコア⁶⁾に影響をおよぼしたと報告されている。

半月板損傷はACL損傷の合併症でも頻度が高いものの1つであり, とくに外側半月板後角損傷は84.6%の

症例に合併していたとの報告もある⁷⁾。半月板単独損傷では, 半月板切除術後に大腿四頭筋筋力が低下したと報告されており^{8,9)}, ACL損傷に半月板損傷を合併した症例ではACL単独損傷と比べてさらなる大腿四頭筋筋力の低下が生じる可能性が考えられる。しかし, Lepleyら¹⁰⁾はACL再建術と半月板切除術もしくは半月板縫合術を同時に施行した症例は, 半月板損傷を合併しないACL再建単独群と比較して, 等速性膝関節伸展トルクに有意な差を認めなかったと報告している。また, Hallら¹¹⁾も半月板損傷合併群(未処置, 切除術, 縫合術を含む)とACL単独損傷群を比較して, ACL再建術後の等尺性膝関節伸展トルクに有意な差は認めなかったと報告

石田知也
〒003-0823 札幌市白石区菊水元町3条3丁目1-18
整形外科北新病院
TEL 011-871-3660

1) 整形外科北新病院リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Hokushin Orthopaedic Hospital
2) 整形外科北新病院
Department of Orthopaedic Surgery, Hokushin Orthopaedic Hospital

表1 各群の背景因子

	ACL 単独群 (N=9)	半月板未処置群 (N=14)	半月板切除群 (N=9)	p 値*
年齢	14.8 ± 1.3	16.0 ± 1.5	15.1 ± 1.8	0.254
身長 (cm)	158.3 ± 6.1	160.6 ± 6.0	160.2 ± 5.4	0.676
体重 (kg)	53.8 ± 6.5	56.7 ± 3.9	55.9 ± 6.1	0.493
術前待機期間 (日)	56.7 ± 31.1	54.1 ± 27.5	55.2 ± 37.0	0.988

*1 元配置分散分析

している。しかし、これらの先行研究では半月板損傷のほかに ACL 再建術後の大腿四頭筋筋力に影響する要因として報告されている年齢^{12,13)}や性別^{13,14)}、競技レベル^{14,15)}がコントロールされておらず、これらの要因が結果に影響した可能性がある。年齢、性別、競技レベルを限定することで、厳密に ACL 損傷に合併する半月板損傷が大腿四頭筋筋力に与える影響を明らかにすることができると思われる。

そこで、本研究では 10 代の競技レベル女性アスリートを対象とし、外側半月板損傷の合併が ACL 再建術前後の膝関節伸展トルクに与える影響を明らかにすることを目的とした。仮説は、外側半月板損傷の合併例では、ACL 再建術単独例と比較して術前後の膝関節伸展トルクが低値を示すとした。

対象および方法

対象は 2009 年 1 月～2015 年 11 月までに、当院にて解剖学的二束 ACL 再建術を施行した例とした。取込基準は初回の片側損傷であり、術前に競技レベルでのジャンプ、カッティングスポーツ活動を実施していた症例とした。除外基準は過去に下肢の骨折および手術歴を有する者、内側側副靱帯損傷などの他の靱帯損傷の合併、鏡視下にて ICRS グレード 1 以上の軟骨病変が確認された者とした。半月板損傷に関しては、鏡視下に内側半月板損傷を認めた例を除外し、外側半月板損傷例のみを対象とした。また外側半月板縫合術試行例も症例数が不十分であったため除外した。これらの基準に合致したのは 32 例であった(表 1)。32 例のうち、鏡視下にて半月板損傷の合併を認めず ACL 再建術を単独で施行した者は 9 例(以下、ACL 単独群)、鏡視下にて外側半月板損傷が確認されたが ACL 再建時に半月板処置を行わなかった者は 14 例(以下、半月板未処置群)、ACL 再建と同時に外側半月板部分切除術を施行した者は 9 例(以下、半月板切除群)であった。

半月板の処置基準については、half thickness 以下の損傷で不安定性がないものは未処置とし、half thickness 以上の損傷や不安定性を認めるものは部分切除、

表2 後療法プロトコル

時期	内容
～1 週	Knee brace 固定、非荷重
1 週	ROM 訓練開始、全荷重開始
3 ヶ月	ジョギング開始
6 ヶ月	全力でのダッシュ・ジャンプ許可 練習部分参加許可
9 ヶ月	完全競技復帰許可

もしくは縫合術を施行した。半月板未処置群の損傷部位は、中節 1 例、後節 13 例であった。そのうち、損傷の痕跡があったもののすでに治癒していた症例が 8 例、half thickness tear があったものの不安定性がなく、処置の対象とならなかった症例が 6 例であった。半月板切除群の損傷部位は、前節 1 例、中節～後節 2 例、後節 6 例であった。半月板損傷の形態は、横断裂が 4 例、縦断裂が 2 例、フラップ断裂が 3 例であった。ACL 再建術式は、全例半腱様筋腱および薄筋腱を用いた解剖学的二束再建術を施行した。後療法は、ACL 単独群、半月板未処置群、半月板切除群の全群に対し、同様のプロトコルに準じて進めた(表 2)。

大腿四頭筋筋力の測定には、等速性筋力測定機器(BIODEX System 3, BIODEX 社, Shirley, NY, USA)を用いて、角速度 60°/秒および 300°/秒での等速性膝関節伸展トルクを測定した。測定時期は手術の前日(術前)と術後 9 ヶ月とした。統計学的解析には、各時期における健側の膝関節伸展トルクに対する患側の膝関節伸展トルクの比(健患比)を用いた。

膝関節伸展トルクの健患比に対する測定時期の効果(術前、術後 9 ヶ月)と外側半月板損傷の合併と処置により分類した群の効果(ACL 単独群、半月板未処置群、半月板切除群)を 2 要因の混合モデル分散分析を用いて検討した。さらに、各群間における年齢、身長、体重、受傷から手術までの術前待機期間を 1 元配置分散分析を用いて比較検討した。事後検定には Bonferroni 法を用いた。有意水準は 5% 未満とし、統計学的解析には IBM SPSS Statistics 22 (IBM 社, Chicago, IL, USA)を用いた。

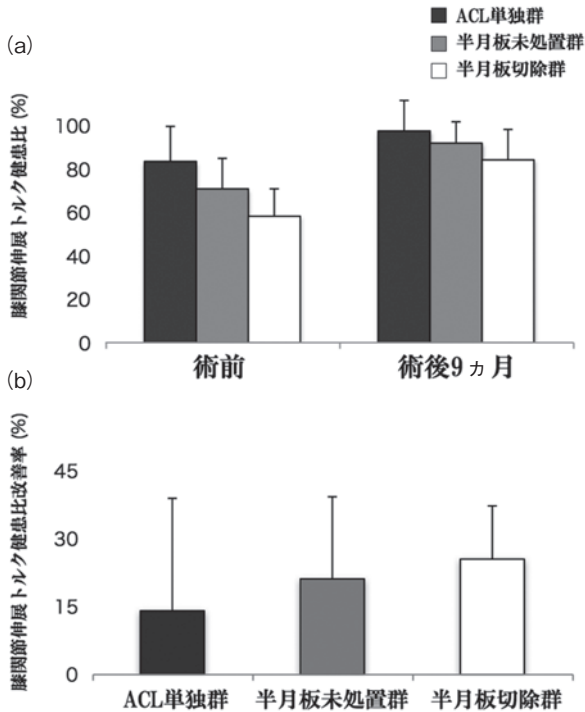


図1 角速度 60°/秒での膝関節伸展トルクの比較
a: 術前と術後9ヵ月における膝関節伸展トルク健患比. 有意な測定時期の主効果($p<0.001$)と群の主効果($p=0.002$)を認めたが, 交互作用は認めなかった($p=0.460$). 群間の多重比較の結果, ACL 単独群と半月板切除群の間に有意な差を認めた($p=0.005$).
b: 術前から術後9ヵ月にかけての膝関節伸展トルク健患比改善率の群間比較.

結 果

角速度 60°/秒での膝関節伸展トルクの健患比に対して, 有意な測定時期の主効果($p<0.001$)と群の主効果($p=0.002$)を認めた(図1a). 群の主効果に基づき群間で多重比較を行なった結果, ACL 単独群と半月板切除群の間に有意な差を認めたが($p=0.005$), そのほかに有意差は検出されなかった(ACL 単独群 vs 半月板未処置群, $p=0.132$; 半月板未処置群 vs 半月板切除群, $p=0.089$).

術前, 術後ともに 60°/秒での膝関節伸展トルクは ACL 単独群, 半月板未処置群, 半月板切除群の順に大きかった. 術前後の健患比の改善率は ACL 単独群が約 14%, 半月板未処置群は約 21%, 半月板切除群が約 26%と切除群で大きい傾向ではあったが, 測定時期と群の交互作用は検出できなかった($p=0.460$, 図1b).

角速度 300°/秒での膝関節伸展トルクの健患比に対し

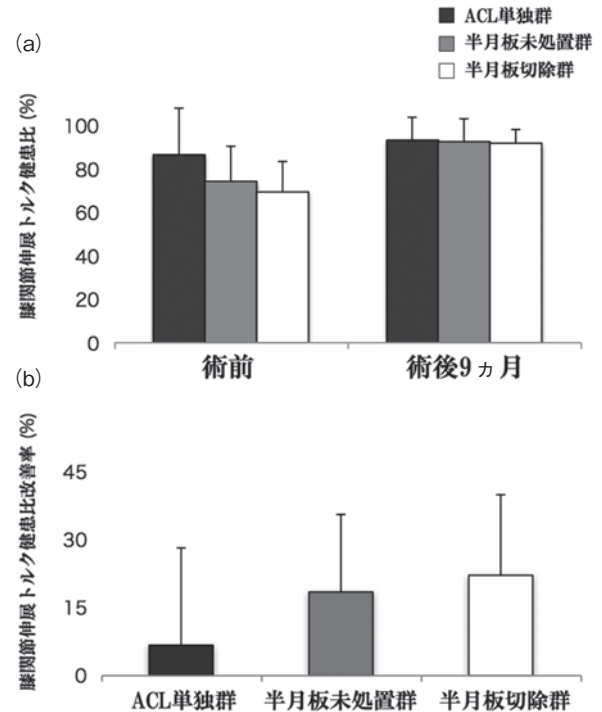


図2 角速度 300°/秒での膝関節伸展トルクの比較
a: 術前と術後9ヵ月における膝関節伸展トルク健患比. 有意な測定時期の主効果($p<0.001$)を認めたが, 群の主効果($p=0.190$)と交互作用($p=0.220$)は認めなかった.
b: 術前から術後9ヵ月にかけての膝関節伸展トルク健患比改善率の群間比較.

ては, 有意な測定時期の主効果のみ認めた($p<0.001$, 図2a). 術前, 術後ともに 300°/秒での膝関節伸展トルクは ACL 単独群, 半月板未処置群, 半月板切除群の順に大きい傾向であったが, 群の主効果は検出できなかった($p=0.190$). 術前後の健患比の改善は ACL 単独群が約 7%, 半月板未処置群は約 18%, 半月板切除群が約 22%であり, 60°/秒と同様に切除群で大きい傾向であったが, 測定時期と群の交互作用は検出できなかった($p=0.220$, 図2b).

術後9ヵ月における Lachman test, Pivot shift test は各群とも全例陰性であり, 明らかな不安定性を認めた例はいなかった. また, 半月板切除群の1名に腫脹を認めたが, その他の症例には認めなかった.

考 察

本研究結果は, 10代の女性アスリートにおける ACL 再建術前後の角速度 60°/秒の膝関節伸展トルクに対し,

半月板切除術を必要とするような外側半月板損傷の合併が有意に影響することを明らかにした。一方で、角速度 300°/秒の膝関節伸展トルクでは有意な群の主効果を検出することはできなかった。本研究の見解は ACL 損傷に合併する外側半月板損傷が ACL 再建術前後の大腿四頭筋筋力に影響するという仮説を一部支持し、切除術を必要とするような外側半月板損傷合併例では、術前後のリハビリテーションやスポーツ復帰時期について考慮する必要がある可能性を示唆するものである。

ACL 損傷に半月板損傷を合併した症例において、Lepley ら¹⁰⁾、Hall ら¹¹⁾は半月板損傷の合併は ACL 再建術後の大腿四頭筋筋力に影響しなかったと報告している。しかし、これらの報告では対象の過半数が男性であり、有意差はなかったものの群間で明らかに男女比が異なっていた。また、Hall ら¹¹⁾の対象は 21~35 歳までと年齢に関しても本研究とは対象がまったく異なっていた。本研究では対象を 10 代の競技レベル女性アスリートに限定した結果、角速度 60°/秒での膝関節伸展トルクに対して有意な群の主効果を認めた。また、群間の多重比較では、ACL 単独群は外側半月板切除群と比較して、有意に大きな値を示した。これらの結果は外側半月板損傷の合併が ACL 再建術前後の大腿四頭筋筋力に有意に影響し、さらに併する半月板損傷の程度によっても影響を受けることを示唆している。

外側半月板は ACL 損傷膝における回旋負荷に対する secondary restraint として報告されている¹⁶⁾。一方、屍体膝実験では、内外側の両半月板を全切除しても、解剖学的二束再建術を施行した時点では pivot shift test における回旋不安定性は消失したことが示されている¹⁷⁾。本研究の対象においても術後 9 ヶ月の時点では徒手検査で明らかな不安定性を認めた症例はいなかった。半月板損傷に伴う不安定性の増加は術前的大腿四頭筋筋力低下に影響を与えた可能性は考えられるが、ACL 再建術後における影響は小さかったと考える。また、ACL 損傷に半月板損傷や軟骨損傷を合併する場合、ACL 単独損傷の場合より大腿四頭筋の収縮不全が重度であったと報告されている¹⁸⁾。半月板切除群に認めた膝関節伸展トルクの低下は、手術待機期間における大腿四頭筋の収縮不全による影響が大きかったと考えられる。

本研究では症例数が少なかったため、有意な交互作用を検出することができなかったが、術前から術後 9 ヶ月までの角速度 60°/秒での膝関節伸展トルク健患比改善率は、半月板切除群が最も高値であった。外側半月板切除術を必要とするような症例であっても、半月板切除術や術後リハビリテーションによって、術後に良好な筋力の回復が得られる可能性がある。術前的大腿四頭筋筋力

は術後の筋力に影響すると報告されており¹³⁾、術前筋力の改善は重要である。術前に外側半月板損傷の合併が明らかな場合は、炎症症状や疼痛にとくに配慮したうえでの、積極的な術前筋力訓練を実施することが必要と思われる。術後は術前の筋力低下の影響が残存する可能性を念頭に、リハビリテーションコンプライアンス向上のための患者教育が有用であると思われる¹⁹⁾。

本研究では、角速度 60°/秒での膝関節伸展トルクの健患比に対して、有意な群の主効果を認めた一方、角速度 300°/秒では群の効果を検出できなかった。Hsiao ら²⁰⁾は膝蓋腱を用いた ACL 再建術後 6 ヶ月の症例において、角速度 250°/秒よりも 50°/秒のほうが膝関節伸展筋力の健患差がより顕著であったと報告しており、ACL 再建術後の筋力低下は遅い角速度で検出しやすい可能性を示唆している。術後の測定時期や移植材は異なるが、本研究結果からも ACL 損傷に合併する外側半月板損傷の影響は角速度 60°/秒でより鋭敏に検出されたと考えられる。高角速度での膝関節伸展トルクのみを測定する場合は、筋力差が検出されにくい可能性があり、測定結果の解釈には注意が必要であると考えられる。

最後に本研究の限界として、後ろ向き研究であったため、半月板切除群の切除量に関して定量的評価を行っていなかったことがあげられる。切除した半月板の大きさによっては本研究と異なる結果となる可能性も考えられる。また、対象を限定したために症例数が少なかったこと、半月板縫合術例や内側半月板損傷例が含まれていないことがあげられる。今後は半月板縫合術例や内側半月板損傷例も含めた検討が必要であると考えられる。また、女性は男性と比べ ACL 再建術後の膝関節伸展トルクが不良であるとの報告があり^{13,14)}、男性の場合は本研究結果と異なる結果となる可能性がある。

結 語

本研究では 10 代の競技レベル女性アスリートを対象を限定し、外側半月板損傷の合併が ACL 再建術前後の膝関節伸展トルクに与える影響を調査した。その結果、角速度 60°/秒における ACL 再建術前後の膝関節伸展トルクに対し、切除術を必要とするような外側半月板損傷の合併が影響することが明らかとなった。半月板損傷合併例のなかでも術前の筋力低下が著明な例に対しては、術前管理や術前リハビリテーションがより重要である可能性が示唆された。

文 献

- 1) Undheim MB et al : Isokinetic muscle strength and readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction : is there an association? a systematic review and a protocol recommendation. *Br J Sports Med*, 49 : 1305-1310, 2015.
- 2) Grindem H et al : Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84 % after ACL reconstruction : Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med*, 50 : 804-808, 2016.
- 3) Ithurburn MP et al : Young athletes with quadriceps femoris strength asymmetry at return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction demonstrate asymmetric single-leg drop-landing mechanics. *Am J Sports Med*, 43 : 2727-2737, 2015.
- 4) Schmitt LC et al : Strength asymmetry and landing mechanics at return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc*, 47 : 1426-1434, 2015.
- 5) Tourville TW et al : Relationship between isokinetic strength and tibiofemoral joint space width changes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 42 : 302-311, 2014.
- 6) Zwoiski C et al : The influence of quadriceps strength asymmetry on patient-reported function at time of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 43 : 2242-2249, 2015.
- 7) Nishimori M et al : Articular cartilage injury of the posterior lateral tibial plateau associated with acute anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16 : 270-274, 2008.
- 8) Gapeyeva H et al : Isokinetic torque deficit of the knee extensor muscles after arthroscopic partial meniscectomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 8 : 301-304, 2000.
- 9) Kovalski JE et al : Influence of age on muscle strength and knee function following arthroscopic meniscectomy. *J Orthop Sports Phys Ther*, 10 : 87-92, 1988.
- 10) Lepley LK et al : Does concomitant meniscectomy or meniscal repair affect the recovery of quadriceps function post-ACL reconstruction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23 : 2756-2761, 2015.
- 11) Hall M et al : Does meniscal pathology alter gait knee biomechanics and strength post-ACL reconstruction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24 : 1501-1509, 2015.
- 12) Iriuchishima T et al : Age as a predictor of residual muscle weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20 : 173-178, 2012.
- 13) Ueda Y et al : Factors affecting quadriceps strength recovery after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autografts in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 25 : 3213-3219, 2017.
- 14) 清水邦明ほか：骨付き膝蓋腱を用いた前十字靭帯再建術後の筋力回復—性別・スポーツレベルを加味した検討—。整スボ会誌, 31 : 260-266, 2011.
- 15) 田中龍太ほか：膝前十字靭帯再建術後における競技復帰時期の膝筋力の検討—性別・スポーツレベルを考慮した目標値—。日臨スポーツ医学会誌, 24 : 51-57, 2016.
- 16) Musahl V et al : The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 38 : 1591-1597, 2010.
- 17) Musahl V et al : Effect of single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions on pivot-shift kinematics in anterior cruciate ligament- and meniscus-deficient knees. *Am J Sports Med*, 39 : 289-295, 2011.
- 18) Urbach D et al : Impaired ability of voluntary quadriceps activation bilaterally interferes with function testing after knee injuries. a twitch interpolation study. *Int J Sports Med*, 23 : 231-236, 2002.
- 19) 竹内 光ほか：自家内側ハムストリング腱を用いた膝前十字靭帯再建術後の標準筋力回復曲線の試作。整スボ会誌, 26 : 401-406, 2007.
- 20) Hsiao SF et al : Changes of muscle mechanics associated with anterior cruciate ligament deficiency and reconstruction. *J Strength Cond Res*, 28 : 390-400, 2014.

腰椎分離症偽関節症例の検討～腰痛と可動域制限の頻度～

Prevalance of Pain or Range of Motion on Low Back with Pseudoarthrosis Stage after Conservative Therapy for Spondylolysis

辰村 正紀 ^{1,2)}	Masaki Tatsumura	蒲田 久典 ³⁾	Hisanori Gamada
塚越 祐太 ⁴⁾	Yuta Tsukagoshi	小川 健 ^{1,2)}	Takeshi Ogawa
万本 健生 ^{1,2)}	Takeo Mammoto	平野 篤 ^{1,2)}	Atsushi Hirano

● Key words

腰椎分離症, 偽関節, 腰痛

●要旨

はじめに：腰椎分離症では保存治療の甲斐なく偽関節に至る症例が存在する。治療直後は無症状でも、その後に腰痛が出現することがあるため、偽関節に至った症例の痛みと可動域制限を評価した。

方法：2014年4月以降の3年間に腰椎分離症に対して保存治療を完遂したが偽関節に至った26例を対象とした。偽関節に至った時点および保存治療終了後6ヵ月以内の腰痛および可動域制限の有無を評価した。

結果：偽関節に至った時点の腰痛ありが27%、可動域制限ありが12%であった。保存治療終了後6ヵ月以内の腰痛ありが54%、可動域制限ありが12%であった。

考察：偽関節に至っても治療直後には腰痛および可動域制限がないことが多いため、正確に偽関節を見つけ出すためにはMRIの信号に加えてCT撮影が必要である。

はじめに

腰椎分離症は発育期に好発する疾患であり、腰痛を伴う症例と伴わない症例が存在する。

骨髄浮腫を伴う新鮮な腰椎分離症は保存治療で多くの場合で癒合が得られる一方で、適切な保存治療を行なったにも関わらず偽関節に至ってしまう症例も珍しくな

い。骨癒合が得られた際にMRIによる骨髄浮腫が消失するが、偽関節となった時にも同様に骨髄浮腫が消失する。したがってMRIの信号正常化だけでは分離部が癒合したのか偽関節に至ったのかを判断することは困難である。

また骨折後の偽関節部には痛みを伴うことや可動域制限を伴うことがある。一方で腰椎分離症は偽関節であっても腰痛がない症例や可動域制限がない症例が散見され

辰村正紀
〒310-0015 水戸市宮町3-2-7
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター・
水戸協同病院
TEL 029-231-2371
E-mail masaki.tatsumura@gmail.com

- 1) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター整形外科
Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center
- 2) 茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Mito Kyodo General Hospital
- 3) 筑波記念会筑波記念病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Tsukuba Memorial Hospital
- 4) 筑波大学医学医療系整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

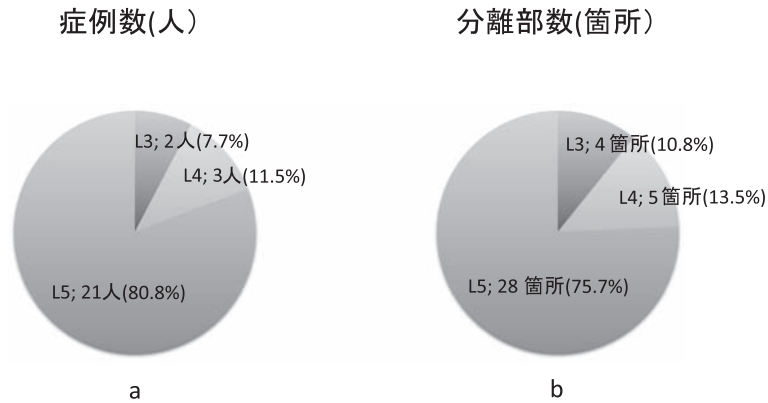


図1 罹患高位
対象となった症例群の罹患高位はL5が多かった。

る。MRIによる骨髄浮腫の有無と痛みの有無と可動域の評価のみで、骨癒合か偽関節かどうかの判定が可能か実証するために本調査を行なった。

目 的

保存治療の甲斐なく偽関節に至った症例の腰痛および可動域制限の頻度を評価した。また競技復帰後6ヵ月以内に腰痛および可動域制限が出現した症例の頻度も同様に評価した。

方 法

2014年4月から2016年3月までの3年間に腰椎分離症と診断され、初診時にMRI STIR像で高信号変化を伴った骨髄浮腫を認め、保存治療後にMRI STIR像で信号変化が消失を確認できた90例中、偽関節と判定した26例(男性22例、女性4例、平均年齢14.0歳)を対象とした。なお定義はMRI STIR像で椎弓根周囲に高信号変化を伴うものを腰椎分離症と定義し、CTでも骨折線を認めない骨髄浮腫のみの症例も腰椎分離症に含めた。検査はMRIを毎月撮像し、STIR像の信号変化が消失してから撮像したCTで分離部の骨の連続性がないものを偽関節と判定した。

対象者が従事していた競技種目の内訳は野球4例、サッカー7例、陸上3例、水泳2例、バスケット2例、バレー2例、ソフトボール2例、テニス2例、柔道2例であった。

偽関節に至った症例の罹患高位、対側偽関節の頻度、治療開始前の病期(本院の先行研究同様に横断像および矢状断像)¹⁾、第1腰椎から仙骨にかけての潜在性二分

脊椎の有無を調査した。また偽関節と判断した時点での腰痛と腰部可動域を評価した。また偽関節と診断してから6ヵ月の時点で、日常生活や運動中の腰痛出現の有無を確認し、さらに腰部の可動域を評価した。評価項目の詳細であるが、腰痛は腰痛ガイドラインに従って肋骨最下端から臀溝までの痛みを感じたものと定義し²⁾、選手に動作痛および安静時痛を尋ね、腰痛の有無を判定した。また腰部可動域は前屈および後屈を測定し、立位体前屈における指と床の距離(finger floor distance; FFD) 10 cm以上を前屈制限、腰部伸展 30°以下を後屈制限ありと定義した。

結 果

26例37箇所の偽関節が発生し、初診から偽関節と判断するまでに治療に要した平均期間137日であった。

高位は第3腰椎が2例4箇所、第4腰椎が3例5箇所、第5腰椎が21例28箇所であった(図1)。いずれも単椎体病変で多椎体病変はなかった。保存治療開始前の新鮮分離症の有無に関しては片側のみの新鮮分離: 2例2箇所、両側とも新鮮分離: 11例22箇所、対側末期に至っている片側のみの新鮮分離: 13例であった。

受診時の病期は横断像分類では分離前期5例5箇所、初期11例12箇所、進行期が19例20箇所であった(図2)。矢状断分類では0期4例4箇所、1a期4例4箇所、1b期4例4箇所、1c期10例11箇所、2期13例14箇所であった(図3)。

今回の対象症例のなかで第1腰椎から仙骨のいずれかに潜在性二分脊椎を有していたのは21症例で、有していない5例よりも多かった。

偽関節に至った時点で腰痛を認めた症例が7例

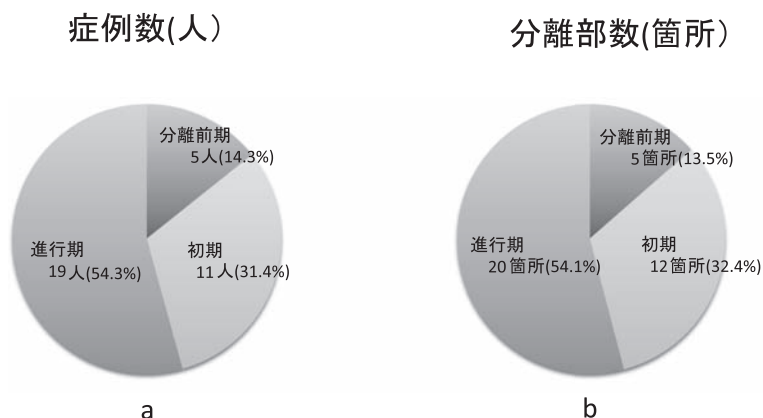


図2 初診時病期(横断像)
対象となった症例群の初診時は進行期が多かった。

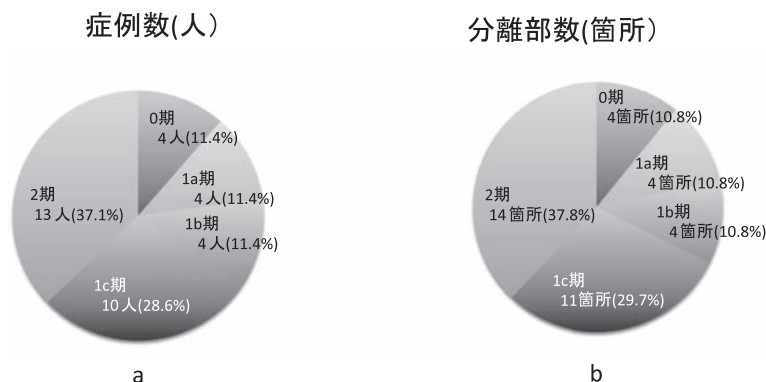


図3 初診時病期(矢状断像)
対象となった症例群の初診時は1c期以降が多かった。

(27%)であり、内訳としては動作痛5例、安静痛3例(重複1例)。また可動域制限は3例(12%)であり、内訳としては前屈のみ2例、前後屈1例であった(図4)。

対象の26例全例が偽関節と判定後6ヵ月以上の経過観察が行なわれており、偽関節と診断以降の6ヵ月以内に腰痛を認めた症例は14例(54%)と増加した。内訳として動作痛7例、気温・天気・姿勢など環境を含めた安静時痛が7例であった。また3例(12%)で可動域制限があり、内訳は前屈のみ1例、前後屈2例であった(図5)。

考 察

腰痛を訴える発育期スポーツ障害として、腰椎分離症のほかに、椎間板ヘルニア、椎間関節炎、椎体隅角解離などがあげられる^{3,4)}。そのため腰痛の病因を同定するためには画像的な裏付けが必要と考える。とくにMRIを

用いると骨髄浮腫を伴う新鮮な腰椎分離症が正確に診断できるとされている⁵⁾。

偽関節となった分離症には骨髄浮腫は認められないが、分離部に貯留した水腫の同定にはMRI脂肪抑制条件が有用とされている⁶⁾。分離部の水腫の原因としては、椎間関節と分離裂隙の交通が関与していると考えられている⁷⁾。とくに不安定が生じた場合には椎間関節内に水腫が出現するとされており⁸⁾、一度分離部と椎間関節が交通すると椎間関節から分離裂隙にも水腫が流入すると考えられる。しかし分離部の水腫を伴わない偽関節では骨髄浮腫が消失するため、MRI STIR像は癒合の時同様に低信号化しており、MRI単独では分離部が癒合したのか偽関節に至ったのかを判断することは困難と考える。

また偽関節部には痛みを伴うことや可動域制限を伴うことがある。すなわち癒合と偽関節を判定する手段として痛みや可動域制限が参考になる場合もある。しかし腰

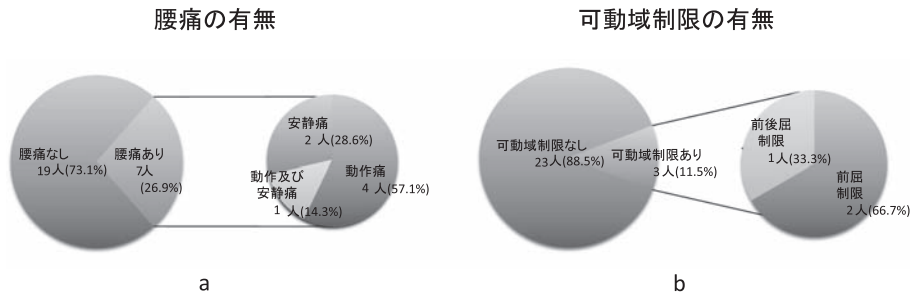


図4 偽関節診断時の腰痛と可動域制限

- a: 偽関節と診断した時には腰痛のない症例が多かった。
b: 同様に可動域制限のない症例が多かった。

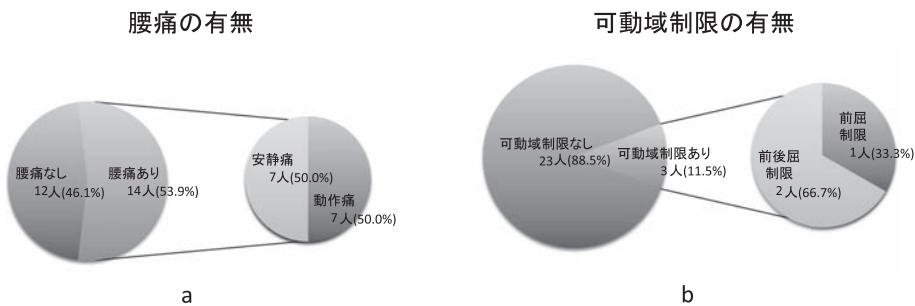


図5 6ヵ月以内の腰痛と可動域制限

- a: 偽関節と診断した時から6ヵ月以内に腰痛症例が増加した。
b: 可動域制限に関しては偽関節診断時と比べ増加しなかった。

椎分離症は自覚がないまま進行した症例も多く存在するため、偽関節であっても痛みがない症例も存在すると考える。痛みを有するのはMRIで診断された腰痛分離症の40%とする報告もあるが⁹⁾、偽関節に至った際の腰椎分離症と痛みの関係を調査した報告は乏しいと考えられる。

本研究において偽関節となった時点で一切の腰痛がない症例は19例(73%)であった。MRIで骨髄浮腫が消失して分離部が癒合していなくても痛みを訴えない症例のほうが多く存在していた。分離部偽関節の痛みの原因は偽関節部間隙と椎間関節との交通による滑膜炎が原因と推測されており^{6,7)}、今回痛みを伴わなかった症例は滑膜炎が生じていないためと推測される。

同様に偽関節となった時点で可動域制限がない症例は23例(88%)であった。分離部が癒合していなくても可動域は保たれている症例が多く存在した。偽関節化した分離症例の可動域の評価を行なった報告は乏しいと考えられるが、偽関節化した分離症例でも日常生活に影響を及ぼさない症例が多いとされており¹⁰⁾、多くの症例は可動域制限が生じていないものと考えられる。

また治療終了時に腰痛があるのは7例(27%)である

のに対し、その後の6ヵ月間に腰痛を自覚したのは14例(54%)であった。偽関節では治療終了時は痛くなくても、競技復帰後に腰痛が出現する例も少なくないため、治療終了時には癒合と偽関節を明確に判断しておく必要がある。

来院する症例のなかには、一度は他院で分離症治療を行ないMRIの結果のみで癒合したといわれていたにも関わらず腰痛が続くため再検査したところ、すでに偽関節となっていた症例が存在する。一度は癒合と判断された症例が実は偽関節であったと診断が変わると選手および関係者の信頼を損ねる可能性もある。

予後として腰痛が出現する可能性があることと医療者として信頼を損ねないためにも、治療終了時には癒合と偽関節を明確に判断しておく必要がある。また本院では分離症偽関節の腰痛の予後改善につながるものと考え、偽関節症例に対して体幹筋の強化訓練を継続して行っており、今後の検討課題といえる。

本研究で対象となった偽関節症例はMRIの信号変化が消失するまで平均4ヵ月以上を要し、十分な治療を行なったと考えられるが癒合が得られなかった。過去の報告で偽関節となる症例は第5腰椎に発生した症例、病期

が進行した分離部, 反対側偽関節となっている分離部, 潜在性二分脊椎を伴う症例に多いとされている^{1, 11~13)}. 本研究の対象群はそれらの報告に矛盾しない結果であった.

今回の結果より MRI 所見に加えて腰痛の有無や可動域制限の有無だけでは癒合か偽関節かの判断は困難であると思われる. 正確に癒合もしくは偽関節の判定をするためには治療終了時に単純 X 線写真もしくは CT で分離部の骨連続性を確認すること必要である. 本研究の限界として, 癒合判定時に単純 X 線での評価を行なっておらず, 癒合判定における単純 X 線の有用性に関しては言及できない点があげられる. しかし, 小さな裂隙しかない偽関節を癒合と見誤らないために, 解像度の高い CT は有用な検査であると考ええる.

結 語

腰椎分離症における骨癒合か偽関節かどうかの判定は, MRI による骨髄浮腫の評価と痛みの評価と可動域の評価のみでは困難と思われる. 正確な癒合判定のためには, MRI 撮像に加え腰痛や可動域制限がなくても CT 撮影が必要である.

文 献

- 1) 蒲田久典ほか: 初期・進行期腰椎分離症の病期分類からみた癒合率: 水平断分類と矢状断分類の特徴. 整スポ会誌, 37: 299-302, 2017.
- 2) Hagen KB et al: The updated cochrane review of bed rest for low back pain and sciatica. Spine, 30: 542-546, 2005.
- 3) DePalma MJ et al: Nonspondylolytic etiologies of lumbar pain in the young athlete. Curr Sports Med Rep, 5: 44-49, 2006.
- 4) Patel DR et al: Evaluation and management of lower back pain in young athletes. Transl Pediatr, 6: 225-235, 2017.
- 5) Ganiyusufoglu AK et al: Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging versus computed tomography in stress fractures of the lumbar spine. Clin Radiol, 65: 902-907, 2010.
- 6) 西良浩一: 認定医—指導医のためのレビュー・オピニオン 腰椎分離症 Spine Surgeon が知っておくべき State of the Art, 脊髄外科, 25: 119-129, 2011.
- 7) Sairyo K et al: Painful lumbar spondylolysis among pediatric sports players: a pilot MRI study. Arch. Orthop. Trauma Surg, 131: 1485-1489, 2011.
- 8) Lattig F et al: Lumbar facet joint effusion in MRI: a sign of instability in degenerative spondylolisthesis? Eur Spine J, 21: 276-281, 2012.
- 9) Nitta A et al: Prevalence of Symptomatic Lumbar Spondylolysis in Pediatric Patients. Orthopedics, 39: e434-e437, 2016.
- 10) Beutler WJ et al: The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation. Spine, 28: 1027-1035, 2003.
- 11) 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.
- 12) 辰村正紀ほか: 片側終末期分離症の対側に発生した腰椎分離症における新鮮分離部の癒合率. 日臨スポーツ医学会誌, 25: 367-373, 2017.
- 13) 石本 立ほか: 腰椎分離症に対し保存療法を施行した症例の検討: 潜在性二分脊椎併発の有無と片側・両側分離が癒合率, 癒合期間に及ぼす影響. 関東整災外会誌, 48: 76-81, 2017.

名古屋市小学生軟式野球選手を対象とした広域野球検診 —上腕骨小頭離断性骨軟骨炎を中心に—

Medical Check-up for Elementary School Baseball Players in Nagoya City

岩堀 裕介 ¹⁾	Yusuke Iwahori	梶田 幸宏 ¹⁾	Yukihiro Kajita
村松 由崇 ¹⁾	Yoshitake Muramatsu	酒井 忠博 ²⁾	Tadahiro Sakai
後藤 英之 ³⁾	Hideyuki Goto	出家 正隆 ¹⁾	Masataka Deie

● Key words

少年野球選手, 検診, 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎

Young baseball players : Medical check-up : Osteochondritis dissecans of the capitellum

● 要旨

名古屋市という大都市圏でも, 3ブロックに分け3大学の医学部整形外科が分担して複数の日程で開催することにより, 588名の選手を対象とした広域野球検診が実現できた. 117名(19.8%)の選手が二次検診対象者となり, 内訳は上腕骨小頭のエコー検査上の異常所見が42名35.9%(全体の7.1%), 上腕骨内側上顆下端障害が68名58.1%(全体の11.6%), 肩障害が7名6.0%(全体1.2%)であった. その117名中96名82.1%が二次検診を受診した. エコー検査で上腕骨小頭部に異常所見を認めた42名は全例が二次検診を受診し, 半数の21名(全体の3.6%)で小頭離断性骨軟骨炎の診断が確定した. そのうち無症候の20名が保存的対応にて治癒を獲得でき, 症候性の1名には手術療法が行なわれ, 全例が野球復帰をはたした.

はじめに

小学生野球選手を対象とした広域野球検診については, 1981年徳島県¹⁻³⁾で始まり全国的に広まりつつある. われわれは名古屋市内の小学生軟式野球の1チームを対象とした野球検診を2001年から継続的に行ない, そのフィードバックによる障害予防効果を報告しているが⁴⁾, 名古屋市といった大都市圏では対象チーム・選手が膨大となるため広域検診は困難であった. ところが, 2013年から大都市圏の横浜市(18区, 437万人)におい

て, 5ブロックに分けてブロックごとに検診担当者を設定し, 個別の会場と日程で検診を行なう試みが始まり成功を収めている⁵⁾. そこで, 横浜市と同じく大都市圏である名古屋市(16区, 226万人)において, 2016年から小学生軟式野球選手を対象とした広域野球検診を, 横浜市と同様にブロック別に担当者を割り振って複数箇所・複数日程にて行なった. 今回主に上腕骨小頭離断性骨軟骨炎(osteochondritis dissecans; 小頭OCD)の結果について検討したので報告する.

岩堀裕介

〒480-1195 長久手市岩作雁又1-1

愛知医科大学医学部整形外科

TEL 0561-62-3311

1) 愛知医科大学医学部整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Aichi Medical University School of Medicine

2) 名古屋大学医学部整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya University School of Medicine

3) 名古屋市立大学医学部整形外科

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City University School of Medicine

症例と方法

ジュニアベースボールリーグ愛知(JBLA)加盟小学生軟式野球チームの小学生5・6年生選手を対象として、愛知医科大学整形外科、名古屋大学整形外科、名古屋市立大学整形外科が実施協力する体制で野球検診を行なった。JBLA 所属全 151 チーム(全所属選手 4,530 名)中、検診参加希望のあった 40 チーム(26.5%)の 588 名(12.9%)に対して検診を行なった。検診費用は、一律選手 1 人あたり 500 円とし、開催時期は 2016 年 1 月の土曜日または日曜日とした。

名古屋市を北東部、北西部、南部の 3 ブロックに分けて、各ブロックを愛知医科大学、名古屋大学、名古屋市立大学の医学部整形外科学教室が分担し、各病院施設を利用して検診を行なった。検診当日は、まず整形外科医師による座学を行ない、野球障害と野球検診の意義について選手および指導者全員の理解を図った。次に検診に移り、理学療法士による対面アンケート調査と身体計測、整形外科医師による身体検査と肘関節エコー検査、一部の会場ではシャドーピッチングの投球動作チェックも行なった。理学療法士による身体計測は、下肢・体幹の柔軟性、肩・肘関節の可動域を中心に実施した。整形外科医師による身体所見は、肩・肘関節の圧痛・疼痛誘発テストを主体として、疼痛を有する選手には適宜、他の部位の診察やエコー検査も行なった。エコー検査はコニカミノルタ社製 SONIMAGE HS1 リニア型プローブまたは日立アロカメディカル社製 Noblus リニア型プローブを使用した。全選手の小頭部をチェックし、伸展位で前方から長軸・短軸方向、屈曲位で後方から長軸・短軸方向の撮像を行ない、石崎分類に従い、正常、stage S, stage I～Ⅲに分類した⁶⁾。検診終了後に各選手に対して検診データに基づくフィードバックを個別に行ない、二次検診対象者には二次検診先を指定して紹介状を渡した。最後に保護者や指導者に対して検診後のアンケート調査を実施した。アンケート調査の内容は対面にて行ない、座学・検診内容・費用・所要御時間・開催場所・全体・次回参加希望を 5 段階で評価していただいた。この全行程を 3 時間以内で行なった。この行程を効率よく実施するために必要な人員は、整形外科医 2 名(肘エコー検診担当 1 名、身体所見担当 1 名)、理学療法士 6 名(アンケート調査担当 1 名、身体計測担当 4 名、投球フォームチェック担当 1 名)、その他 8 名(記録係、補助、受付など)であり、この人員により 3 時間で検診可能な人数は約 80 名であった。

二次検診対象者の選定基準は、一次検診時に身体のい

ずれかの部位の疼痛を有するもの、医師の身体所見上、異常所見を認めるもの、肘エコー検査で小頭部の異常所見(stage S 以上)を認めるものとした。上腕骨内側上顆下端障害は、内側上顆下端の圧痛と疼痛誘発テストが陽性にエコー検査上の内側上顆下端部の異常所見を認めた場合に診断し、少年野球肩障害は上腕骨頸部の圧痛と棘上筋・棘下筋テストが陽性で、エコー検査上の上腕骨近位骨端線部の異常所見を認めた場合に診断して要二次検診とし、胸郭出口症候群は胸郭出口の圧痛と疼痛誘発テストが陽性な場合に診断して要二次検診とした。

肘エコー検査で小頭部の異常所見を認めた症例の場合の二次検診時の対応は、初診時にエコー検査の再検、単純 X 線(正面像・側面像・45°屈曲位正面像、45°外旋位斜位像)、MRI を行ない、症例に応じて CT も実施した。エコー検査の再検結果が stage 0 で他の画像検査も正常な場合は OCD を否定し、stage S で他の画像検査が正常な場合は、野球活動の継続は許可して、最低 3 ヶ月間は 1 ヶ月ごとにエコーと単純 X 線検査で経過観察を行なった。

今回の検討項目は、二次検診対象者の比率・内訳・受診率、肘関節エコー上の小頭異常所見例の頻度・二次検診受診率・二次検診結果、検診終了後の保護者・指導者のアンケート調査結果とした。

結 果

二次検診が必要と判定された選手は 117 名 19.8%あり、その内訳としては、内側上顆下端障害が 68 名 58.1%(全体の 11.6%)、エコー上の小頭異常所見が 42 名 35.9%(全体の 7.1%)、肩関節障害が 7 名(少年野球肩障害 5 名、胸郭出口症候群 2 名)6%(全体の 1.2%)であった(図 1)。そのうち二次検診を受診したのは 96 名 82%だったが、エコー検査の小頭異常所見の 42 名は全例が受診した(図 2a)。二次検診未受診の理由について把握できたもの全体の 1/3 にとどまった(図 2b)。

エコー上の小頭異常所見例の結果を示す。まず一次検診での stage は stage S が 13 名 31%, stage I が 18 名 43%, stage II が 10 名 24%, stage III が 1 名 2%であった(表 1)。二次検診で OCD が確定したのは、stage S の 0%, stage I の 56%, stage II と stage III は全例で、全体の 50%であった(表 1)。今回の検診参加者 588 名の二次検診を踏まえて確定した障害の内訳は、上腕骨内側上顆下端障害が 68 名 11.6%, 小頭 OCD が 21 名 3.6%, 少年野球肩障害が 5 名 0.9%となった。二次検診での小頭 OCD の病期診断は初期 16 名、進行期 4 名、終末期 1 名であった。症候性だったのは stage III の

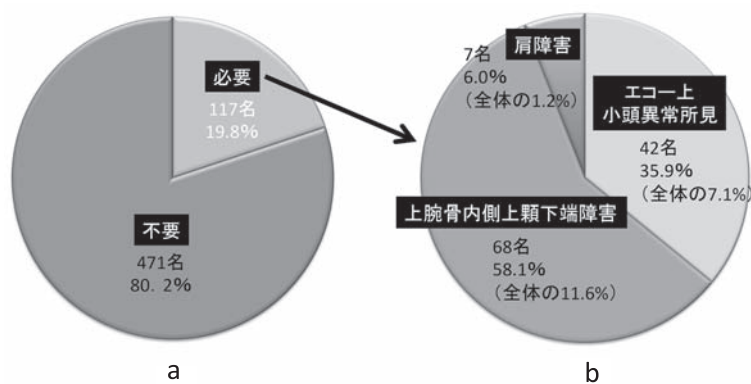


図1 二次検診が必要と判定された選手の比率とその内訳

a: 二次検診が必要と判定された選手の比率.

b: 二次検診が必要と判定された選手の内訳.

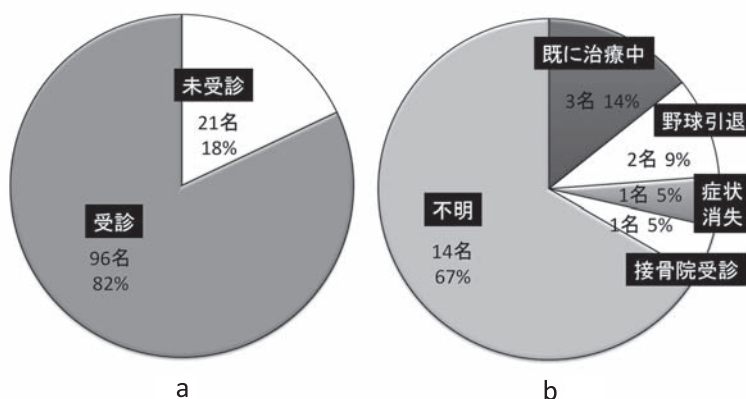


図2 二次検診受診率と未受診の理由

a: 二次検診受診率.

(エコー上の小頭異常所見例は全例二次検診を受診した)

b: 二次検診未受診の理由の内訳.

表1 一次検診のエコー上の小頭部異常所見の内訳と二次検診でのOCD確定者

一次検診のStage	例数(名)	比率(%)	二次検診でのOCD確定者(名)	二次検診でのOCD確定率(%)
Stage S	13	31	0	0
Stage I	18	43	10	56
Stage II	10	24	10	100
Stage III	1	2	1	100
	計 42		計 21	50

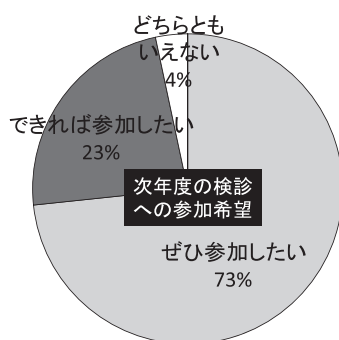
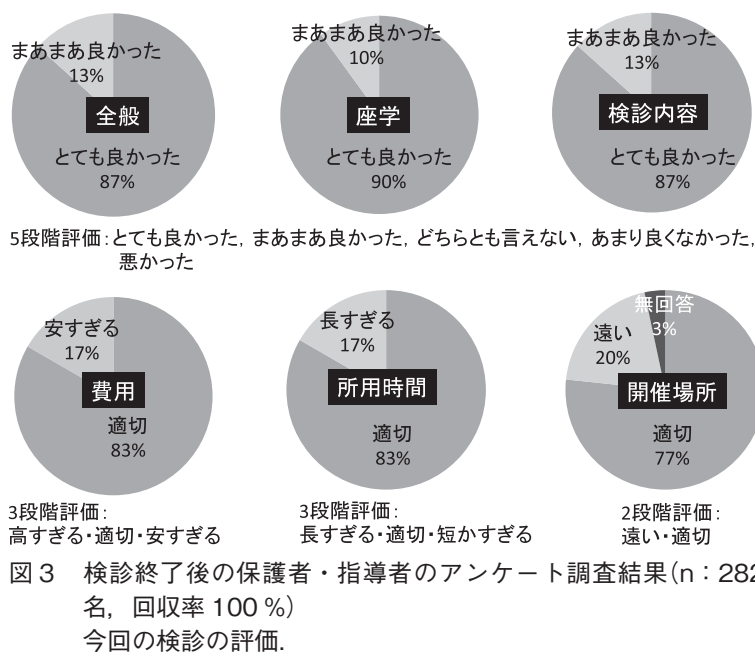
1名のみで軽度の疼痛を自覚していたが、他の20名はまったく無症状であった。Stage IIIの1名は二次検診にて終末期と診断され、鏡視下ドリリングを実施後6ヵ月で野球活動に復帰した。それ以外の20名は保存的対応

が実施され、全例完全修復またはほぼ修復が得られて、検診後平均8ヵ月(5~10ヵ月)で野球活動を再開できた。

検診実施後の保護者・指導者へのアンケート調査は282名に行ない、回収率は対面で実施したため100%であった。その結果は、全般・座学・検診内容・費用・所要時間・開催場所のいずれにおいてもほぼ満足していたことができ(図3)、次年度の検診への参加希望に関しても、是非参加したいが73%を占めた(図4)。

考 察

広域野球検診は、徳島県に始まり、現在全国的に広がりをみせているが、その実施方法は開催地により多様である(表2)。日程や会場については、徳島県^{1~3)}・新潟



県⁷⁾のように野球大会に合わせてオンシーズンに1会場において2~3日間で実施するケース, 宮崎県⁸⁾・京都府⁹⁾・北海道¹⁰⁾のようにオフシーズンに1会場において1~2日間で実施するケース, 山形県¹¹⁾のようにオフシーズンに同一スタッフが何回かに分けて実施するケース, 横浜市⁵⁾のようにいかにブロックに分けて複数の場所で個別の日程で実施するケースなどがある. いずれにしても, 野球検診においては, 対象年齢の選手をできるだけ多く効率的に検診して, 更に二次検診率を高めることが重要である. 大都市圏では対象選手が膨大となるため, これまで実施が困難であったが, 2013年から横浜市⁵⁾がブロックに分けて複数の場所で個別の日程で実施する方

法を採用して多くの選手を検診することを可能にし, 二次検診先を検診時に個別に指定することにより二次検診受診率を高めることにも成功している. そこで今回名古屋市でも, 名古屋市を3ブロックに分けて各ブロックを3大学病院で分担して個別の日程で検診することにより, 588名という多くの選手を対象とし, 座学, 検診, フィードバックまでの1クールを3時間以内でこなすことができた. また, 二次検診については, 検診直前に座学を行なって野球障害や検診の意義について理解を図ったことと, 横浜市の方式に準じて一次検診時に二次検診先を具体的に提示したことにより, 二次検診率は全体で82.1%, 小頭異常所見例では100%となった.

野球検診の重要な目的の1つである小頭OCDの早期発見と早期治療介入について検証する. 小頭OCDの早期発見におけるエコー検査の有用性は諸家^{12,13)}が報告しており, いまや野球検診に不可欠となっている. 今回の検診においても, 588名中21名3.6%の選手で小頭OCDを検出したが, その頻度は過去の報告^{3,5,7-11)}とほぼ相違なかった. 今回の小頭OCD21例のうち, 16例76.2%が初期例であり, 検診では病期が進行する前の段階で多くを発見ができていた¹³⁾. また検診時に無症候であった20名(初期16名, 進行期4名)は, 検診を受けなければ野球活動を継続していた選手でその全例が保存的対応にて治療が得られ野球活動に復帰できた意義は大きい.

検診を継続していくうえで欠かせない受診者の評価であるが, 検診前に行なった座学により受診者の検診の意

表2 各地区の広域野球検診の実態

開催地 (報告年)	対象者 対象者数	実施時期 日数	会場	二次検診伝達方法 /実施時期	二次検診必要者率 /受診率	小頭 OCD 検出率
北海道 (2012)	小学生 144 名	オフシーズン 2 日	1 会場	当日紹介状を手渡し /後日	25.7 % /67.6 %	14.6 % (一次検診) 2.8 % (二次検診)
京都府 (2013)	小学生 208 名	オフシーズン 2 日	1 会場	当日紹介状を手渡し /後日	9.1 % /100 %	1.4 % (一次検診) 1.0 % (二次検診)
新潟県 (2013)	小中学生 3,703 名 (2006~2011 年)	オンシーズン (大会期間中) 1 日	1 会場	当日紹介状を手渡し /後日	— /—	1.59 % (一次検診)
横浜市 (2013)	小学生 724 名	オフシーズン 1 日/ブロック	5 ブロック 5 会場	当日紹介状を手渡し /後日	12 % /90 % (小頭異常例)	2.8 % (一次検診)
宮崎県 (2014)	小学生 445 名	オフシーズン 1 日	1 会場	当日直接伝達 /極力当日	24.3 % /94.4 % (全体)	3.4 % (一次検診) 3.4 % (二次検診)
徳島県 (2014)	小学生 1,040 名	オンシーズン (県大会期間中) 3 日間	1 会場 (大会場)	後日はがきで連絡 /後日	— /29.8 % (全体) 96.2 % (小頭異常例)	2.1 % (一次検診)
山形県 (2016)	小中学生 1,632 名 (2010~2014 年)	オフシーズン 1 日	1 会場/回	当日紹介状を手渡し /後日	57 % /29 % (全体) 43~100 % (小頭異常例)	2.6 % (一次検診) (1.7~3.3 %)
名古屋市 (2016)	小学生 588 名	オフシーズン 1~2 日/ブロック	3 ブロック 3 会場	当日紹介状を手渡し /後日	19.8 % /82.1 % (全体) 100 % (小頭異常例)	6.8 % (一次検診) 3.4 % (二次検診)

義の理解が深まったことと、スタッフの努力により効率よくコンパクトな検診になったことが功を奏して多くのよい評価をいただいた。

最後に今回の広域野球検診における反省点・改善点についてふれる。二次検診率は小頭異常所見例については 100 % だったが全体では 82.1 % とまだ不十分であり、これを 100 % に近づけるため、二次検診への誘導をより徹底する必要がある。検診のエコー検査で小頭部の異常所見を認めた 42 名中の 21 名 50 % が、二次検診の結果で偽陽性だったが、その大部分が外側壁付近のプロープの当て方に問題があったり、近傍の動脈拍動のアーチファクトを異常として捉えていた。不要な二次検診者は減らすべきであり、エコー検査の技術の向上と均一化を図る必要がある。Stage S の対応に関して、現時点でわれわれは極早期の OCD を捉えている可能性もあると考え、3 ヶ月間は経過観察している。今回、一次検診で stage S と判定された 13 名で二次検診において OCD と診断された選手はいなかったが、stage S の臨床的意義について結論を得るには至らず、今後も当面は同様の対応を継続して検証したい。受益者負担として 1 選手当たり 500 円ワンコインの検診費用が妥当なのか、主催者は野球連盟側・医療者側・第三者(NPO 団体など)のいずれが妥当なのかについては、他の地区の動向も踏まえて検討が必要である。

結 語

大都市圏でも、ブロックに分け複数の検診場所、複数の日程で開催することにより、野球検診は実現可能であった。

エコー検査と二次検診により 588 名中 21 名 3.4 % の選手の小頭 OCD を検出でき、そのうち無症候の 20 名が保存的対応にて治療を獲得できた。

謝 辞

今回の検診活動にご理解とご協力をいただいた坂野功理事長をはじめとする愛知県軟式野球連盟、山本次雄事務局長をはじめとするジュニアベースボールリーグ愛知、エコー器機の無償提供をいただいたコニカミノルタ株式会社・日立アロカメディカル株式会社の関係者の方々、検診会場を無償でご提供いただいた名古屋大学医学部附属病院・名古屋市立大学医学部付属病院・愛知医科大学病院、実際の検診活動にご参加いただいた名古屋大学医学部整形外科およびリハビリテーション部・名古屋市立大学医学部整形外科およびリハビリテーション部・愛知医科大学医学部整形外科および病院リハビリテーション部のスタッフの方々に深謝いたします。

文 献

- 1) 岩瀬毅信ほか：少年野球肘の実態と内側骨軟骨障害について．整形外科 MOOK, 27：61-82, 1983.
- 2) 松浦哲也ほか：少年野球肘検診—障害の早期発見・早期治療と予防をめざして—．関節外科, 27：1089-1095, 2008.
- 3) Matsuura T et al: Prevalence of osteochondritis dissecans of the capitellum in young baseball players: Results based on ultrasonographic findings. Orthop J Sports Med, 2：2325967114545298, 2014.
- 4) 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, 19：229-240, 2006.
- 5) 岩間 徹：少年野球における肘障害の予防．Ⅱ予防活動の実際．神奈川県での取り組み—重要なのは医療と現場の絆—．関節外科, 33：1196-1199, 2014.
- 6) 柏口新二ほか：整形外科領域の超音波検査—肘離断性骨軟骨炎の診断・治療経過観察—．超音波技術, 34：464-480, 2009.
- 7) 山本智章ほか：子どもに笑顔を一野球手帳を用いた成長期野球肘の予防—．整スポ会誌, 33：12-18, 2013.
- 8) 石田康行ほか：少年野球検診におけるフィードバック方法の改良．整スポ会誌, 34：211-214, 2014.
- 9) 森原 徹ほか：京都府における小学生の投球障害肩・肘に対する早期発見・治療の取り組み．整スポ会誌, 33：19-26, 2013.
- 10) 船越忠直ほか：超音波を用いた少年野球肘検診—病院受診率向上の工夫—．JOSKAS, 37：8-9, 2012.
- 11) 丸山真博ほか：山形県における小中学生の野球肘検診の取り組み．整スポ会誌, 36：12-16, 2016.
- 12) 高原政利ほか：肘離断性骨軟骨炎の診断と病態．別冊整形外科, 26：235-242：1994.
- 13) 柏口新二ほか：スポーツによる骨軟骨障害の予防．BONE, 19：407-412, 2005.

前十字靱帯損傷膝に生じる pivot-shift 現象に及ぼす 半月板合併損傷の影響

The Effect of the Concomitant Meniscus Tear on the Pivot-Shift in the Anterior Cruciate Ligament Injured Knees

星野 祐一¹⁾ Yuichi Hoshino
宮地 伸晃¹⁾ Nobuaki Miyaji
荒木 大輔¹⁾ Daisuke Araki

松下 雄彦¹⁾ Takehiko Matsushita
西澤勇一郎²⁾ Yuichiro Nishizawa
黒田 良祐¹⁾ Ryosuke Kuroda

● Key words

Pivot-shift 現象, 前十字靱帯損傷, 半月板損傷

● 要旨

目的：膝前十字靱帯 (ACL) 損傷膝に伴う半月板合併損傷の pivot-shift 現象への影響を調査した。

方法：片側性 ACL 損傷症例 57 例に対し, pivot-shift test を行ない, pivot-shift 現象を徒手および定量的に評価し, 半月板合併損傷の有無で 2 群に分け比較検討した。

結果：半月板損傷の合併は 32 例に確認され, 半月板損傷を合併する群で徒手評価上, pivot-shift が大きいと判断された。また, 加速度による評価では半月板損傷全体で比較すると有意差はみられなかったが, 外側半月板の合併損傷群を抽出すると半月板合併損傷のない群に比較して有意に大きな値が得られていた。

結論：ACL 損傷膝の pivot-shift 現象は外側半月板損傷を合併することで悪化する。

はじめに

Pivot-shift 現象は膝前十字靱帯 (ACL) 損傷に伴う主たる症状であるが, この不安定性の大きさが主観的な膝機能に関与し臨床的に非常に重要である¹⁾。しかし, いまだ臨床的には ACL 再建術後に pivot-shift 現象が残存する症例が散見され, pivot-shift 現象の完全な克服に至っていない²⁾。その原因として ACL に次ぐ pivot-shift 現象に対する二次的制動因子が損傷され, 十分な評価と治療をされていないことが示唆されている。近年注目が

集まっている前外側靱帯³⁻⁵⁾, 腸脛靱帯⁶⁾, そして半月板^{7,8)}が二次的制動因子の候補としてあげられている。なかでも半月板は頻繁に ACL 損傷に合併し^{9,10)}, 屍体膝を用いた基礎研究において pivot-shift 現象への影響は繰り返し認められており^{11,12)}, 二次的制動因子として最も可能性が高い組織であることが考えられる。

半月板を含めて二次的制動因子の pivot-shift 現象への影響は前十字靱帯に比べると比較的小さく, 徒手検査 (Pivot-shift test 等) にて行なわれる従来からの臨床評価ではその影響を検出することは非常に困難であった。しかし, 近年, 計測機器の進化によって pivot-shift 現

星野祐一
〒650-0017 神戸市中央区楠町 7-5-1
神戸大学大学院医学系研究科整形外科
TEL 078-382-5985

1) 神戸大学大学院医学系研究科整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kobe University Graduate School of Medicine
2) 神戸海星病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Kobe Kaisei Hospital

象を臨床の場で定量的に評価できるシステムが開発され、実際に臨床使用が可能となってきた^{13~16)}。そこで本研究では ACL 損傷に伴う半月板合併損傷の pivot-shift 現象への影響を調査した。

対象と方法

2013 年 3 月～2016 年 8 月までの期間で当院一施設にて ACL 再建術を片側性の ACL 損傷に対して行なった症例で、対象年齢を 15～50 歳とし、同側および反対側の骨折症例を除き、同側の大きな軟骨損傷、ACL 以外の靱帯損傷を伴った症例を除いた 57 例(男性 31 例、女性 26 例、平均年齢 24 ± 10 歳)を対象とした。

ACL 再建術の術前全身麻酔下に同一検者が pivot-shift test を行ない、pivot-shift 現象を徒手の評価および定量的評価の 2 種の評価を同時に行なった。徒手評価は IKDC に沿って 4 段階(none/glide/clunk/gross)に評価した¹⁷⁾。一方、定量的評価は電磁気センサーを用いた pivot-shift test 時の脛骨後方整復時の加速度 (m/sec^2)で評価することとした。電磁気センサーは Liberty (Polhemus 社, Colchester, VT, USA)を用いた。このシステムでは大腿骨および脛骨にストラップにて固定し、もうひとつの電磁気センサーを使用して骨上の解剖学的参照点(大転子、大腿骨内上顆・外上顆、内側側副靱帯と内側関節裂隙の交錯点、腓骨頭、足関節内果・外顆)の三次元的な位置情報を入力すると、大腿骨および脛骨の三次元的な位置関係が皮膚上に固定した 2 つの電磁気センサーから仮想空間上に投影でき、動きのなかでの大腿骨-脛骨の関係を 240 Hz という速度で計測・記録できる。大腿骨-脛骨の位置・角度関係から Grood の定義¹⁸⁾に基づいた膝の 6 自由度を設定し、これを算出することができる。膝の 6 自由度データの中から脛骨の前後移動を抽出し、pivot-shift test の最中に生じる脛骨の後方移動を確認し、その際に生じた後方への加速度 (m/sec^2)を定量的評価の項目とした¹³⁾(図 1)。Pivot-shift test は 3 回施行し、その平均の値をその後の解析に使用した。

ACL 再建術の際の関節鏡視下に半月板の合併損傷を確認し、半月板損傷の有無によって 2 群に分け、上記の pivot-shift test の徒手的评价と定量的評価の 2 項目を比較検討した。徒手的评价の 2 群間比較は χ^2 テストを用い、定量的評価の 2 群間比較は independent t-test で比較した。さらに、内側半月板と外側半月板の合併損傷をそれぞれ分けて半月板損傷のない群と比較検討した。有意水準は 5% 未満とした。



図 1 電磁気センサーを用いた Pivot-shift test の定量的評価

大腿骨および脛骨上に固定された電磁気センサーは電磁気トランスミッターと電磁気信号を交信することで三次元的空間位置・角度を捕らえることができる。

結 果

半月板損傷の合併は 32 例に確認された。

内側半月板損傷は 20 例に認め、後節のみの縦断裂が 8 例、中節のみが 1 例、中-後節に至る縦断裂が 9 例、前節から後節に至る縦断裂が 2 例であった。一方、外側半月板損傷は 19 例に認め、内訳は 3 例の水平断裂(後節のみ 2 例、中-後節の水平断裂 1 例)と 12 例の縦断裂(後節のみ 8 例、中-後節 4 例)、4 例の横断裂(すべて後節)であった。内外半月板の合併損傷を 7 症例に認めた(表 1)。半月板損傷を合併する ACL 損傷膝の pivot shift test 徒手評価は半月板損傷の合併する群で有意に大きな不安定性が認められた ($p < 0.05$) (表 2)。加速度による評価では半月板損傷の合併群で $1.6 \pm 1.1 \text{ m/sec}^2$ 、非合併群で $1.3 \pm 0.8 \text{ m/sec}^2$ と合併群で大きな傾向があったが、統計学的有意差は得られなかった。 ($p = 0.12$) 内側半月板損傷の合併は 20 例に認められ、内側半月板の合併損傷を認めた群では pivot-shift test の加速度は $1.4 \pm 1.0 \text{ m/sec}^2$ であり、半月板合併損傷のない群に比べ、有意な増加は認めなかった ($p = 0.33$)。一方、外側半月板の合併損傷は 19 例に認められ、pivot-shift test の加速度は $1.8 \pm 1.1 \text{ m/sec}^2$ であり、半月板合併損傷のない群より有意に増加していた ($p < 0.05$) (図 2)。

考 察

本研究では ACL 損傷膝において半月板、とくに外側半月板、の損傷を合併した場合に pivot-shift 現象が大

表1 患者基本情報

各項目において各群間に有意な差はみられなかった. ($p>0.05$)

	半月板損傷 なし (n=25)	半月板損傷 あり (n=32)	外側半月板 損傷あり (n=19)	内側半月板 損傷あり (n=20)
年齢	26±11	23±9	21±8	23±9
性別(男性/女性)	12/13	14/18	9/10	7/13
術前待機期間(日)	320±870	180±178	128±108	212±204
KT measurement (健患差, mm)	6.2±2.7	6.1±3.1	6.2±3.0	5.8±3.2

表2 Pivot-shift test の徒手的评价結果

		半月板損傷 なし (n=25)	半月板損傷 あり (n=32)	外側半月板 損傷あり (n=19)	内側半月板 損傷あり (n=20)
Pivot-shift test の 徒手的评价	Glide(+)	15	12	6	7
	Clunk(++)	10	18	13	11
	Gross(+++)	0	2	1	1
p-value(半月板損傷の ない群との比較)			0.04	0.03	0.02

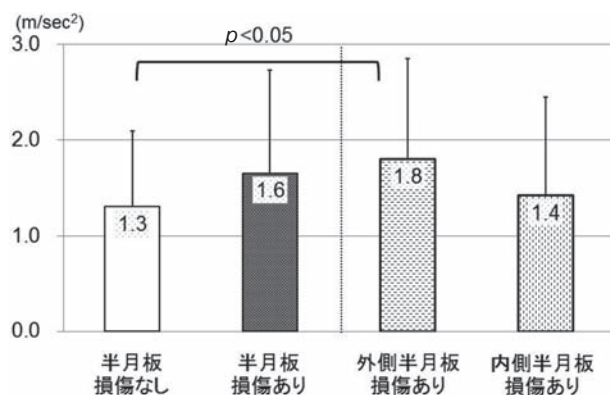


図2 Pivot-shift test の加速度による定量的評価結果

きくなることが電磁気センサーを用いた定量的評価を行なうことによって検出できた。半月板合併損傷の pivot-shift 現象への影響は主に屍体膝を用いた基礎研究によって証明されていたが^{11,12)}、臨床的には検出が困難であった。近年、微細な pivot-shift 現象の変化を検出できるような pivot-shift test の評価システムが開発されてきている^{13~16)}。Musahl らは iPad を用いた画像解析システム¹⁵⁾で脛骨外側の移動量を測定し、臨床症例を使用した研究では初めて半月板損傷の合併による pivot-shift 現象の増大を検出し、報告している⁸⁾。本研究では電磁気センサーを使用した脛骨に生じた加速度に

よって、半月板合併損傷の pivot-shift 現象への影響を検出することができていた。

本研究では ACL 損傷膝に生じる pivot-shift 現象に影響を与える二次的制動因子として半月板損傷に注目したが、そのほかにも二次的制動因子として疑われている組織がある。とくに近年、前外側靱帯^{3,4)}に注目が集まっているが、現時点では解剖学的な定義が報告によりさまざまであり^{3~6)}、さらには力学的影響も基礎実験で一定した見解が得られておらず^{5,6)}、また、臨床的には唯一の検出方法である MRI 評価¹⁹⁾においても定常的な検出が困難であるという報告²⁰⁾もあり、本研究の対象からは除外している。

半月板の pivot-shift 現象に及ぼす影響はとくに外側半月板で強く認められている。古くは 70 年代に Matsumoto が切断膝を用いて報告している⁷⁾が、近年では全下肢を用いた基礎実験においても外側半月板の切除によって ACL 損傷膝に生じる pivot-shift 現象が増大することも確認されている¹¹⁾。本研究では臨床例において改めて外側半月板の影響を確認することができた。

本研究の結果を踏まえると、臨床的には術前の MRI で必ずしも半月板損傷が検出できるとは限らず、ACL 損傷膝で pivot-shift 現象の大きな症例をみた際には、半月板損傷、とくに外側半月板の損傷の合併も疑って治療に向かうことが望ましいと考えられる。

本研究の Limitation としては、やはり症例数の不足

があげられる。半月板損傷の合併した部位や損傷形態によって pivot-shift 現象に及ぼす影響は異なることが予想されるものの、本研究の症例群を部位別、損傷形態別で群分けすると統計的処理が可能な症例数に満たなかった。今後、さらに症例数を重ねることにより、半月板合併損傷の部位別、損傷形態別の解析ができるものと考えている。

結 語

ACL 損傷膝に伴う半月板合併損傷の pivot-shift 現象への影響を調査した。外側半月板合併損傷は ACL 損傷膝の pivot-shift 現象を悪化させた。

文 献

- 1) Kocher MS et al : Relationships between objective assessment of ligament stability and subjective assessment of symptoms and function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 3 : 629-634, 2004.
- 2) Desai N et al : Anatomic single- versus double-bundle ACL reconstruction : a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22 : 1009-1023, 2014.
- 3) Vincent JP et al : The anterolateral ligament of the human knee : an anatomic and histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20 : 147-152, 2012.
- 4) Claes S et al : Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat*, 223 : 321-328, 2013.
- 5) Dodds AL et al : The anterolateral ligament : Anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *Bone Joint J*, 96B : 325-331, 2014.
- 6) Kittl C et al : The Role of the Anterolateral Structures and the ACL in Controlling Laxity of the Intact and ACL-Deficient Knee : Response. *Am J Sports Med*, 44 : NP15-18, 2016.
- 7) Matsumoto H : Mechanism of the pivot shift. *J Bone Joint Surg Br*, 72 : 816-821, 1990.
- 8) Musahl V et al : The Influence of Meniscal and Anterolateral Capsular Injury on Knee Laxity in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med*, 44 : 3126-3131, 2016.
- 9) Rotterud JH et al : Effect of meniscal and focal cartilage lesions on patient-reported outcome after anterior cruciate ligament reconstruction : a nationwide cohort study from Norway and Sweden of 8476 patients with 2-year follow-up. *Am J Sports Med*, 41 : 535-543, 2013.
- 10) Slauterbeck JR et al : Geographic mapping of meniscus and cartilage lesions associated with anterior cruciate ligament injuries. *J Bone Joint Surg Am*, 91 : 2094-2103, 2009.
- 11) Musahl V et al : The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 38 : 1591-1597, 2010.
- 12) Shybut TB et al : Effect of lateral meniscal root tear on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 43 : 905-911, 2015.
- 13) Hoshino Y et al : In vivo measurement of the pivot-shift test in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an electromagnetic device. *Am J Sports Med*, 35 : 1098-1104, 2007.
- 14) Lane CG et al : In vivo analysis of the pivot shift phenomenon during computer navigated ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16 : 487-492, 2008.
- 15) Hoshino Y et al : Quantitative evaluation of the pivot shift by image analysis using the iPad. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21 : 975-980, 2013.
- 16) Lopomo N et al : Quantitative assessment of pivot-shift using inertial sensors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20 : 713-717, 2012.
- 17) Irrgang JJ et al : Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 6 : 107-114, 1998.
- 18) Grood ES et al : A joint coordinate system for the clinical description of three-dimensional motions : application to the knee. *J Biomech Eng*, 105 : 136-144, 1983.
- 19) Helito CP et al : MRI evaluation of the anterolateral ligament of the knee : assessment in routine 1.5-T scans. *Skeletal Radiol*, 43 : 1421-1427, 2014.
- 20) Devitt BM et al : MRI is not reliable in diagnosing of concomitant anterolateral ligament and anterior cruciate ligament injuries of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 25 : 1345-1351, 2017.

胸郭出口症候群を発症した野球選手における手術症例の臨床像 —保存的治療群との比較—

Clinical Findings of the Operation Cases in Baseball Players with Thoracic Outlet Syndrome -Comparison with Conservative Treatment-

村山 俊樹 ¹⁾	Toshiki Murayama	古島 弘三 ²⁾	Kozo Furushima
宮本 梓 ¹⁾	Azusa Miyamoto	宇良田大悟 ¹⁾	Daigo Urata
草野 寛 ²⁾	Hiroshi Kusano	伊藤 恵康 ²⁾	Yoshiyasu Itoh

● Key words

手術適応, Roos テスト, 保存療法

● 要旨

目的：胸郭出口症候群(以下 TOS)を発症し、手術に至った野球選手の臨床像を検討すること。

方法：TOS と診断された野球選手 62 名を対象とし、手術に移行した 24 名(平均年齢 17.3)を手術群、保存療法にて復帰した 38 名(平均年齢 14.4)を保存群とした。年齢、誘発テスト(Morley テスト, Wright テスト, Roos テスト), DASH スコア, 合併症を調査した。Roos テストは手指の屈伸が 15 回行なえない場合(Roos15), 30 回行なえない場合(Roos30)に陽性とした。統計処理は、2 群間比較とロジスティック回帰分析を行なった。

結果：ロジスティック回帰分析にて DASH スコア(オッズ比 1.1)および Roos15(オッズ比 9.9)が算出された。

考察：Roos15 陽性例は、TOS 症状の重症度を反映し、手術に至った野球選手の特徴的な臨床像である。

はじめに

胸郭出口症候群(thoracic outlet syndrome ; TOS)は野球を代表とするオーバーヘッドアスリートにも発症する疾患であるが、その報告は少なく認知度はいまだ低いと思われる。当院の調査では 2008~2012 年の 5 年間に於いて、上肢痛を主訴として受診した野球選手のうち TOS と診断された割合は 5.3 % である¹⁾。また、われわれは過去 30 年間で約 300 例以上の TOS に対する手

術を行なってきたが¹⁾、近年では年間 70~80 例と増加している。その背景には、血管造影—3DCT やエコーによる診断技術が向上しており、また整形外科医の TOS に対する認知が進み、紹介されてくる患者も増加傾向にあるためである。

TOS 治療の第一選択は保存療法であり、非アスリートに対する有効率は約 60 % と報告されている²⁾。一方、アスリートに対する理学療法の有効率は 33 % との報告があり³⁾、保存治療に難渋する例が多いとされている。古島らは TOS の保存治療に難渋する症例に対して内視

村山俊樹
〒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/FAX 0276-75-4888
E-mail replymarkpoint@yahoo.co.jp

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

鏡を併用した第一肋骨切除術を行ない、野球選手における有効率は88.7%と良好な成績を報告している⁴⁾。手術療法による良好な成績が示されている一方で、手術に至った症例の臨床像はさまざまであり、まだ不明瞭な点がある。アスリートにおいては限られた現役期間内に早期復帰が求められるため、難渋例に対して漫然とした保存療法を行なうべきではなく、積極的な治療が必要とされる。したがって、治療初期の臨床像から手術が必要か否かを判断し、早期に治療方針を定めることができれば有用と考えられる。本研究の目的は、TOSと診断され手術に至った野球選手の臨床像と保存治療有効例の臨床像とを比較することによって、初期臨床像から、手術適応の判断が可能かどうかを検討することである。

対象と方法

2015年7月～2016年6月までの12ヵ月間で、当院にてTOSと診断された野球選手85名(平均年齢15.7±3.0歳)を対象とした。TOSの診断は上肢のしびれ、疼痛、鎖骨上窩の圧痛を認めた上で、WrightテストもしくはRoosテストが陽性であるものとした。初診時に年齢、身長、体重、BMIの基本情報、理学所見としてTOS誘発テスト(Morleyテスト、Wrightテスト、Roosテスト)を調査した。TOS症状を有する症例のうち、約32%に肘関節障害を認めると報告されているため⁵⁾、合併症状として尺側側副靱帯損傷、上腕骨内側上顆下端裂離骨折、上腕骨小頭離断性骨軟骨炎など、投球に起因する肘関節障害の有無を調査した。主観的評価としてDASHスコア、DASH-sports module(DASH-SM)スコアの調査も行なった。対象者のうち、経過観察が不可能であった19名、経過観察中の4名を除外し、初診時にすべての評価が可能であった62名(平均年齢15.7±2.8歳)を最終的な解析対象とした。なお、Wrightテストは原法⁶⁾を改良し、上肢を90°外転外旋位(ABER位)の肢位とした(図1)。これはWrightテストの偽陽性率は原法では22%であるが、ABER位では3.5%と報告されているためである⁷⁾。さらに、Roosテストについても原法⁸⁾を改良し、手指の屈伸が15回以下もしくは15秒以下の場合をRoos15陽性と定義し、30回以下もしくは30秒以下の場合をRoos30陽性と定義した。手術適応は古島ら⁴⁾の報告に準じ、(1)1～数ヵ月間の理学療法で復帰不能例、(2)日常生活にも著しく支障をきたしている例、また(3)血管造影にて鎖骨下動脈の圧迫所見陽性で手術的治療を希望した例のうち、いずれかを有した症例とした。

保存療法における実際の理学療法は、僧帽筋、肩甲挙



図1 本研究で行ったWrightテスト
90°外転外旋位(ABER位)では偽陽性率は3.5%と報告されている⁷⁾。

筋、斜角筋、大胸筋、小胸筋などの頸部や肩甲骨のアイメントに影響を与える筋群に対するストレッチや筋力の不均衡を調整するための筋力強化を行なった。必要に応じて、肩後方拘縮、腱板機能不全、下肢体幹機能不全についても介入し、投球フォーム指導も行なった。

群分けは、手術に移行した24名を手術群、保存療法にて復帰した38名を保存群とした。統計処理は手術群と保存群の2群間比較を基本情報とし、DASHスコア、DASH-SMスコアについてMann-WhitneyのU検定を行なった。TOS誘発テスト、合併症状の有無については χ^2 検定を行ない、有意差を認めた項目については、さらにロジスティック回帰分析を行なった。統計ソフトはR2.8.1を使用し、有意水準は5%とした。

結 果

手術群と保存群の基本情報および主観的評価の結果を図2～6に示す。平均年齢は手術群17.0±2.6歳、保存群14.8±2.7歳であり、保存群が有意に若年であった($p<0.01$)。また、治療開始前のDASHスコアは手術群23.5±17.1点、保存群10.4±6.3点、DASH-SMスコアは手術群64.6±28.3点、保存群49.0±32.4点であり、手術群が有意に高値であり、重症度が高かった($p<0.05$)。BMIでは有意差がなかった($p=0.17$)。合併症状の有無については有意差を認めなかった(表1)。TOS誘発テストの結果を図7に示す。それぞれのテストの陽性率はMorleyテストでは手術群:75%、保存群:61%、

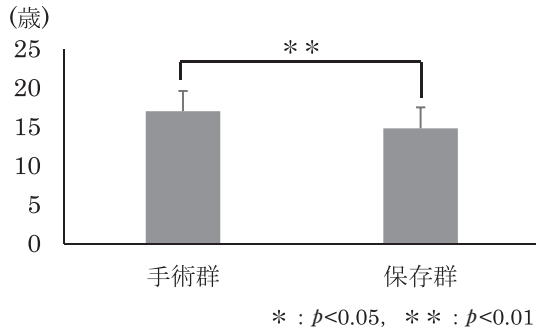


図2 手術群と保存群の年齢の比較
手術群が保存群よりも有意に年齢が高かった ($p < 0.01$).

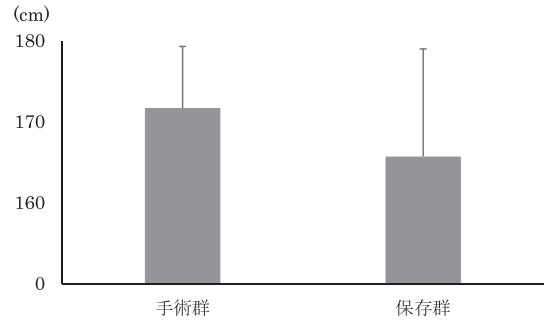


図3 手術群と保存群の身長と比較
両群の間で有意差を認めなかった ($p = 0.09$).

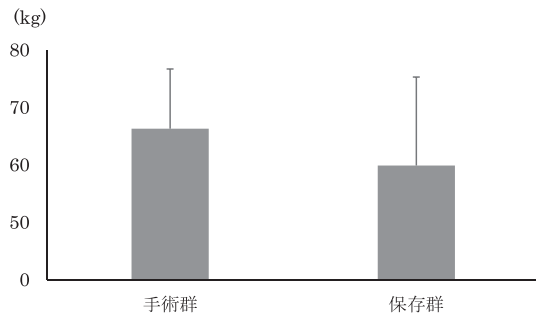


図4 手術群と保存群の体重の比較
両群の間で有意差を認めなかった ($p = 0.20$).

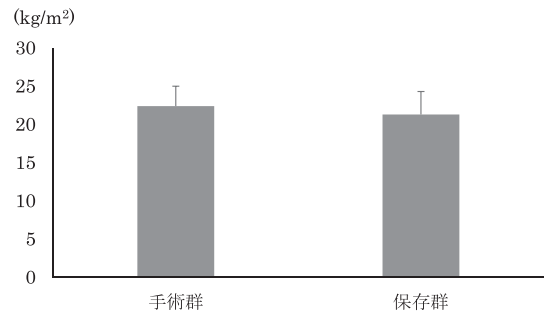


図5 手術群と保存群のBMIの比較
両群の間で有意差を認めなかった ($p = 0.17$).

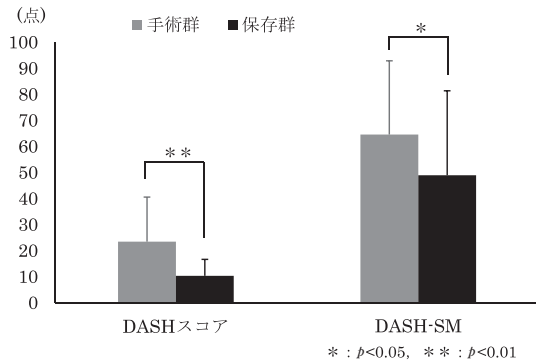


図6 手術群と保存群のDASHスコア, DASH-SMの比較
DASHスコア, DASH-SMともに手術群が有意に高値であった。

表1 合併症状の有無の比較

(人)	手術群 (n=24)	保存群 (n=38)	p 値	オッズ比 (95%CI)
あり	14	19	0.61	1.4 (0.50-3.9)
なし	10	19		

95 % CI : 95 % 信頼区間

合併症状には尺側副靱帯損傷, 上腕骨内側上顆下端裂離骨折, 上腕骨小頭離断性骨軟骨炎を含めた。

であった。以上より DASH スコア, DASH-SM スコア, Roos15 および Roos30 については, さらに年齢で調整したロジスティック回帰分析を行なった。その結果, 有意であった項目は, DASH スコア: オッズ比 1.1 (95 % CI : 1.0-1.2), Roos15 : オッズ比 9.9 (95 % CI : 1.7-57.5) であった (表 2)。

考 察

本研究結果から, TOS により手術に至った野球選手の特徴的な臨床像は, 保存復帰した例と比較して, 日常

Wright テストでは手術群 : 79 %, 保存群 : 71 %, Roos15 では手術群 : 42 %, 保存群 : 5 %, Roos30 では手術群 : 75 %, 保存群 : 45 % であった。 χ^2 検定にて有意であった項目は, Roos15 : オッズ比 12.9 (95 % CI : 2.5-66.2), Roos30 : オッズ比 3.7 (95 % CI : 1.2-11.4)

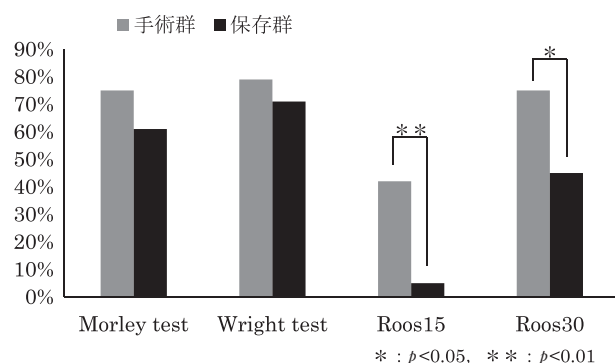


図7 TOS 誘発テストの陽性率の比較

Roos15, Roos30 では有意差を認め、オッズ比 (95% 信頼区間) はそれぞれ 12.9(2.5-66.2), 3.7(1.2-11.4)であった。

生活やスポーツ活動において主観的に重症例であり、Roos30 陽性となる症例である。年齢では中学生より高校生において手術例が多い。また、年齢で調整したロジスティック回帰分析より、DASH スコアおよび Roos15 において有意なオッズ比を認める。以上より、とくに DASH スコアが高値であり、Roos15 陽性となる症例は、保存治療による復帰が困難になる傾向が強い。重症例ほどスポーツ活動だけでなく、日常生活でも困難を感じることが多いため、DASH スコアが有意な項目として抽出されたことは妥当と考えられる。また、教科書的な Roos テストは 3 分間で評価しているが⁸⁾、重症例は、30 秒でも診察肢位をとることが困難である。したがって、Roos テスト陽性例でも重症例程 ABER 位持続可能時間が短くなることもわかる。

TOS 患者の多くは、症状を引き起こす解剖学的な素因をもっていると報告されている⁹⁾。とくに、第一肋骨は斜角筋が停止する部位であり破格や異常線維束がよくみられ^{10,11)}、神経血管束の障害が引き起こされる原因になる。投球動作では、コッキング期の肩関節外転外旋に伴い、鎖骨の回旋と後方移動により肋鎖間隙が狭小化する¹²⁾。また、オーバーヘッドスポーツにおいては斜角筋の肥大が生じることや⁹⁾、反復するオーバーヘッド動作による、斜角筋の微細損傷や炎症の蓄積が症状と関連すると報告されている¹³⁾。したがって、野球による TOS では、解剖学的素因に加えて投球動作の反復による局所の動的負荷が、斜角筋三角部と肋鎖間隙において神経血管束を圧迫することで TOS 発症に関与していると考えられる。

本研究結果では、Wright テストは陽性率が手術群 79%、保存群 71% と両群において高く、手術適応を判断する所見としては不適当と思われる。ABER 位での

表2 年齢で調整したロジスティック回帰分析

	オッズ比 (95%CI)	モデル χ^2 検定
DASH スコア	1.1 (1.0-1.2)	<0.01
DASH-SM	1.0 (0.99-1.1)	<0.01
Roos15	9.9 (1.7-57.7)	<0.01
Roos30	2.1 (0.61-7.4)	<0.01

95% CI : 95% 信頼区間

テストは斜角筋三角部と肋鎖間隙の障害を反映する検査であり¹⁴⁾、両群において陽性率が高かったことから TOS の診断のための理学所見としては、妥当であると考えられる。しかし、Wright テストでは挙上時間の規定がないことにより、定量的な評価としては不十分であると考えられる。Roos テストは ABER 位の保持で神経血管束の持続的な圧迫と牽引の刺激に加えて、手指の屈伸を行なう。この手指の屈伸によるパンピングアウトが上肢の血流の阻血状態を促進すると考えられる。よって、症状が重度であるものは、上肢の阻血状態が早期に引き起こされてくる可能性があり、Roos15 は TOS 症状と病態の重症度を反映する検査として有用であると考えられた。

TOS に対する保存療法の有効性についての報告は散見される^{2,15)}。しかし、ランダム化比較試験(RCT)などの質の高い研究は、本疾患においてははまだ不足しており、近年のシステマティックレビューにおいても、理学療法の効果を支持するエビデンスはまだない¹⁵⁾。手術療法においても同様に、質の高い研究は見当たらないが、アスリートを対象とした治療成績は 84.5~93.3% と良好な成績が多い^{1,3,4,16)}。Al-Hashel ら¹⁷⁾は、TOS に対して 6 ヶ月間の理学療法を行なった後の手術成績は、早期に手術を行なった患者と比較して劣ることを報告している。このような点からも、競技期間が限られている現役アスリートにおいては、漫然とした保存療法を行なうべきではなく、早期より手術適応を判断し、積極的な治療を行なうことは有益であると考ええる。

本研究の限界として、後方視的研究であること、対象者が少ないことが限界である。今後は対象者を増やした前向き研究を行ない、多変量解析にて交絡因子を調整した解析が必要と考えている。

結 語

- ・ TOS と診断された野球選手 62 名を対象に、手術に至った臨床像を検討した。
- ・ 有意なオッズ比は DASH スコア (調整後 : 1.1) および Roos15 (調整後 : 9.9) において算出され、手術適応判

断の一助となると考えられた。

- ・Roos¹⁵が陽性となる症例は、TOS症状・病態が重度であることを反映していると考えられ、手術に至った野球選手の特徴的な臨床像である。

利益相反

本研究において、開示すべきCOI関係にある企業等はない。

文 献

- 1) 古賀龍二ほか：手術的治療を行った野球選手のいわゆる胸郭出口症候群の臨床的特徴と治療成績。肩関節, 38 : 981-985, 2014.
- 2) Novak CB et al : Outcome following conservative management of thoracic outlet syndrome. J Hand Surg, 20 : 542-548, 1995.
- 3) Chandra V et al : Thoracic outlet syndrome in high-performance athletes. J Vasc Surg, 60 : 1012-1018, 2014.
- 4) 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.
- 5) 草野 寛ほか：野球選手の肘内側側副靱帯(UCL)損傷に伴う胸郭出口症候群(TOS)の治療成績。日肘関節会誌, 24 : S113, 2017.
- 6) Wright CS et al : The neurovascular syndrome produced by hyperabduction of the arm. Am Heart J, 29 : 1-19, 1945.
- 7) 北村歳男ほか：胸郭出口症候群。MB Orthop, 23 : 15-22, 2010.
- 8) Roos DB : New concepts in the etiology, diagnosis and surgical treatment of thoracic outlet syndrome. Vasc Surg, 13 : 313-321, 1979.
- 9) Twaij H et al : Thoracic outlet syndromes in sport : a practical review in the face of limited evidence -unusual pain presentation in an athlete-. Br J Sports Med, 47 : 1080-1084, 2013.
- 10) Atasoy E : Thoracic outlet syndrome: anatomy. Hand Clin, 20 : 7-14, 2004.
- 11) Roos DB : Congenital anomalies associated with thoracic outlet syndrome. Am J Surg, 132 : 771-778, 1976.
- 12) 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.
- 13) Nichols AW : The thoracic outlet syndrome in athletes. J Am Board Fam Pract, 9 : 346-355, 1996.
- 14) 今釜哲男ほか：胸郭出口症候群の脈管テストの機序について—臨床所見および局所解剖所見から—。整形外科と災外, 27 : 559-563, 1978.
- 15) Lo CC et al : Systematic review : the effectiveness of physical treatments on thoracic outlet syndrome in reducing clinical symptoms. Hong Kong Physiotherapy Journal, 29 : 53-63, 2011.
- 16) 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.
- 17) Al-Hashel JY et al : Early versus late surgical treatment for neurogenic thoracic outlet syndrome. ISRN Neurol, 10 : 673020, 2013.

脛骨過労性障害の画像診断 初診時 MRI による疲労骨折とシンスプリントとの検討

The Finding of Clinical Imaging of Tibial Stress Injuries

-Distinguishing between the Stress Fracture and the Shin-splints Using
Initial MR Imaging?-

関 展寿¹⁾ Nobutoshi Seki
島田 洋一²⁾ Yoichi Shimada

千葉 光穂¹⁾ Mitsuho Chiba

● Key words

疲労骨折, シンスプリント

Stress fracture : Shin splints : MRI

● 要旨

脛骨過労性障害は疲労骨折とシンスプリントに大別され, 指導者やトレーナーから両者の鑑別を求められることが多い。本研究の対象はオーバーユースによる脛骨部の痛みを主訴に来院した平均年齢 15 歳 (12~18 歳) のスポーツ選手 33 名 43 脚。初診後 28 日以降の単純 X 線画像で仮骨形成されたものを疲労骨折, なかったものをシンスプリントと分類し, 初診時の MRI 所見により両者が鑑別できるのか検討した。その結果, 脛骨疲労骨折では骨膜の Severe な信号変化が必要条件であり, 疲労骨折も骨膜まで病変が及んでいることが示唆された。骨髄の Severe な信号変化も高率に仮骨を生じるが, 信号変化の形態は仮骨の有無に影響を与えなかった。

はじめに

脛骨の過労性障害は陸上競技選手に多く, 疲労骨折とシンスプリントに大別される¹⁾。Mubarak らの報告以降, 両者は鑑別困難であり medial tibial stress syndrome と呼ぶべきだという意見もあるが²⁾, シンスプリントという呼称も本邦のスポーツ現場で一般化しており指導者やトレーナーから疲労骨折との鑑別を求められることが多い。今回は内山の報告に準じて単純 X 線画像で仮骨形

成があったものを疲労骨折, なかったものをシンスプリントと分類し¹⁾, 初診時の MRI 所見により仮骨形成の有無を予測できるのか, すなわち疲労骨折とシンスプリントが鑑別できるのかについて後ろ向きに検討した。

対象と方法

症例はオーバーユースによる脛骨部の疼痛を主訴に当院を受診した選手で, 28 日以上経過観察し, かつ初診日から 3 日以内に MRI を撮像した 33 名 43 脚を対象と

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

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

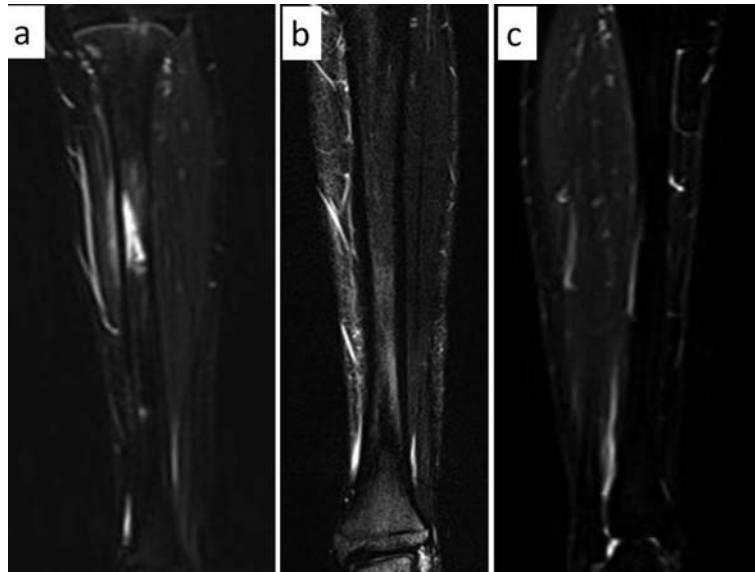


図1 骨髓の信号変化の強度分類
a : Severe(水と同信号), b : Mild(筋肉と同信号), c : None(なし).

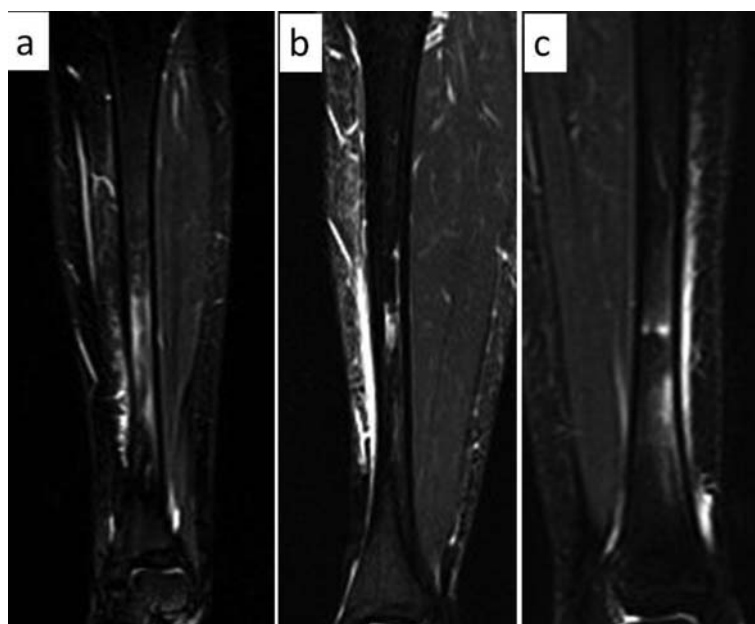


図2 骨髓信号変化の形態
a : Diffuse(広範), b : Spotty(点状), c : Linear(線状).

した。内訳は平均年齢 15 歳(12~18 歳)で男性 13 名 17 脚, 女性 20 名 26 脚。スポーツ種目は陸上 15 名, バスケットボール 6 名, 野球 4 名, 卓球・バレーボール各 2 名, 水泳・テニス・剣道・スキークロスカントリー各 1 名で経過観察期間は平均 46 日間(28~91 日)だった。

選手・保護者には MRI の結果によらず, 基本的には

保存的治療で 3 ヶ月以内に治る疾患であること。まずは 2~4 週間程度, 強度の高いスポーツを避ける必要があること, 痛みが出なければウォーキング・自転車漕ぎなどの荷重訓練は許可とすること, およびストレッチや体幹トレーニングは積極的に行なうことを説明し, 2~4 週間後に再診させ, 復帰するまでフォローを続けた。復

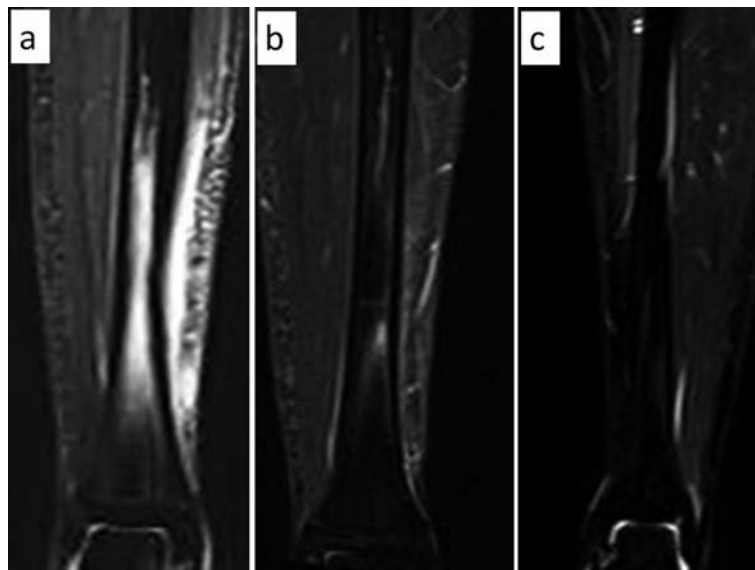


図3 骨髄の信号強度変化
a : Severe(水と同信号), b : Mild(筋肉と同信号), c : None(なし).

帰の目安としては片脚ジャンプを10回痛みなくできた
ら許可とした。大きな大会の直前で休みたくないという
選手には病状の悪化の可能性を説明したうえでの参加を
容認し、当院への受診は継続するように説明した。対象
者には本研究の趣旨と内容を説明し同意を得た。

MRIの信号変化はT2 STIR 脂肪抑制強調画像での高
信号の有無で分類した。骨髄内の信号変化強度を Se-
vere : 水と同信号, Mild : 筋肉と同信号, None : 変化
なしの3群に分け(図1), そのcoronal像での形態を広
範なDiffuse : 脛骨の横径よりも大きい, 点状のSpot-
ty : 脛骨の横径より小さい, 線状のLinearに分けた(図
2)。骨髄の信号変化強度も骨髄同様に Severe, Mild,
Noneに分けた(図3)。信号変化の形態はcoronal像で,
信号強度はcoronal像に加えてaxial像を加味して判断
した。MRIはシーメンス社製1.5T Magnetom Sym-
phony a Tim System[®](ドイツ)を用いた。初診時と最終
診察時での下腿単純X線画像2方向を比較し仮骨形成の
有無を検討した。画像は臨床症状を知らせていない当院
の整形外科7名で判読した。

疲労骨折群(両脛骨または一方の脛骨に疲労骨折が
あった選手)とシンスプリント群(疲労骨折がなく、両
方または片方のシンスプリントがあった選手)の復帰時
期についても検討を加えた。復帰時期の定義としては大
会に出場したかチームの通常練習に参加できた場合と
し、練習に参加しても別メニューの場合は復帰としな
かった。本研究は当院倫理委員会の承認を得て実施した
(承認番号29-2)。

結 果

仮骨が形成され疲労骨折と診断されたのは17脚, 形
成されずシンスプリントと診断されたのが26脚だった。
選手の数では片脚でも疲労骨折と診断されたのが15名,
シンスプリントだったのが18名だった。

骨髄信号強度変化の Severe が27脚あり仮骨が出現
したのが16脚, Mild が14脚あり仮骨がみられたのが
1脚, None の2脚はいずれも仮骨が現れなかった。

骨髄の信号変化の形態では, Diffuse の33脚中仮骨が
12脚, Spotty が7脚中5脚で仮骨があり, Linear の1
脚および骨髄の信号変化がなかった2脚では仮骨が形成
されなかった。

骨髄の信号変化は Severe が29脚で, そのうち17脚
に仮骨形成がみられた。Mild は6脚, None は8脚でい
ずれも仮骨形成が認められなかった。

骨髄・骨膜とも信号変化が Severe だった症例は25
脚あり, そのうち16脚に仮骨が認められた。骨髄と骨
膜の信号変化と仮骨形成の有無は表1のとおりであった
(表1)。

スポーツ復帰状況としては, 受診日から2週間以内に
復帰していた選手が15名(疲労骨折群7名, シンスプ
リント群8名), 2週間から1ヵ月以内に復帰した選手
が8名(疲労骨折4名, シンスプリント群4名), 1ヵ月
以上経過してから復帰した選手が10名(疲労骨折4名,
シンスプリント6名)で, 最終的には全選手が復帰可能

表1 仮骨が出現した割合(出現数/脚数)

		骨髄の信号変化		
		Severe	Mild	None
骨膜の 信号変化	Severe	16/25	1/2	0/2
	Mild	0/2	0/4	0/0
	None	0/0	0/8	0/0

だった(表2)。

考 察

疲労骨折はかつて軍隊に多く行軍骨折として報告されることが多かったが、最近スポーツが盛んになり脛骨疲労骨折の報告が増えている³⁾。他方、シンスプリントは1966年 American Medical Association により下腿の屈筋腱の over use とそれによる筋・腱の炎症が主体で骨折や阻血性疾患は除外すると定義されており⁴⁾、1967年 Slocum らは骨折線を伴わずに仮骨が観察される状態と表現している⁵⁾。八木は脛骨内側の圧痛を5cm以上で認めるものをシンスプリントとし、それ以下は疲労骨折の可能性があると述べている⁶⁾。内山はシンスプリントは下腿内側に慢性的な疼痛と圧痛がある疾患の総称であるのに対し、脛骨疲労骨折はX線骨折線や骨折治癒機転である仮骨形成をみるものであると述べている¹⁾。最近では両者の鑑別は困難だとして疲労骨折とシンスプリントを medial tibial stress syndrome と呼びMRI所見で重症度を分類する意見もある^{2,7,8)}。Anderson らはシンスプリントの中にも骨髄内高信号域を認めるものがあり疲労骨折はシンスプリントの延長線上に位置していると述べている⁹⁾。これらのように疲労骨折とシンスプリントは別疾患という説と同一疾患という説があり、いまだコンセンサスが得られていない状況にある。

発症原因は概ね疲労骨折は荷重による骨自体のゆがみ・ストレインにより生じるとされ、シンスプリントは回内足・下腿外旋などが踵骨外反をきたし、ヒラメ筋内側の筋膜を牽引し脛骨後内側部にストレスがかかることとされる¹⁰⁾。鳥居は疲労骨折の発生要因として筋疲労時など衝撃緩衝低下や骨密度低値を、シンスプリントの発生要因として下腿・踵部角の外反が大きいこと、足関節や母趾の可動域が小さく短い時間で衝撃緩衝を行なうことをあげている¹¹⁾。

治療はシンスプリントの場合、痛みがあってもパフォーマンスに影響がない場合は制限不要でアイスマッサージや下肢ストレッチを行ない、運動制限や安静時痛を認める場合は練習量の制限や休止が必要になる³⁾。足

表2 疲労骨折とシンスプリントの安静期間(症例数)

安静期間	疲労骨折	シンスプリント
2週間以内	7	8
2~4週間	4	4
4週間以上	4	6

底板が有効だという報告もある⁶⁾。疲労骨折の診断となった場合3週程度の運動完全中止から徐々に練習を再開し、6~8週で軽快することが多いとされる³⁾。

後療法に違いがあることから外来初診時に患者や指導者から両者を鑑別して欲しいとの訴えも多く、その鑑別を試みた報告がみられる。万本らはMRI画像で疲労骨折では異常信号が骨髄内全域に広がっていたがシンスプリントでは骨髄内全域には広がってなかったと報告している¹²⁾。大西は前者のMRIで骨髄全域または後内方を中心としたスポット状の高輝度変化をきたした後方骨膜変化も認めていたが、後者は骨髄の高輝度変化は無変化なものから疲労骨折に類似したものまで多様な変化を示したと報告している¹³⁾。今回われわれの調査結果では仮骨が形成されるためには骨膜のSevereな信号変化が必要条件だった。骨髄の信号変化がSevereでも骨膜の信号変化がMildまたはNoneでは仮骨が形成されなかった。シンスプリントは過労性骨膜炎とも称されるが、疲労骨折も骨膜まで及ぶ病変であることが示唆される。

今回の症例では疲労骨折群とシンスプリント群で復帰状況に有意差がなかった。疲労骨折と診断がついても大会直前の受傷や団体競技で人数が足りず鎮痛剤を服用しながら復帰している例もあった。当院の周囲(秋田県北部)は3月まで雪に覆われ、陸上競技では4月から本格的な陸上練習が開始されることが多く、さらに大会は5月から7月に集中している。この時期に練習量が増え、不完全であっても大会に出るために休めない選手が多い。ほかに過去の報告よりも復帰が早かった理由として考えられることとしては中学生・高校生といった若年者が多く、成人例よりも骨折治癒機転が早く進んだ可能性があること。大学・社会人選手と比べ練習量が少なく、重症になる前に受診し、また復帰に際しても負担が少なかったことが考えられる。

本研究の限界としては発症から受診までの期間や、その間の活動性がさまざま、今回の復帰時期イコール治癒期間とはいえないところがある。また、発症時期や復帰時期も自己申告であり真の発病時期とは異なることも考えられ、今後の検討の課題である。X線評価も下腿2方向での評価であり4方向のほうの詳細な評価が可能だったかもしれない¹⁰⁾。

今回の結果から、初診時 MRI で骨髄・骨膜とも Severe な信号変化があった場合には 64 % が疲労骨折だった。骨膜・骨髄とも信号変化が Mild または None であった症例で仮骨が現れた例はなく、これらに対してはシンスプリントだと説明できるといえる。

結 語

下肢長管骨過労性障害で仮骨が生じる例では骨膜の Severe な信号変化が必要条件であり、疲労骨折も骨膜に病変が及んでいることが示唆された。骨髄の Severe な信号変化も高率に仮骨を生じるが、信号変化の形態は仮骨の有無に影響を与えなかった。

文 献

- 1) 内山英司：シンスプリントと疲労骨折. MB Orthop, 15 : 39-44, 2002.
- 2) Mubarak SJ et al : The medial tibial stress syndrome. A cause of shin splints. Am J Sports Med, 10 : 201-205, 1982.
- 3) 田島 寶：下腿疲労骨折とシンスプリントに関する研究小史と論点. 整スポ会誌, 24 : 177-183, 2004.
- 4) American Medical Association, Committee on the Medical Aspects of Sports, Subcommittee on classification of sports injuries : standard nomenclature of athletic injuries. AMA, Chicago : 126, 1966.
- 5) Slocum DB : The shin splint syndrome. Medical aspects and differential diagnosis. Am J Surg, 114 : 875-881, 1967.
- 6) 八木茂典：シンスプリントの重症度分類と治療. 整・災外, 59 : 851-859, 2016.
- 7) Fredericson M et al : Tibial stress reaction in runners. correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new MRI grading system. Am J Sports Med, 23 : 472-481, 1995.
- 8) Nattie A et al : Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play. A 5-year prospective study in collegiate track and field athletes. Am J Sports Med, 41 : 1930-1941, 2013.
- 9) Anderson WM et al : Shin splints : MR appearance in a preliminary study. Radiology, 204 : 177-180, 1997.
- 10) 清水卓也：下腿疲労骨折とシンスプリントの病理と発生メカニズムの基礎. 整スポ会誌, 24 : 184-188, 2004.
- 11) 鳥居 俊：下腿疲労骨折とシンスプリントのアスレティックリハビリテーション. 整スポ会誌, 24 : 197-202, 2004.
- 12) 万本健生ほか：シンスプリントと脛骨疲労骨折の MRI による鑑別. MB Orthop, 25 : 9-14, 2012.
- 13) 大西純二：脛骨疲労骨折とシンスプリントの MRI による鑑別診断. 整スポ会誌, 33 : 286-291, 2014.

10代に発生した大腿骨滑車部軟骨損傷および離断性骨軟骨炎 に対して行なった自家骨軟骨移植術後のスポーツ復帰について

Return to Sport after Osteochondral Autologous Graft for Chondral Lesion and Osteochondritis Dissecans of the Trochlea of the Femur in Adolescent Athlete

三輪 晶子 Akiko Miwa
向井 章悟 Shogo Mukai

中川 泰彰 Yasuaki Nakagawa

● Key words

大腿骨滑車部, 軟骨損傷, スポーツ復帰

● 要旨

10代に発生した大腿骨滑車部の離断性骨軟骨炎(以下 OCD)および軟骨損傷に対する自家骨軟骨移植術施行後のスポーツ復帰時期について検討した報告は少ない。本研究では、10代に発生した大腿骨滑車部の OCD および軟骨損傷に対する自家骨軟骨移植術施行後のスポーツ復帰時期について検討することを目的とした。OCD 群 4 例 4 膝, 軟骨損傷群 3 例 4 膝で比較・検討を行なったところ, 術後スポーツ完全復帰時期に有意差は認められなかった。その原因として, 10代のスポーツ選手では, 大腿骨側のみに病変が限局していたことや罹病期間が短く, 筋力低下が比較的軽度であることが考えられた。

はじめに

われわれは, 大腿骨滑車部に発生した離断性骨軟骨炎 (osteochondritis dissecans; OCD) および軟骨損傷症例に対して, 適切な保存療法を行なっても軽快しない場合には, 積極的に自家骨軟骨移植術を行なっている。

本稿では, 10代に発生した大腿骨滑車部の OCD および軟骨損傷に対する自家骨軟骨移植術施行後のスポーツ復帰時期について検討したので若干の文献的考察を加えて報告する。

対象および方法

2008~2015年に, 大腿骨滑車部における OCD もしくは軟骨損傷と診断された 10代の患者で, 自家骨軟骨移植術を受け, スポーツ復帰をめざした 7 例 8 膝とした。OCD は 4 例 4 膝, 軟骨損傷は 3 例 4 膝であった。すべて男性, 右 3 膝, 左 5 膝, 手術時平均年齢は 15 歳 (13~17 歳), 術後平均観察期間は 30 ヶ月 (8~42 ヶ月) であった。

手術は全例ではじめに膝関節鏡を行なった。内側傍膝蓋進入路にて関節内を展開し, OATS システム (osteochondral autologous transfer system; Arthrex 社

製)を用いて移植骨孔を作製した。関節の凹面に合わせて、採取した骨軟骨柱を斜めに傾けて移植し、関節面を形成した。また、骨軟骨柱採取部には病巣部の骨片を軟骨下骨の高さより少し下のレベルまで充填しておいた。術後2日間、関節内にドレーンを留置した。ドレーン抜去後、関節可動域訓練を開始した。術後2週間免荷後、術後3週目から1/3荷重を開始し、6週目で全荷重とした。その後は水腫や腫脹に応じて活動量を増加させた。

評価項目は、病巣部面積、移植プラグ数、Lysholm score¹⁾、スポーツ開始時期、完全復帰時期とし、OCD症例と軟骨損傷症例の2群に分けて評価した。統計学的検討には χ^2 およびMann-Whitney U検定を用いて $p<0.05$ を有意差ありとした。

結 果

両群において、病巣部面積はOCD群が平均 224 mm^2 、軟骨損傷群が 346 mm^2 で、移植プラグ数はOCD群が2.3本、軟骨損傷群が3.5本であり、ともに有意差は認められなかった。

術前の平均Lysholm scoreはOCD群が92点、軟骨損傷群が76.8点であり、有意に軟骨損傷群が低かった($p=0.02$)²⁾が、術後半の平均Lysholm scoreは、OCD群が100点、軟骨損傷群が96.3点で、有意差がなかった。また、術後スポーツ開始時期は、OCD群が3.3ヵ月、軟骨損傷群が5.1ヵ月、スポーツ完全復帰時期はそれぞれ5.6ヵ月、8.6ヵ月であり、両群に有意差は認められなかった(表1)。

症 例 提 示

15歳男性。サッカー部所属。とくに誘因なく出現した左膝痛が約3ヵ月間持続するため受診した。初診時単純X線像では、明らかな異常所見を認めなかった(図1)。

MRI所見では、半月板や靱帯には明らかな異常はなく、大腿骨外側滑車部に軟骨欠損と軟骨下骨の輝度変化を認めた(図2)。大腿骨外側滑車部の軟骨損傷と診断し、自家骨軟骨移植術を施行することにした。手術時所見では、病巣の大きさは $17\times 20\text{ mm}$ であり、大腿骨非荷重部より $\phi 8\text{ mm}$ の骨軟骨柱を4本採取し移植した(図3)。術後5ヵ月でスポーツに部分復帰し、8ヵ月で完全復帰を果たした。Lysholm scoreは術前95点であったのが、術後1年、2年ともに100点となっていた。

表1 両群の所見および経過の詳細

	OCD	軟骨損傷	
病巣部面積	224 mm^2 ($64\sim 300\text{ mm}^2$)	346 mm^2 ($200\sim 400\text{ mm}^2$)	N.S.
移植骨の直径	7.4 mm (6~8 mm)	7.4 mm (6~9 mm)	N.S.
移植プラグ数	2.3 本 (2~4 本)	3.5 本 (2~4 本)	N.S.
術前の Lysholm score	92 点 (87~95 点)	76.8 点 (66~86 点)	$p=0.02$
術後半の Lysholm score	100 点	96.3 点 (95~100 点)	N.S.
術後スポーツ 開始時期	3.3ヵ月 (3~5ヵ月)	5.1ヵ月 (3~5ヵ月)	N.S.
術後スポーツ 完全復帰時期	5.6ヵ月 (4.5~23ヵ月)	8.6ヵ月 (6~10ヵ月)	N.S.

考 察

膝蓋大腿関節の軟骨病変は、受傷機転が不明で、その症状や訴えが必ずしも一定ではない。持続する水腫を認めたり、屈曲時の膝前面部痛などを訴えたりすることが多いが、MRIなどでも診断が困難であるため、治療開始が遅れることもしばしばである。また治療方針として、保存療法がどの程度有効かの判断なども難しい。われわれは、膝蓋大腿関節に異常があった場合、約3ヵ月間徹底的に筋力訓練やアスレチックリハビリテーションを行ない、それでも症状が改善しない場合には、手術として自家骨軟骨移植術を行なうことにしている。

手術に際しては、関節面を形成する際に凹凸に注意して移植プラグの傾きを調整する等の工夫が必要である。また、関節切開後の筋力回復が十分ではない場合に、運動時痛等を訴えることが多いので、注意が必要である。

年齢制限を設けず、354例の自家骨軟骨移植術後のスポーツ復帰を調べたHangodyらの報告では、大腿骨や脛骨が病巣部である症例のスポーツ復帰がそれぞれ91%、86%であるのに対し、膝蓋大腿関節のそれは74%とやや不良であった²⁾。

また中川らは、膝蓋大腿関節の骨軟骨移植術後1年以上の経過観察をし得た16例18膝の治療成績について検討し、JOAスコアは術前84.2点、術後94.2点、IKDCスコアは術前54.8点、術後84.8点と有意に改善し、大腿骨顆部のそれよりやや悪い印象はあるものの、膝蓋大腿関節の病巣部に対しても積極的に手術を施行してよいと述べている³⁾。

また中川らが膝蓋大腿関節のOCDや軟骨損傷に対して、年齢制限なくスポーツ復帰をめざして行なった自家骨軟骨移植術後のスポーツ復帰は、OCD群は3.8ヵ月、

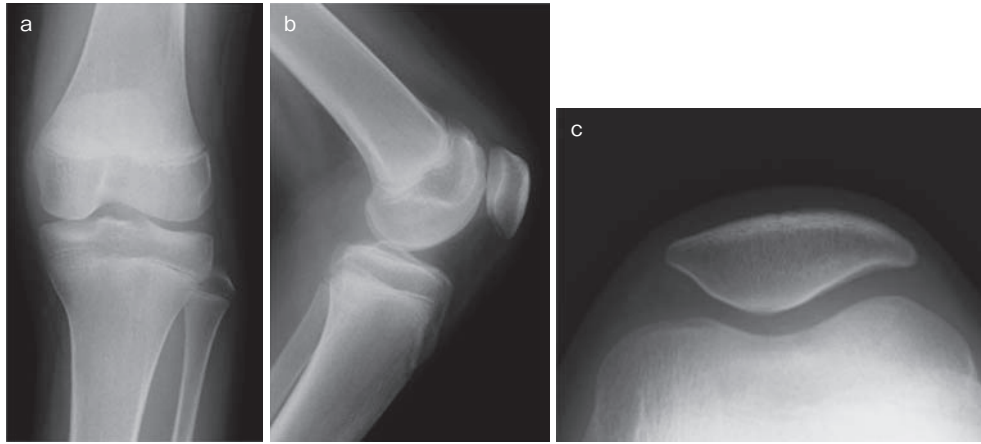


図1 15歳男子 初診時単純X線
a: 前後像, b: 側面像, c: 軸写像.

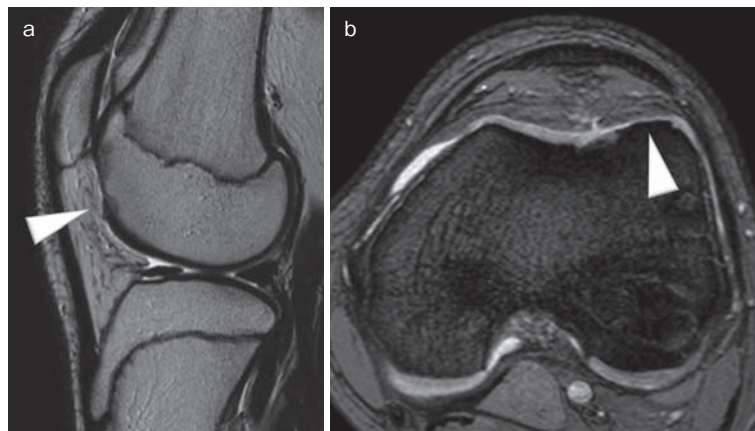


図2 初診時MRI所見
大腿骨外側滑車部の軟骨の欠損および軟骨下骨の輝度変化を認める(矢頭).
a: T1強調像 矢状断像, b: T2強調像 横断像.

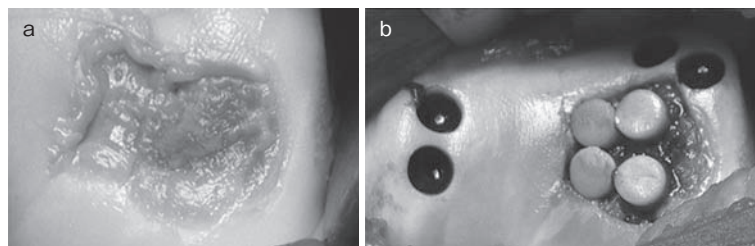


図3 手術時所見
a: 移植前, b: 移植後.
17×20 mmのICRSgrade4の軟骨損傷に対して大腿骨滑車部非荷重部を
ドナーとする8 mmの自家骨軟骨柱を4本移植した.

軟骨損傷群は9.8ヵ月で、OCD群のほうが軟骨損傷群より有意にスポーツ復帰時期が早かったと報告している⁴⁾. この原因として、軟骨損傷群に40歳以上の年長

者が含まれていることから、長期にわたる罹病期間や加齢による筋力低下などの因子が影響している可能性があると考えられた.

そこで、今回の研究は10代に限定した。その結果、両群には有意差が認められなかった。その原因としては、大腿骨側のみに病変が限定され、術後の筋力回復等が良好であったことが考えられる。これは10代の患者ではOCDが多いことや、罹病期間が短いことに起因すると推測される。

膝蓋大腿関節のOCDや軟骨損傷に特徴的な症状は、階段昇降時の膝の前面部痛であるが、症状が軽微な場合、スポーツ活動時のみの訴えのこともあり、発見が遅くなることもしばしばである。今回の症例では、術前のLysholm scoreに有意差を認めたように、OCDではとくに症状が軽微なことも多く、MRIが早期発見の決め手となることも多いが、膝蓋大腿関節の軟骨損傷の原因は明らかでなく、どのようなスポーツで発症しやすいかは不明である。膝蓋骨脱臼の95%に軟骨損傷が合併し、そのすべてが膝蓋骨側の軟骨損傷を認めたというNomuraらの報告はあるが、今回の症例のなかで膝蓋骨脱臼が原因であった症例はなかった⁵⁾。今後、さらに症例を集めて膝蓋大腿関節の自家骨軟骨移植術の治療を確立していくことが望まれるとともに、軟骨損傷の起こる原因を解明していくことが、治療結果のさらなる改善につながる可能性がある。

結 語

10代のスポーツ選手で大腿骨滑車部の離断性骨軟骨

炎および軟骨損傷を認めた症例に対し、自家骨軟骨移植術を施行した場合、スポーツ完全復帰は両者とも早期に可能であった。今回、OCD群、軟骨損傷群ともに術後成績が良好であった要因として、全症例で大腿骨側のみに病変が限局していたこと、膝蓋骨脱臼による病変でなく、膝蓋骨側に追加処置が不要であったこと、10代で罹病期間が短く、筋力低下が顕著でないと推測されたこと、などが考えられた。

文 献

- 1) Lysholm J et al : Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. Am J Sports Med, 3 : 150-154, 1982.
- 2) Hangody L et al : Clinical experiences with autologous osteochondral mosaicplasty in an athletic population : a 17-year prospective multicenter study. Am J Sports Med, 38 : 1125-1133, 2010.
- 3) 中川泰彰ほか : 膝蓋大腿関節を病巣部とする自家骨軟骨移植術の治療成績. 膝, 31 : 33-36, 2006.
- 4) 中川泰彰ほか : 骨軟骨移植術後のスポーツ復帰と変形性膝関節症進行の予防. 整スボ会誌, 34 : 134-138, 2014.
- 5) Nomura E et al : Chondral and osteochondral injuries associated with acute patellar dislocation. Arthroscopy, 19 : 717-721, 2003.

前十字靱帯再建術前後における 外側半月板後節の形態変化：Open MRI での解析

The Morphological Change of the Lateral Meniscus Posterior Segment after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction : an Open Magnetic Resonance Imaging Study

日野 知仁 Tomohito Hino
宮澤 慎一 Shinichi Miyazawa
井上 博登 Hiroto Inoue

古松 毅之 Takayuki Furumatsu
藤井 政孝 Masataka Fujii
尾崎 敏文 Toshifumi Ozaki

● Key words

外側半月板, 前十字靱帯再建術

Lateral meniscus : Anterior cruciate ligament reconstruction

●要旨

前十字靱帯 (ACL) 不全膝では過度に脛骨が前方移動し, 半月板後節にかかるメカニカルストレスが上昇する. ACL 再建術は, 過度な脛骨前方移動を制御し, 半月板後節にかかる過剰な負荷を軽減すると推察されるが, ACL 再建術前後で外側半月板 (LM) 後節の形態がどのように変化するのは明らかになっていない. 本研究は, ACL 再建術前後における LM 後節の形態変化および大腿骨に対する脛骨の移動量を open MRI で評価した. ACL 再建術後の LM 後節は, 再建前と比較して幅, 高さ, 外側大腿骨顆部と接する幅が有意に減少した. ACL 再建術は LM 後節の負荷を軽減し, LM 後節の続発性損傷を予防している可能性が示唆された.

はじめに

前十字靱帯 (anterior cruciate ligament ; ACL) 損傷は, 膝関節にしばしば起こりうる靱帯損傷である. ACL が損傷すると, 大腿骨に対し脛骨が過度に前方移動また過内旋する. McDonald らは, 脛骨のこうした過度な移動が外側半月板後節にかかるメカニカルストレスを上昇させると報告している¹⁾. 一方で, ACL 再建術は, 大腿骨に対する脛骨の過度な前方移動を制動し, 膝の安定性を改善することで, 半月板や軟骨の 2 次性損傷

のリスクを軽減する. これまでにわれわれは, 内側半月板において ACL 再建術前後で有意に形態が変形することを明らかにした²⁾. しかし, 外側半月板 (lateral meniscus ; LM) においては ACL 再建術前後でどのように形態が変化するのが明らかになっていない. 今回, われわれは ACL 再建術前後で, 膝関節屈曲 90° において LM 後節の形態が有意に変化すると仮説を立てた. 本研究の目的は, ACL 再建術前後で LM 後節の形態がどのように変化するのかを膝関節屈曲 90° で open magnetic resonance imaging (MRI) を用いて明らかにすることである.

古松毅之
〒 700-8558 岡山市北区鹿田町 2-5-1
岡山大学病院整形外科
TEL 086-223-7151

岡山大学病院整形外科
Department of Orthopedic Surgery, Okayama University Hospital

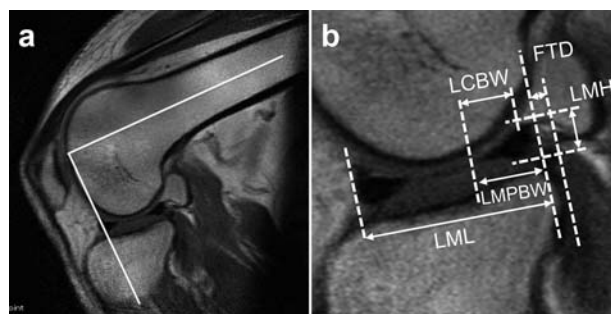


図1 Open MRI 矢状断像
a: 膝関節屈曲 90° の矢状断像.
b: Open MRI 画像における測定項目.

対象ならびに方法

2014年6月～2016年2月に術前 open MRI (日立メデコ社 OASIS 1.2T) および関節鏡で LM 損傷を認めなかった ACL 再建術症例 12 膝を検討した. 男性 7 膝, 女性 5 膝, 手術時平均年齢は 26.7 歳 (15～45 歳), 受傷から open MRI 撮像までの期間は平均 5.9 週 (2～9 週), 手術待機期間は平均 11.1 週 (4～21 週) であった. 術前および術後 3 ヶ月時に非荷重, 膝関節屈曲 90° で MRI を撮像した. LM 後節の形態は, 矢状断面で LM 前後径が最も長くなるスライスで測定した (図 1). MRI 撮像条件は, プロトン強調画像, スライス幅 = 4.0 mm/0 mm gap, TR/TE = 1718/12, 90° flip angle, FOV 16 cm, matrix size 320(phase) × 416(frequency) とした.

MRI 矢状断像における LM 前後径 (lateral meniscal length; LML), LM 後節の高さ (lateral meniscal height; LMH), LM 後節の幅 (lateral meniscal posterior body width; LMPBW), LM 後節が外側大腿骨顆部と接する幅 (lateral meniscus-femoral condyle body width; LCBW), 外側大腿骨顆部から脛骨後方の接線までの距離 (femorotibial distance; FTD) を ACL 再建術前後で計測した. 再現性における検者内誤差は, 同一検者が 2 週間あけて 2 回 MRI で測定を行ない計測した. 検者間誤差は, 8 年以上の経験をもつ 2 名の整形外科医で測定を行ない計測した. 術前 MRI および術中関節鏡所見で LM 損傷を認めたものは除外した. ACL 再建術前後における LM 後節の比較は, paired t-test を用いて行なった. p 値が 0.05 未満を統計学的に有意とみなした.

結 果

LML は術前 30.7 ± 2.3 mm が術後 3 ヶ月時点で $30.2 \pm$

表 1 前十字靱帯再建術前後における外側半月板計測項目

	術前	術後 3 ヶ月	p 値
LML (mm)	30.7 ± 2.3	30.2 ± 2.2	0.002
LMH (mm)	7.6 ± 0.7	7.1 ± 0.6	0.030
LMPBW (mm)	10.6 ± 0.9	9.7 ± 0.8	<0.001
LCBW (mm)	9.2 ± 0.9	8.1 ± 0.9	<0.001
FTD (mm)	1.2 ± 3.4	2.8 ± 3.7	<0.001

計測値は平均値 ± 標準偏差で表記している

LML Lateral meniscal length

LMH Lateral meniscal height

LMPBW Lateral meniscal posterior body width

LCBW Lateral meniscus-femoral condyle body width

FTD Femorotibial distance

2.2 mm と有意に低下していた ($p=0.002$). LMH は, 術前 7.6 ± 0.7 mm が術後 3 ヶ月時点で 7.1 ± 0.6 mm と有意に低下していた ($p=0.03$). LMPBW は術前 10.6 ± 0.9 mm が術後 3 ヶ月時点で 9.7 ± 0.8 mm と有意に低下していた ($p<0.001$). LCBW は術前 9.2 ± 0.9 mm が術後 3 ヶ月時点で 8.1 ± 0.9 mm と有意に低下していた ($p<0.001$). FTD は術前 1.2 ± 3.4 mm が ACL 再建術後 3 ヶ月時点で 2.8 ± 3.7 mm と有意に増加していた ($p<0.001$) (表 1). 各項目における測定の検者間誤差ならびに検者内誤差は 0.90 以上であった.

考 察

本研究は, ACL 再建術前後での膝関節 90° 屈曲位における LM 後節の形態変化を open MRI で明らかにした (図 2). ACL が, 脛骨の前方移動また内旋運動を制動している一方で, LM もまた脛骨の内旋に対する secondary stabilizer として機能している. Musahl らは屍体膝研究で ACL のみを取り除いた群と ACL かつ LM を取り除いた群で pivot shift テストを行ない, ACL かつ LM を取り除いた群で回旋不安性が増大することを明らかにした³⁾.

本研究で, LM 後節の幅 (LML, LMPBW) と高さ (LMH) は ACL 再建術前と比較して再建術後で有意に低下し, さらに LM 後節と大腿骨後顆の接する幅 (LCBW) も有意に低下した. ACL 不全膝における LM 後節は, 脛骨の過剰な前方移動および内旋により⁴⁾, 大腿骨外顆によって後方に押し出され過剰なメカニカルストレスを受ける¹⁾. LML や LMPBW は, LM 後節が後方に押し出されることにより増大し, LMH もまた LM 後節にかかる力が増大することで形態が変形し増大したと推測する (図 3). 一方で, ACL 再建術は ACL 不全膝における過度な脛骨の前方移動を制動し, 外側大腿骨顆

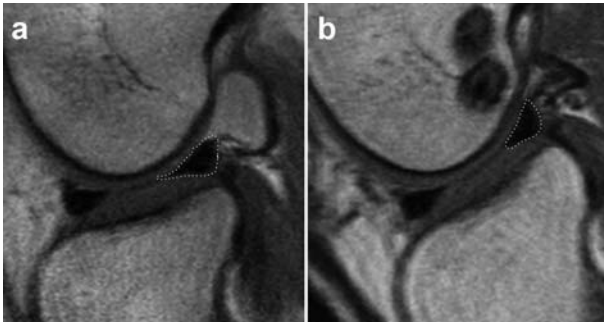


図2 Open MRI 矢状断像(膝関節屈曲 90°)
ACL 再建術の前後で LM 後節の形態が変化した。
a: 術前, b: 術後 3ヵ月。

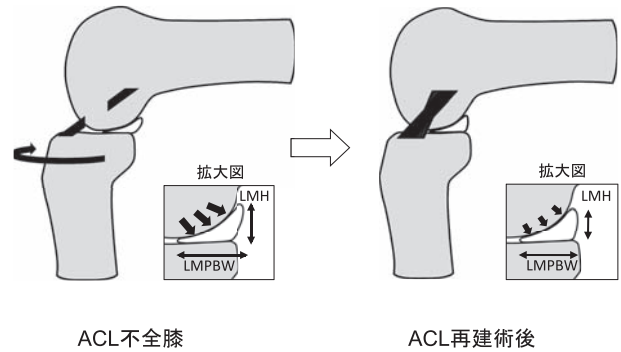


図3 ACL 再建術により膝関節 90° 屈曲位における
LM 後節の形態が変化する

部による LM 後節への後方圧迫力を低下させたため、LML, LMPBW, LMH が低下したと推測する(図 3)。半月板にかかるストレスが軽減すれば 2 次性の半月板損傷のリスクや将来的な変形性膝関節症のリスクが軽減できると考える。

ACL 損傷時に合併する半月板損傷として、急性期では LM 後節損傷が一般的であるが、ACL 不全膝における 2 次性半月板損傷としては、内側半月板損傷が多いと報告されている^{5,6)}。ACL 不全膝における LM の 2 次性損傷が少ない理由としては、歩行時に認められる pivot shift avoidance gait⁷⁾の関与、また脛骨関節面の形状の違いが関与していると考えられる。しかし、本研究において LM 後節は ACL 再建術前後で明らかな形態変化を認めており、かつ ACL 不全膝では大腿骨-脛骨の接触面積が変化するため⁸⁾、ACL 損傷に対しては早期に ACL 再建術を行なうことが適切であると考ええる。

本研究の限界として、本研究が非荷重位における検討であること、ACL 損傷前の Open MRI 画像がなく損傷前の LM 後節との比較ができていないこと、また術後 3ヵ月における LM の状態を関節鏡視下で確認していないこと、脛骨の回旋については評価できていないことがあげられる。

結 語

1. ACL 再建術は、膝関節屈曲 90° における脛骨の過度な前方移動を抑制していた。
2. ACL 再建術前後で、膝関節屈曲 90° における LM 後節の形態は有意に変化していた。
3. ACL 再建術は、ACL 損傷後における LM 後節の 2 次性損傷を予防する可能性がある。

文 献

- 1) McDonald LS et al : ACL deficiency increases forces on the medial femoral condyle and the lateral meniscus with applied rotatory loads. J Bone Joint Surg Am, 98 : 1713-1721, 2016.
- 2) Inoue H et al : Improvement in the medial meniscus posterior shift following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 26 : 434-441, 2018.
- 3) Musahl V et al : The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. Am J Sports Med, 38 : 1591-1597, 2010.
- 4) 橋 優太ほか : ACL 不全膝における CT を利用した大腿骨-脛骨の位置関係 : 腹臥位膝軽度屈曲位と仰臥位膝伸展位での検討. 臨バイオメカニクス, 34 : 387-392, 2013.
- 5) Sri-Ram K et al : The incidence of secondary pathology after anterior cruciate ligament rupture in 5086 patients requiring ligament reconstruction. Bone Joint J, 95B : 59-64, 2013.
- 6) Hagino T et al : Meniscal tears associated with anterior cruciate ligament injury. Arch Orthop Trauma Surg, 135 : 1701-1706, 2015.
- 7) Fuentes A et al : Gait adaptation in chronic anterior cruciate ligament-deficient patients : Pivot-shift avoidance gait. Clin Biomech, 26 : 181-187, 2011.
- 8) Hosseini A et al : Tibiofemoral cartilage contact biomechanics in patients after reconstruction of a ruptured anterior cruciate ligament. J Orthop Res, 30 : 1781-1788, 2012.

大相撲力士の ACL 損傷からの土俵復帰について —公傷制度の有無による検討—

Return of Sumo Wrestlers after an Anterior Cruciate Ligament Injury
—A Study on the Status of an Official System for Exempting Injured Players

清水 禎則 Sadanori Shimizu
立石 智彦 Tomohiko Tateishi
中川 照彦 Teruhiko Nakagawa

長瀬 寅 Tsuyoshi Nagase
齋藤 龍佑 Ryusuke Saito
土屋 正光 Masamitsu Tsuchiya

● Key words

前十字靭帯損傷, 大相撲力士, 公傷制度

Anterior cruciate ligament injury : Professional sumo wrestler : Official injury exemption system

● 要旨

ACL 損傷と診断された大相撲力士を対象に, 公傷適用の有無が土俵復帰や復帰後の成績に与える影響について検討した. 2003 年 11 月場所以前に受傷し公傷が適用された 54 例 55 膝 (公傷群) のうち, 25 例 25 膝は保存的に加療し (公傷-保存群), 29 例 30 膝には再建術を施行した (公傷-再建群). 2004 年 1 月場所から 2014 年に受傷した力士 90 例 92 膝 (非公傷群) のうち, 27 例 28 膝は保存的に加療し (非公傷-保存群), 63 例 64 膝には再建術を施行した (非公傷-再建群). 非公傷-再建群は公傷-再建群と比較して, 手術後の休場による番付降下幅は大きい, 土俵復帰までの期間や長期的な成績に関しては差がなかった.

はじめに

大相撲力士において, 膝前十字靭帯 (anterior cruciate ligament : ACL) 損傷は比較的頻度の高い外傷である^{1,2)}. 近年の統計においても, 力士の半月板・靭帯損傷のうち, ACL を含む外傷の占める割合が高い³⁾. 一般的な治療法としては ACL 再建術であるが, 術後のリハビリテーションに一定期間を要するため, 長期に及ぶ休場を余儀なくされる. このため, 本外傷に対して ACL 再建術を行わず, 保存的に治療する例も少なくない^{4~6)}. しかしながら, ACL 再建術を施行しない力士の多くは膝不安感を抱えた状態で土俵復帰するため, 十分

なパフォーマンスを発揮できないという問題点がある. 2003 年 11 月場所以前は本場所取組中の外傷に対しては公傷制度が適用されたが, 公傷制度の廃止後は長期休場力士にとって, より大幅な番付の降下を免れない状態となっている.

大相撲における公傷制度⁷⁾とは, 本場所取組中に発生した怪我による休場に対する救済制度で, 1972 年 1 月場所から導入された. 公傷が認められた場合, その場所では休みを負けとして番付を編成するが, 翌場所は全休しても翌々場所の番付が据え置かれる. ところが, 比較的軽微な外傷でも公傷が適用される事例が多くなり (公傷制度の濫用), 休場者の増加が問題となった. このため, 2003 年 11 月場所を最後に廃止された.

清水禎則
〒130-8587 東京都墨田区横網 2-1-11
同愛記念病院整形外科, 関節鏡・スポーツセンター
TEL 03-3625-6381

同愛記念病院整形外科, 関節鏡・スポーツセンター
Department of Orthopaedic Surgery, Arthroscopy and Sports Medicine Center,
Doai Memorial Hospital

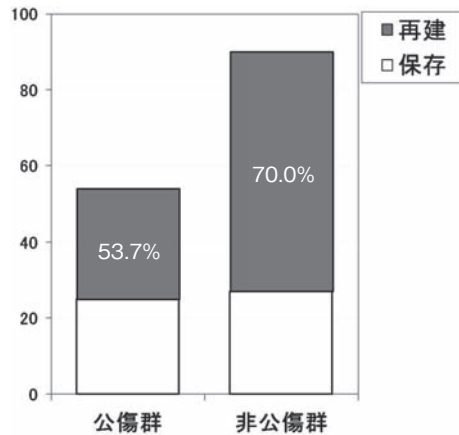


図1 公傷群・非公傷群の症例数
グラフ上の数字は、ACL 再建術を受けた割合を示す。

本研究の目的は、公傷制度適用の有無が、ACL 損傷を受傷した大相撲力士の土俵復帰や復帰後の成績に与える影響について検討することである。

対象および方法

対象は、いずれも当院を受診し ACL 損傷と診断された大相撲力士である。2003 年 11 月場所以前に受傷し、公傷制度が適用された力士 54 例(公傷群)と 2004 年 1 月場所から 2014 年に受傷した力士 90 例(非公傷群)に分けて、比較検討した。平均年齢は公傷群 22.4 歳(16~32 歳)、非公傷群 22.7 歳(16~38 歳)であった。

検討項目は、① ACL 再建術を受けた割合、②休場期間、③受傷前の番付に戻るまでの期間、④番付の推移、⑤2 年後の番付である。②~⑤に関しては、靱帯再建例と保存治療例に分けて検討した。さらに④に関しては、靱帯再建例に限り番付上位力士と下位力士に分けての検討も行なった。なお、①、⑤の統計学的検討には χ^2 検定を、②、③の統計学的検討には t 検定を用いた。

結 果

1. ACL 再建術を受けた割合

公傷群 54 例 55 膝のうち、25 例 25 膝に対しては保存的に加療(公傷-保存群)し、29 例 30 膝に対しては再建術を施行(公傷-再建群)した(図 1)。非公傷群 90 例 92 膝のうち、27 例 28 膝に対しては保存的に加療(非公傷-保存群)し、63 例 64 膝に対しては再建術を施行(非公傷-再建群)した(図 1)。ACL 再建術を受けた割合は非公傷群のほうが有意に高かった(表 1)。

表 1 公傷群・非公傷群における保存治療例・靱帯再建例の症例数

	公傷群	非公傷群	p-value
保存	25	27	0.78
再建	29	63	<0.01
計	54	90	

(χ^2 検定)

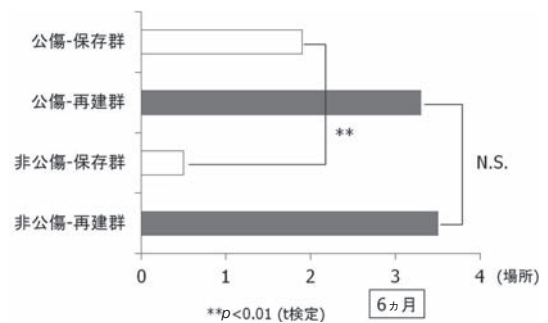


図2 休場場所数

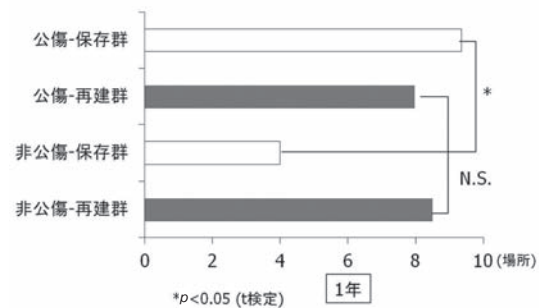


図3 受傷または手術時の番付に戻るのに要した場所数

2. 休場期間

平均休場期間は公傷-保存群 1.9 場所、公傷-再建群 3.3 場所、非公傷-保存群 0.5 場所、非公傷-再建群 3.5 場所であった(図 2)。公傷-再建群と非公傷-再建群との比較では有意差がなかったが、公傷-保存群は非公傷-保存群よりも有意に長かった。

3. 元の番付に戻るまでの期間

受傷または手術時の番付に戻るまでの期間は、公傷-保存群 9.4 場所、公傷-再建群 8.0 場所、非公傷-保存群 4.0 場所、非公傷-再建群 8.5 場所であった(図 3)。公傷-再建群と非公傷-再建群との比較では有意差がなかったが、非公傷-保存群は公傷-保存群よりも有意に短かった。なお、復帰後元の番付以上に戻れた力士の割合は、公傷-保存群 68.0%、公傷-再建群 70.0%、非公傷-保存群 89.3%、非公傷-再建群 85.9% であった(表 2)。

表2 復帰後、元の番付以上に戻れた力士の割合

公傷-保存群	17/25	68.00 %
公傷-再建群	21/30	70.00 %
非公傷-保存群	25/28	89.30 %
非公傷-再建群	55/64	85.90 %

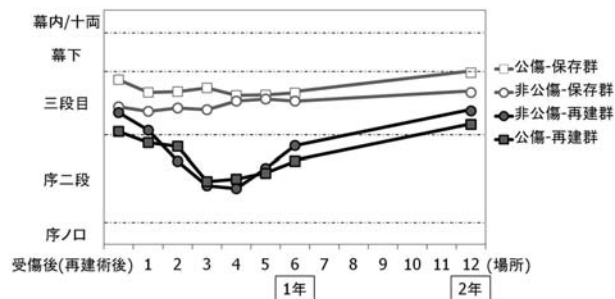


図4 番付の推移(全力士)

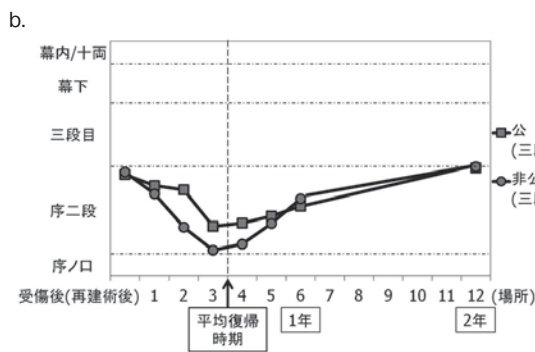
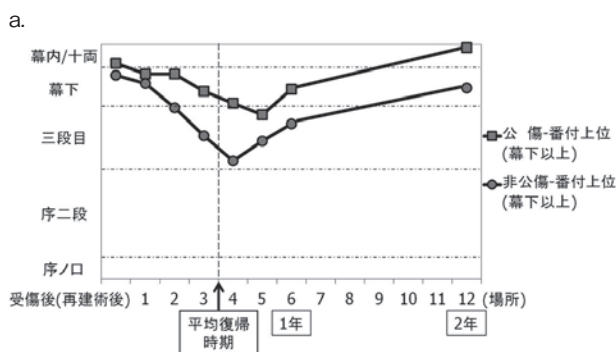


図5 再建群の番付の推移

a: 番付上位力士(幕下以上).

b: 番付下位力士(三段目以下).

4. 番付の推移

受傷後または再建術後の番付の推移を図4に示す。保存群は公傷の有無に拘わらず、類似した経過を示した。非公傷-再建群は公傷-再建群と比較して、再建術後の番付降下幅は大きいものの、約6場所以降は差がなかった。また、再建群を幕下以上の番付上位力士と三段目以下の番付下位力士とに分けて検討したところ、番付下位力士においては公傷の有無で約6場所以降の番付に差を認めなかったが、番付上位力士においては公傷-再建群のほうが非公傷-再建群よりも高い番付を維持する傾向にあった(図5)。

5. 2年後の番付

受傷または再建術後2年における番付が上昇した力士の割合について検討したところ、非公傷-保存群は公傷-保存群と比較して有意に高かったが、公傷-再建群と非公傷-再建群との間には有意差がなかった(図6)。

考 察

筆者らは過去に大相撲力士のACL損傷に対する靱帯再建例と保存治療例との比較検討を行ない、必ずしも再

建術施行例のほうが経過良好であるとは限らず、個々の症例を十分に検討のうえ、治療方針を決定する必要があると報告した⁵⁾。

公傷が適用されない状況においては手術加療が敬遠される傾向にあるかと考えていたが、治療法としてACL再建を選択した力士の割合は、むしろ非公傷群において高率であった。これは、手術成績の向上等により再建術の有用性が認識されてきているためと推察される。公傷-保存群は非公傷-保存群と比較して、休場期間および元の番付に戻るまでの期間が有意に長かったことから、保存治療例(再建術を行なわない場合)においては、公傷制度の意義は小さいと考えられる。また、非公傷-再建群は公傷-再建群と比較して、手術後の休場による番付降下幅は大きい、休場所数、元の番付に戻るまでの期間、ならびに番付の推移に関しては有意差がなかった。この結果からは、公傷制度の有無は、ACL再建術を施行した力士の土俵復帰や長期成績には大きな影響を及ぼさないことを示唆している。一方、幕下以上の番付上位力士に限ると、公傷-再建群のほうが非公傷-再建群と比較して番付降下幅が小さく、番付の推移も良好な傾向がみられた。三段目以下の力士の番付の推移においては、公傷-再建群の優位性を示すことは出来なかったが、

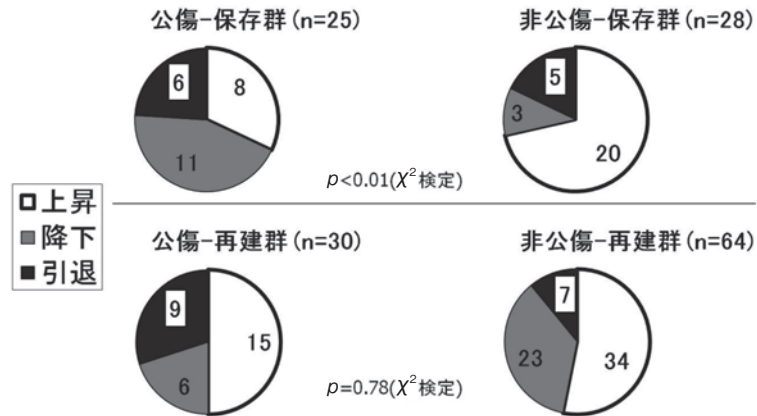


図6 2年後の番付

比較的近年の症例では復帰後約3場所(術後約6場所)で元の番付に戻っており、術後復帰までのリハビリ指導が大変重要である⁶⁾。以上のことから、長期休場が不可避であるACL再建例に対しては、やはり公傷適応の意義はあると考える。

近年の大相撲界においては、本場所中の外傷による休場力士の増加がふたたび問題となっている。負傷した力士に対する救済制度および休業補償という意味でも、適応を厳格化したうえでの公傷制度復活を提言したい。

結 語

1. 公傷制度適用の有無が、ACL損傷を受傷した大相撲力士の土俵復帰や復帰後の成績に与える影響について検討した。
2. 保存治療例においては、公傷制度の意義は小さい。
3. 靱帯再建例においては、公傷制度の有無は力士の土俵復帰や長期成績には大きな影響を及ぼさない。
4. 長期休場が不可避であるACL再建例に対しては、やはり公傷適応の意義はある。

文 献

- 1) 土屋正光：力士の下肢疾患 a. 膝半月板・靱帯損傷の治療。臨スポーツ医，16：157-161, 1999.
- 2) 土屋正光ほか：Ⅱ. 種目別スポーツ障害 相撲。関節外科，25(増)：113-118, 2006.
- 3) 土屋正光ほか：大相撲力士のスポーツ傷害—傷害部位別頻度—。同愛医学雑誌，29：1-4, 2016.
- 4) 土屋正光ほか：大相撲力士の膝前十字靱帯損傷—靱帯再建術と保存療法の比較—。整スポ会誌，18：126-138, 1998.
- 5) 清水禎則ほか：大相撲力士の膝前十字靱帯損傷の検討—靱帯再建例と保存治療例との比較—。整スポ会誌，30：119-123, 2010.
- 6) 長瀬 寅ほか：大相撲力士に対するACL再建術後合併症および土俵復帰に関する検討。整スポ会誌，37：235-238, 2017.
- 7) 斎藤明義ほか：公傷制度について。臨スポーツ医，20：1303-1306, 2003.

Knotless Anchor を用いて修復した 陳旧性大胸筋断裂の 1 例

A Case of Major Pectoral Muscle Rupture Repaired Using Knotless Anchor

本多 孝行 Takayuki Honda
上原 大志 Taishi Uehara
西中 直也 Naoya Nishinaka

鈴木 昌 Masashi Suzuki
筒井 廣明 Hiroaki Tsutsui

● Key words

陳旧性大胸筋断裂
Knotless Anchor

● 要旨

目的：大胸筋断裂にたいする断裂部の修復法はさまざまなものが報告されている。今回われわれは、陳旧性大胸筋断裂に対して Knotless Anchor を用い修復を施行した。

方法：上腕骨大胸筋停止部を新鮮化し、胸肋枝断端に非吸収糸を用い Krackow suture を 2 ヲ所かけ、断端を鎖骨枝の下に通した後、Knotless Anchor 2 本を骨溝に刺入し断端を修復した。さらに断端の上方には水平マットレス縫合と結節縫合を、下方には結節縫合をアンカーより出ている非吸収糸を用いてそれぞれ追加した。

結果：Knotless Anchor を用いた方法は、手技が簡便であり、修復腱と骨との接触面が広く、大胸筋断裂の固定方法として有用であると考えられた。

はじめに

大胸筋断裂は比較的まれな疾患であるが、近年ウェイトトレーニングやスポーツへの関心の高まりから大胸筋断裂の報告は増加しており、その報告の 76% は 1990 年以降といわれている¹⁾。20～40 歳のスポーツ愛好家に多く、活動性が高い患者には外科的治療を要することが多いが、診断の遅れのために再建に Autograft/Allograft を要する症例も存在する²⁾。その修復法はさまざまなものが報告されているが、今回われわれは、陳旧性大胸筋断裂に対して Knotless Anchor を用い良好な経過を得た 1 例を経験したので報告する。

症 例

症例：20 歳男性。

主訴：左前胸部痛、左肩関節筋力低下。

現病歴：日本拳法の試合中に関節技をかけられた際、左肩を外転・伸展・内旋強制され主訴が出現した。腫脹・皮下出血も出現したため近医を受診、左大胸筋断裂の診断で保存加療を行なうも症状の改善なく、受傷 9 ヲ月後に当院紹介受診となった。

既往歴：なし。

初診時身体所見：視診にて左大胸筋遠位の陥凹(図 1)を認めた。可動域は屈曲 170°、外転 170°、下垂位外旋 60°、内旋第 7 胸椎高位と左右差は認められなかったが、

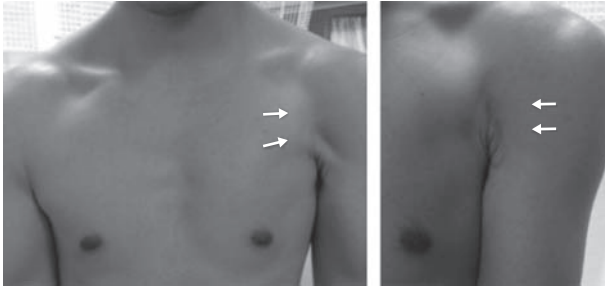


図1 初診時視診
→に陥凹を認める。



図2 初診時 X-P
腋窩部に小骨片を認める。

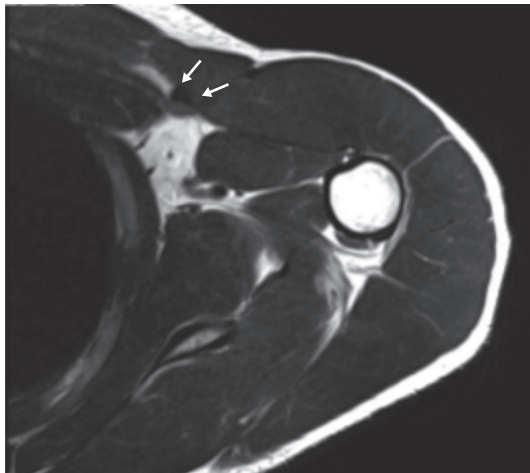


図3 初診時 MRI
→に筋腱移行部から停止部断裂が疑われた。

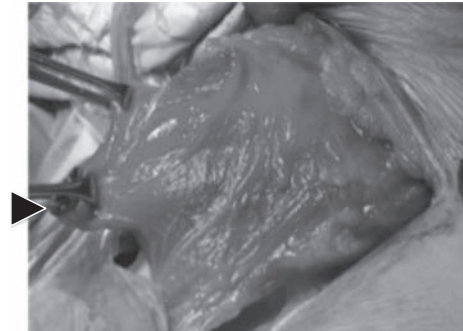


図4 術中所見
▶に胸肋枝断端。

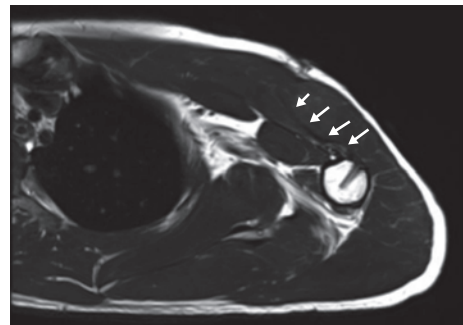


図6 術後16週 MRI
→の修復が良好である。

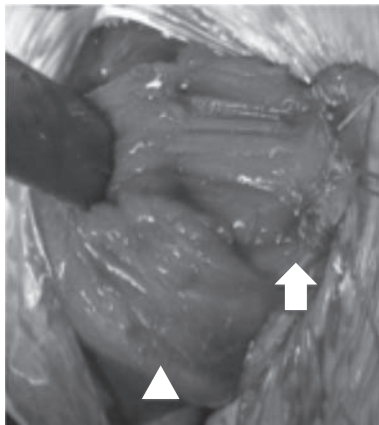


図5 術中所見
▶に鎖骨枝▶に胸肋枝。

筋力(MMT)は下垂位内旋4, 下垂位外旋5, 外転5と下垂位内旋で患側の筋力低下を認めた。また下垂位内旋抵抗運動で大胸筋遠位部に疼痛も誘発された。単純X線像(図2)では腋窩部に小骨片を認めた。単純MRI像では筋腱移行部から停止部の断裂が疑われた(図3)。以上より大胸筋断裂と診断し、保存療法に抵抗し筋力低

下、疼痛が残存しており、若年者で活動性も高く、外観上を気にしており、受傷後10ヵ月で外科的治療を施行した。

術中所見：Deltopectoral approachにて侵入した。展開すると大胸筋胸肋枝の断裂(図4)を認め、断裂部は鎖骨枝の下に存在し、上腕骨停止部より約4 cm 短縮していた。断裂断端は小骨片を伴っていた。上腕骨大胸筋停止部を新鮮化し、胸肋枝断端にKrackow Sutureにてpolyethylene糸(FiberWire[®], Arthrex, Japan)をかけ、Knotless Anchor 2本を骨溝に刺入し断端を修復した。さらに断端の上方には水平マットレス縫合と結節縫合を、下方には結節縫合をanchorより出ている非吸収糸を用いてそれぞれ追加した(図5)。

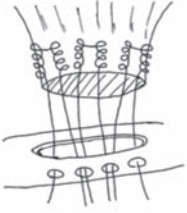
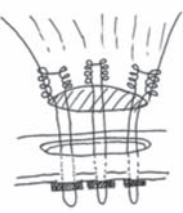
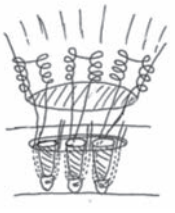
	Transosseous Technique	Cortical button Technique	Suture anchor Technique	本法
利点	腱断端が骨溝内で接触が良好	腱断端が骨溝内で接触が良好	操作の簡便さ	操作の簡便さと断端の接触が良好
欠点	two bone bridge のための骨折	腱断端の引き込みによる過緊張	腱断端の接触が不十分	
固定材料	非吸収性縫着糸 (strong suture)	end-button	suture anchor	knotless anchor
シェーマ				

表1 大胸筋断裂の手術法

術後経過：後療法は本症例は20歳男性における大胸筋の強い筋収縮による術後再断裂が危惧された。

術後安静をより保つため、また三角巾と比べ、われわれが用いている外転装具では肩関節が水平内転位となるため大胸筋の緊張が緩むと考え、術後外転装具を3週間装着した。この間、縫合部に負担がかからない範囲での肩甲帯機能、他動可動域訓練を行なった。その後三角巾装着を3週間とし、術後3週より外転・外旋位制限しつつ振り子運動および徐々に可動域を拡大すべく可動域訓練を行なった。術後6週より等尺性収縮訓練を、術後12週より負荷をかけた筋力強化をそれぞれ開始した。術後16週でMRIを施行し修復状態が良好なことを確認(図6)し、術後24週より制限なしでの筋力強化を開始した。術後4ヵ月の視診では陥凹は認めなかった。術後15ヵ月の診察時所見は、可動域が屈曲170°、外転170°、下垂位外旋60°、内旋第7胸椎高位と左右差を認めず、筋力(MMT)も下垂位内旋5と改善し、疼痛も消失、日本拳法の試合にも復帰した。

考 察

大胸筋断裂は比較的な疾患であり、20~40代の活動性の高い男性に多く、ウェイトリフティングやレスリング、柔術などのプレー中の発症が報告されている³⁾。発症時の肢位は外転・伸展位が多く、直達外力の

みならず筋過緊張による介達外力でも断裂を生じやすいとされている^{4,5)}。診断においては視診における dropped nipple sign (断裂による腫脹・断裂断端の引き込みによりあたかも乳頭が落ち込んだようにみえる)、anterior axillary fold (前腋窩ひだ：大胸筋の前下縁)の触知不良、前挙・内旋時の筋力低下や疼痛の誘発などの身体所見に加え、単純X線における bony avulsion injury の有無、超音波・MRIによる断裂の描出により診断する³⁾。断裂部位により治療方針が異なり¹⁾、大胸筋起始部の断裂、小さい部分断裂、活動性の低い者には保存療法でも臨床成績は良好であるといわれている¹⁾。しかし、保存療法では外見上の問題や、筋力の回復が不十分であるため、アスリートや若年には手術が薦められている³⁾。また、bony avulsion injury や、humeral insertion を認める所見では手術療法が薦められている。

陳旧例での手術成績は筋肉の短縮や瘢痕などによって手術中の剝離、郭清部位が広範囲になったり、直接的な再建ができずに graft が必要になったりするので新鮮例より悪いと報告されている⁶⁾。しかしながら小林らはアスリートや若年者では保存療法で十分な筋力回復が得られないために陳旧例に対しても積極的に手術を行なうべきと述べている⁷⁾。

本症例は単純X線像で小骨片を認め bony avulsion injury の所見であり、単純MRI像からも大胸筋断裂と診断され、活動性の高い若年者であり保存療法に抵抗して

おり、陳旧例ではあるものの手術適応と考えられた。手術療法としては Transosseous technique⁸⁾, Cortical button technique³⁾, Suture anchor technique³⁾などが報告されている。Transosseous は two bone bridge のため術中の骨折リスクが指摘されており、Suture Anchor は骨に対する腱の接触面が小さいという欠点がある⁹⁾。Knotless Anchor を用いた方法⁶⁾は骨と腱の接触面が広く (Transosseous の利点), 強度と簡便性 (Suture Anchor の利点) を有する方法である (表 1)。Gonzalo らの Knotless Anchor を用いた報告では手術時期についての記載はない⁶⁾。しかし本症例の様に十分に断端が引き出せる症例に対しては陳旧性の症例に対しても有用な治療の選択肢となり得ると考えられた。

ま と め

陳旧性大胸筋断裂の一例を経験した。陳旧例であり大胸筋胸肋骨の断裂部分は 4 cm の短縮を認めていたが、手術加療により良好な経過が得られた。Knotless anchor を用いた修復方法は強度と簡便性を有し、有用な治療法の 1 つと考えられた。

文 献

- 1) ElMaraghy AW et al : A systematic review and comprehensive classification of pectoralis major tears. J Shoulder Elbow Surg, 21 : 412-422, 2012.
- 2) Schachter AK et al : Revision reconstruction of a pectoralis major tendon rupture using hamstring autograft : a case report. Am J Sports Med, 34 : 295-298, 2012.
- 3) Haley CA et al : Pectoralis major injuries : evaluation and treatment. Clin Sports Med, 33 : 739-756, 2014.
- 4) 廣橋賢次ほか : 柔道選手に生じた陳旧性大胸筋皮下断裂の 1 例. 関西臨スポーツ医研会誌, 11 : 37-39, 2002.
- 5) 大西誠一ほか : 野球の投球動作により生じた大胸筋皮下断裂の 1 例. 関西臨スポーツ医研会誌, 11 : 41-43, 2001.
- 6) Samitier GS et al : Pectoralis major transosseous equivalent repair with knotless anchors : Technical note and literature review. J Shoulder Surg, 9 : 20-23, 2015.
- 7) 小林孝二ほか : 陳旧性大胸筋断裂の 2 例. 整スポ会誌, 22 : 31-35, 2007.
- 8) Hahn JM et al : Biomechanical comparison of Krackow locking stitch versus nonlocking loop stitch with varying number of throws. Am J Sports Med, 42 : 3003-3008, 2014.
- 9) 中嶋耕平 : 大胸筋の手術. 臨スポーツ医, 3 : 788-795, 2017.

ナショナルジュニア飛込選手における 練習前後の肩関節可動域の変化

Comparison of Range of Motion of Shoulder Joint before and after Diving Practice in Elite Junior Diver

成田 崇矢¹⁾ Takaya Narita

金岡 恒治²⁾ Koji Kaneoka

● Key words

飛込選手, 練習負荷, 肩関節回旋可動域

● 要旨

飛込競技において, 肩関節の可動性の低下が腰痛の危険因子と報告されている. このため, 飛込練習の繰り返しが肩関節可動性に与える影響を明らかにすることを目的に, ナショナルジュニア飛込選手 12 名の 2 日間の練習前後の肩関節可動域を調査した. 肩関節の評価は, 肩回旋幅, 自動肩関節屈曲・伸展可動域, 他動肩関節内外旋可動域を第 2 肢位(肩関節外転 90°), 第 3 肢位(肩関節屈曲 90°)にて測定した. 結果, 練習前後の可動域は, 第 2 肢位(肩関節外転 90°)では, 翌日に左外旋可動域が低下し, 両側内旋可動域の拡大を認めた. 第 3 肢位(肩関節屈曲 90°)では, 翌日に右内外旋可動域に低下を認めた. これら練習翌日の可動域の低下は, 入水時の衝撃による筋損傷が起因であると考えられる.

背 景

水泳競技にはいくつかの競技種目があり, オリンピックや世界選手権では, 競泳, シンクロナイズドスイミング, 水球, 飛込競技, オープンウォータースイミングの 5 種目が採用されている. 飛込競技の 10 m の固定台からの演技では入水速度は 51 km/h に達し, 入水直後には瞬時に 33 km/h まで減速し¹⁾, 入水時に瞬間的に手にかかる衝撃はおおよそ 3,000 N, 0.5 秒後に体幹部にかかる衝撃はおおよそ 5,000 N と大きく²⁾, 身体への負荷から疼痛を抱えながら競技を行なっている選手が多い. 飛込競技において, 腰痛が生じやすいという報告が散見され^{3~8)}, われわれの調査においても, 飛込ジュニア選手

(13~17 歳)に腰痛を訴える者が多いことを明らかにしてきた³⁾. また, 飛込選手の腰痛と関連する因子を検討したところ, 男子選手は, 肩関節の可動性の低下が腰痛の危険因子であり, 後方回転種目の入水動作において肩関節可動域の低下を体幹伸展動作で代償することが腰痛発症に関連していることが示唆された^{9,10)}. しかし, 飛込選手の肩関節可動域の特性を検討した先行研究はなく, 飛込競技の繰り返しが肩関節可動域の変化に与える影響は明らかでない. 飛込競技が選手の肩関節可動域に与える影響を知ることができれば, 現場での肩関節のケアや腰痛予防につなげることができると考える.

そこで, 本研究の目的は, 飛込選手の練習前後の肩関節可動域を測定し, 飛込練習の繰り返しが肩関節可動性に与える影響を明らかにすることとした.

成田崇矢
〒 401-0380 山梨県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/FAX 0555-83-5298
E-mail t-narita@kenkoudai.ac.jp

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

表1 対象者プロフィール

飛込選手 (男性 12 名)	
年齢 (歳)	15.6±1.3
身長 (cm)	166.3±6.3
体重 (kg)	58.7±7.7
BMI (kg/m ²)	21.2±2.0
競技歴 (年)	8.5±2.1

(means±SD)

方 法

1. 対象者 (表 1)

飛込選手は、日本水泳連盟飛込委員会強化部により選別され、ナショナルジュニア合宿に参加し、研究の同意を得られた男子選手 12 名とした。プロフィール(平均±標準偏差)は、年齢 15.6±1.3 歳、身長 166.3±6.3 cm、体重 58.7±7.7 kg、BMI 21.2±2.0 kg/m²、競技歴 8.5±2.1 年であった。

対象者の除外基準は、肩関節の手術歴、現在、肩関節に疼痛を有している者とした。

2. 肩関節可動域、肩回旋幅測定

1) 測定プロトコール (表 2)

飛込選手の測定は、2011 年 12 月に静岡県富士水泳場で行なわれたナショナルジュニア合宿の 1 日目の午後練習の前後、2 日目午前練習の前後、計 4 回行なった。また、合宿前の練習状況は、シーズンオフのため、定期的に入水練習を行なっている選手は少なかった。1 日目の練習は 3 m 飛板から、1 群～4 群(前入水、後入水と同じ本数含む)の基本入水練習を 10 本ずつ計 40 回、2 日目の練習は 1 m 飛板から 1 群～4 群の基本入水練習を 5 本ずつ計 20 回、5 m 台から 1 群～4 群の基本入水練習を 5 本ずつ計 20 回、1 m と 5 m を合わせて計 40 回行なった。ウォーミングアップ、クールダウンは集団で行ない、肩関節に対するストレッチは含まなかった。また、練習後の肩周りのストレッチやコンディショニングに各選手の取り組みに差がないように、クールダウン直後に可動域測定を行なった。

2) 測定方法

①可動域測定(°)：東大式ゴニオメーター(TTM-KO)を用い、基本軸および移動軸は、日本整形外科学会と日本リハビリテーション医学会による「関節可動域表示ならびに測定法」に準じた。立位にて両側の自動肩関節屈曲・伸展可動域、背臥位にて両側の他動肩関節内旋可動域を第 2 肢位(肩関節外転 90°)、第 3 肢位(肩

表2 測定プロトコール

1 日目：午後練習
・可動域、肩回旋幅測定
・ウォーミングアップ
・体幹 Ex 中心の陸上練習
・3 m 飛板：1 群～4 群の基本入水練習×10 本
・クールダウン
・可動域、肩回旋幅測定
2 日目：午前練習
・可動域、肩回旋幅測定
・ウォーミングアップ
・体幹 Ex 中心の陸上練習
・1 m 飛板：1 群～4 群の基本入水練習×5 本
・5 m 高飛込：1 群～4 群の基本入水練習×5 本
・クールダウン
・可動域、肩回旋幅測定

関節屈曲 90°)で 5°刻みで測定した^{11,12)}。屈曲・伸展可動域の測定は、体幹部の影響が少なくなるように測定反対側の体幹部を壁に付け行なった。また、回旋可動域の測定は 2 名の理学療法士によって行なわれ、1 名が肩甲骨の動きが生じないように他動的に肩関節回旋させ把持し、他の 1 名が計測を行なった。

②肩回旋幅(cm)：肩甲骨周囲の柔軟性の指標として、肩回旋幅を測定した。測定方法は対象者にまず脚を肩幅に開いた立位姿勢をとらせ、棒を肩の前で肘を伸ばして握らせた。そのまま肘を曲げずに腕を頭上から後方へと旋回させる。そしてこの動作が可能な左右両手内側の最短距離を測定した(図 1)¹³⁾。

それぞれの測定を飛込選手は 2 回、一般健常者は 3 回行ない、その値の平均を解析に用いた。また、測定の前に各測定の検者内再現性を確認し、級内相関係数 ICC (1, 2)が 0.833～0.980 であり、良好なことを確認してから行なった。

3. 統計解析

解析は IBM SPSS Statistics 19 を用い、2 日間の練習前後の肩関節可動域の変化を繰り返しのある一元配置分散分析を用い検討し、有意な主効果が認められた場合、多重比較(Bonferroni の方法)を行なった。有意水準は 5%とした。

4. 倫理的配慮

本研究は対象選手・コーチ、対象者の同意を得て行ない、早稲田大学の人を対象とする研究に関する倫理審査委員会における審議・承認を得て行なった(承認番号：2012-104)。



図1 肩回旋幅の測定

表3 練習前後の可動域の変化 * $p < 0.05$

		1日目練習前	練習後	2日目練習前	練習後
屈曲	右	170.4±10.1	170.4±10.1	169.6±10.1	173.3±6.9
	左	170.0±10.0	174.2±8.2	174.2±5.6	173.8±7.4
伸展	右	46.7±9.8	46.7±9.9	42.9±6.6	40.4±7.5
	左	45.0±6.7	46.7±8.3	42.1±9.6	42.5±10.1
第2肢位外旋	右	102.5±15.6	104.6±11.4	99.6±10.8	100.0±10.2
	左	102.1±14.1	105.8±9.3*	96.3±10.0	92.9±9.2*
第2肢位内旋	右	52.9±10.5	52.6±5.6*	60.4±9.0*	61.2±10.2
	左	53.3±8.1*	54.2±9.0	64.6±10.8*	60.0±13.5
第3肢位外旋	右	93.8±10.5	93.3±8.1*	85.0±11.3*	89.2±7.0
	左	91.3±9.1	92.5±13.1	86.4±10.1	85.9±12.6
第3肢位内旋	右	29.2±8.2	29.6±8.9*	25.8±6.7	21.3±8.0*
	左	31.3±8.8	29.2±12.0	24.6±6.2	22.9±10.3

(means ± SD)

結 果

飛込練習前後の肩関節可動域変化 (表3)

第2肢位では、外旋可動域は翌日に減少し、左側は1日目練習後(105.8±9.3°)と比較し2日目練習後(92.9±9.2°)に有意に減少した。右内旋可動域は、1日目練習後(52.6±5.6°)と比較し2日目練習前(60.4±9.0°)に増加し、左内旋可動域は、1日目練習前(53.3±8.1°)と比較し2日目練習前(64.6±10.8°)に有意に増加した($p < 0.05$) (図2)。

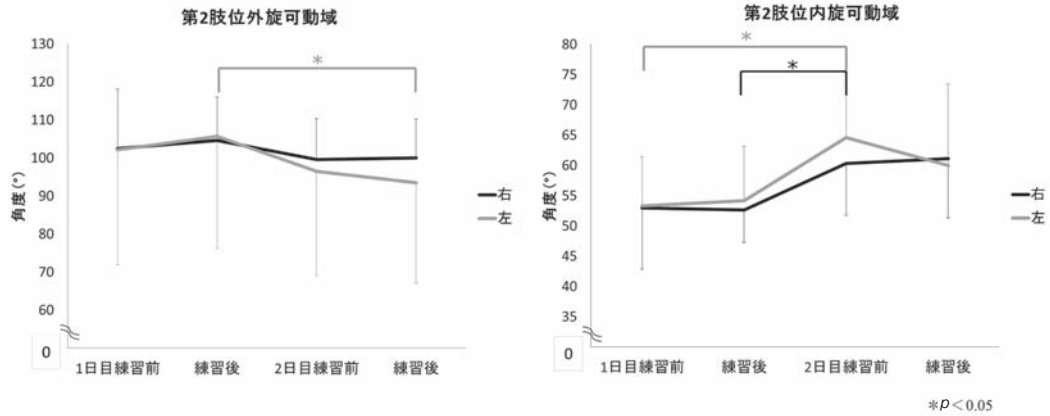
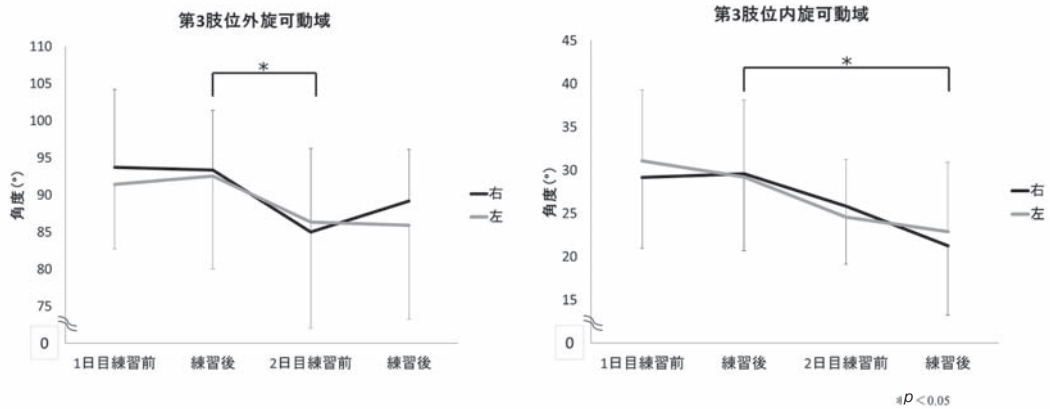
第3肢位では、外旋可動域は翌日に減少し、右側は1日目練習後(93.3±8.1°)と比較し、2日目練習前(85.0±11.3°)に有意な減少を認めた($p < 0.05$)。内旋可動域は、翌日に減少し、右側は、1日目練習後(29.6±8.9°)と比較し2日目練習後(21.3±8.0°)に有意な減少を認めた($p < 0.05$) (図3)。

考 察

1. 練習前後の肩関節可動域、肩回旋幅の変化に関して

ジュニア男子飛込選手12人において、2日間の練習前後における肩関節可動域、肩回旋幅の変化を調査した。その結果、1日目の練習前後では、有意差を認める項目はなかったが、翌日との比較では、回旋可動域に有意差を認めた。投球動作では、投球直後に可動域の低下が起こったという報告が多くされている^{12,14)}が、飛込競技においては、練習直後ではなく、翌日に変化が起こっていた。

飛込選手は、肩関節を屈曲・内旋位で片方の手をもう一方の手で支えるオープンハンドテクニックを用いて入水し、手にかかる衝撃は3,000 Nと大きい²⁾。このこと

図2 第2肢位での回旋可動域の変化 * $p < 0.05$ 図3 第3肢位での回旋可動域の変化 * $p < 0.05$

から、入水時に肩関節内旋筋群を中心としたさまざまな筋は遠心性収縮し、筋の微細損傷に至ると推測する。遠心性トレーニングにより引き起こされた筋損傷は、トレーニング後24～48時間後をピークに、遅発性筋肉痛や発揮筋力や関節可動域の低下をもたらすと報告されている^{15～17)}。入水時の内旋筋群の微細損傷の結果、内旋筋の伸張性は低下し、飛込練習後の翌日に第2、3肢位外旋可動域は低下したと考える。

一方、第2肢位内旋は、初日練習後と比較し翌日練習前に有意に増加していた。中川らは、高校野球選手の投球前後における肩関節可動域を調査し、投球側において第2肢位外旋可動域が低下、内旋可動域が拡大したと報告している。内旋可動域が拡大した理由として、後方関節包に拘縮がある肩関節では投球動作により、改善したことが関与していると考察している¹⁸⁾。また、他の報告では、大会前に内旋可動域制限が大きい選手程、投球直後の内旋可動域の拡大は大きい¹¹⁾としている。飛込選手

の可動域も一般健常者と比較し、低下していたことから、入水時における屈曲、内旋動作の繰り返しにより拘縮した関節包が伸張され、可動域拡大したと推測する。

しかし、第3肢位内旋可動域は、翌日に低下を認めた。入水動作は屈曲、内旋位で行なうことから、第2肢位よりも競技動作に近い。第3肢位内旋における主な制限因子は関節包下部、小円筋と考える。小円筋は肩関節屈曲の制限因子であり¹⁰⁾、入水の際に肩関節屈曲強制されるのを防ぐために働くため、翌日の伸張性低下につながったと推測する。つまり、第3肢位内旋可動域の低下は、小円筋の伸張性の低下により生じ、第2肢位内旋可動域の拡大は後方関節包拘縮が改善したことが原因であるため、肢位により内旋可動域の変化に違いが生じたと考える。

また、肩回旋幅は変化を認めなかった。これは、肩甲上腕関節の可動域は変化するものの、肩甲帯周囲の複合的な運動は変化していないと推測する。

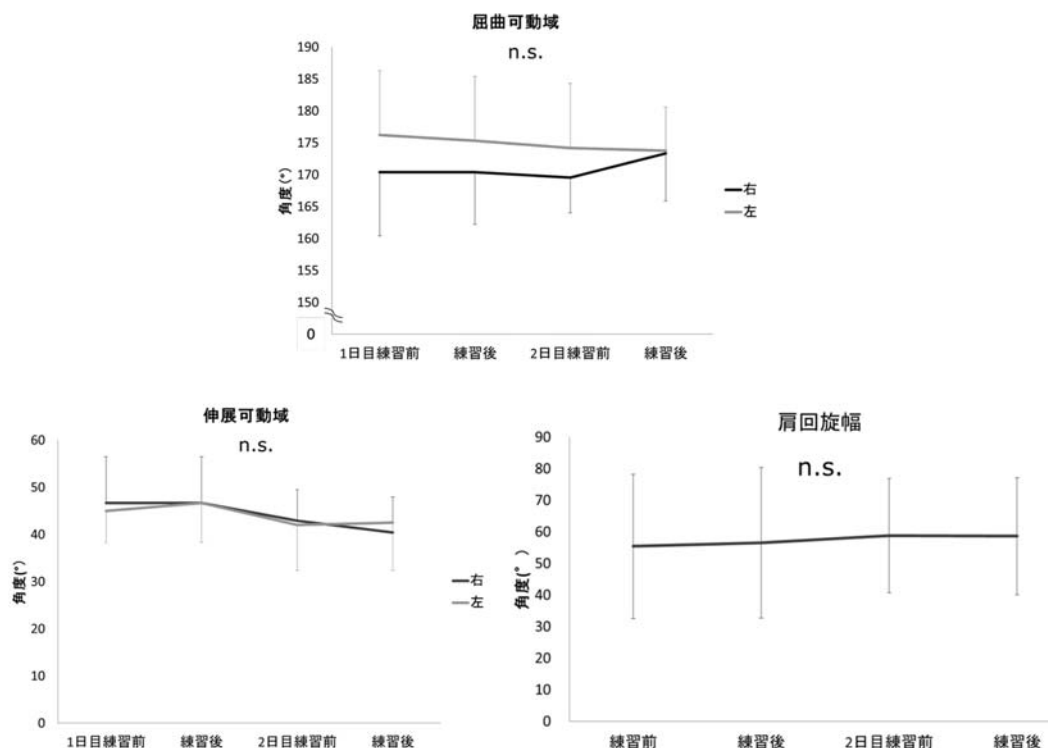


図4 屈曲，伸展可動域，肩回旋幅の変化

2. 練習による肩関節可動域の低下に対する予防について

本調査により，飛込競技の練習が翌日の肩関節可動域に対し，影響を与えることが明らかになった．外旋可動域は，肢位に関わらず低下を認めた．このことから，練習後に第2肢位，第3肢位での内旋方向へのストレッチを行なう必要があると考える．また，第2肢位での外旋時の制限因子は大胸筋，広背筋，大円筋，前鋸筋，小円筋とされ¹¹⁾，ストレッチに加え練習後にこれらの筋に対するマッサージ等のコンディショニングをすることにより可動域低下を予防できると思われる．

また，今回の2日間の練習では最高5mの高さからの飛込を1日40回行なったが，10mの飛込ではさらに衝撃が大きく，肩関節への負荷も大きくなる²⁾．このため，1日の飛ぶ回数，回復期間に対する考慮も重要になると考える．

最大遠心性収縮を行なう1日前に筋温を上昇させる温熱処置をした結果，トレーニング後における筋力および関節可動域の低下を抑制できるとの報告がされている^{19,20)}．練習後の可動域低下を予防するために，このような方法を試みる必要があると考える．

今回の調査は，2日間の練習における変化のみを測定しており，低下した可動域がどの程度の時間を経て回復

するのか，長期的な変化については検討していない．長期的な投球動作の繰り返しが，肩関節可動域に及ぼす影響は多く検討されている^{11,21)}．飛込選手においても継続して調査を行ない，長期的な影響について検討が必要である．また，一般健常者との比較では，年齢，身体特性に差を認めた．同一年齢の被験者との比較をすることでより詳細な飛込選手の肩関節の特徴を捉えることができると考える．

ま と め

飛込選手の肩関節可動域は練習翌日に変化し，第2肢位で外旋可動域が低下，内旋可動域が増加し，第3肢位では内外旋可動域がともに低下する．

謝 辞

本研究を行なうに当たり，データ計測に多大なご協力をして下さった飛込委員会強化部の野村孝路先生始めコーチの方々，選手の皆様に心より感謝を申し上げます．

本研究は，文部科学省科研費基盤B(22300224)，健康科学研究助成費の助成を得て行なった．

文 献

- 1) Le Viet DT et al : Wrist and hand injuries in platform diving. *J Hand Surg Am*, 18 : 876-880, 1993.
- 2) Simon MH et al : A coupled biomechanical-smoothed particle hydrodynamics model for predicting the loading on the body during elite platform diving. *Appl Math Model*, 40 : 3812-3831, 2016.
- 3) 成田崇矢ほか：飛込競技における全日本ジュニア選手の傷害発生状況について. *Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise*, 14 : 1-6, 2011.
- 4) Badman BL et al : Spinal injury considerations in the competitive diver : a case report and review of the literature. *Spine J*, 4 : 584-590, 2004.
- 5) 伊藤慎之：飛込選手，OB の外傷・障害調査—アンケート 2 回分（2001 年，2006 年）のまとめ—. *水と健医研会誌*, 10 : 11-18, 2007.
- 6) Rubin BD : The basics of competitive diving and injuries. *Clin Sports Med*, 18 : 293-303, 1999.
- 7) Keene JS et al : Mechanical back pain in the athlete. *Compr Ther*, 11 : 7-14, 1985.
- 8) Carter RL : Prevention of springboard and platform diving injuries. *Clin Sports Med*, 5 : 185-194, 1986.
- 9) Narita T et al : Critical for the prevention of low back pain in elite junior divers. *Br J Sports Med*, 48 : 919-923, 2014.
- 10) 成田崇矢：飛込競技における体幹トレーニング. *バイオメカニクス研究*, 18 : 203-207, 2014.
- 11) Norkin C et al : 関節可動域測定法. 第 2 版，木下攝（訳），協同医書出版社，東京：1-252, 2003.
- 12) 中川滋人ほか：高校野球児における肩関節可動域変化. *肩関節*, 28 : 333-337, 2004.
- 13) 成田崇矢ほか：新たな肩関節柔軟性測定方法（肩回旋幅）と肩柔軟性との関連. *水と健医研会誌*, 17 : 17-21, 2015.
- 14) Peter Brukner et al : 臨床スポーツ医学. 初山日出樹ほか（訳），医学映像教育センター，東京：8-25, 2009.
- 15) 野坂和則：レジスタンス・トレーニングにおける筋損傷と筋肥大（レジスタンス・トレーニング）. *体育の科学*, 48 : 16-24, 1998.
- 16) 佐賀典生ほか：温熱処置と伸張性運動を組み合わせたトレーニングが筋痛・筋損傷に及ぼす影響. *デサントスポーツ科学*, 33 : 127-135, 2012.
- 17) Clarkson PM et al : Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med Sci Sports Exerc*, 24 : 512-520, 1992.
- 18) 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.
- 19) Nosaka K et al : Attenuation of muscle damage by preconditioning with muscle hyperthermia 1-day prior to eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*, 99 : 183-192, 2007.
- 20) Saga N et al : Effect of heat preconditioning by microwave hyperthermia on human skeletal muscle after eccentric exercise. *J Sports Sci Med*, 7 : 176-183, 2008.
- 21) Crockett HC et al : Osseous adaptation and range motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 30 : 20-26, 2002.

愛知県における野球肘検診の試み — OCD 石崎分類の病期別での OCD 確定診断率に着目して —

Orthopaedic Screening of Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum for Adolescent Baseball Players in Aichi

小田 智之 ¹⁾	Tomoyuki Oda	平岩 秀樹 ²⁾	Hideki Hiraiwa
濱田 恭 ²⁾	Takashi Hamada	岩堀 裕介 ³⁾	Yusuke Iwahori
後藤 英之 ⁴⁾	Hideyuki Goto	酒井 忠博 ¹⁾	Tadahiro Sakai

● Key words

上腕骨小頭離断性骨軟骨炎, 野球肘, 検診

● 要旨

2015 年から愛知県でも野球障害の予防・上腕骨離断性骨軟骨炎(OCD)の早期発見を目的とした野球肘検診を開始し, 2 年間で 1,346 名の小学 4~6 年生の選手が参加した. 一次検診の結果で二次検診受診が必要と判断された人数は 237 名であり, 二次検診受診率は 87.8 % であった. 二次検診にて OCD と確定診断されたのは 31 名であり, OCD の検出率は 2.3 % であった. また, 一次検診にて石崎分類の Stage S と診断された選手 43 名のなかで二次検診先にて OCD と確定診断されたのは 2 名(4.7 %)であり, 同様に Stage I は 28 名中 11 名(39 %), Stage II は 19 名中 17 名(89 %), Stage III は 1 名中 1 名(100 %)であった. われわれの検診において Stage S の感度は低かったが, Stage S を判定することはスクリーニングとして意義があると考ええる.

はじめに

2015 年度から名古屋市においても小学生を対象として, 野球障害の予防・上腕骨離断性骨軟骨炎(osteochondritis dissecans; OCD)の早期発見を目的とした野球肘検診を開始した. 2016 年度からは愛知県内に規模を拡

大し実施しており, 愛知医科大学, 名古屋市立大学, 名古屋大学の 3 大学が協同で取り組んでいる. 今回は一次検診結果のなかで, 要二次検診となった受診者の疾患別内訳, さらに, 肘エコー検査にて OCD 疑いとの診断で要二次検診となった受診者が 2 次検診先で確定診断がなされたかどうかについて追跡調査し, 石崎分類¹⁾の病期別に結果をまとめ報告する.

小田智之
〒471-8513 豊田市平和町 1-1
トヨタ記念病院整形外科
TEL 0562-28-0100

- 1) トヨタ記念病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Toyota Memorial Hospital
- 2) 名古屋大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya University Graduate School of Medicine
- 3) 愛知医科大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Aichi Medical University School of Medicine
- 4) 名古屋市立大学整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences

表1 3大学の検診受診者の内訳(名)

	年度	4年生	5年生	6年生	合計
愛知医大	2015	21	102	81	204
	2016	84	104	119	307
名古屋市立大	2015	25	105	116	246
	2016	54	72	52	178
名古屋大	2015	0	31	86	117
	2016	60	131	103	294
合計		244	545	557	1,346

対象と方法

2015年度、2016年度に愛知県内の軟式野球チームに所属し、検診受診を希望した小学4・5・6年生の1,346名(2015年:38チーム:567名, 2016年:41チーム:779名)を対象とした。各大学での一次検診受診者の内訳を表1に示す。

一次検診は検診受診者(保護者)の同意を得て12日間(2015年:3日, 2016年:9日)にわたり実施した。一次検診では検診費として横浜市の1コイン野球肘検診²⁾と同様に1名500円を徴収し、座学(投球障害の知識・予防法に関する講義を選手・保護者・指導者に行なう)、理学療法士による身体計測・ストレッチ指導、医師による診察、肘エコー検査を実施した。肘エコー検査については、上腕骨小頭のスクリーニングを全例に行ない、その他の部位は症状のある場合のみに行なった。OCDの判定は石崎分類を用いて行ない、Stage S以上を要二次検診と判定した。また、一次検診に参加した選手の保護者に対するアンケートも行なった。

一次検診での理学療法士による身体計測、医師による診察、肘エコー検査の結果から、要二次検診と判断された選手には、その場で医療機関への紹介状を作成し、早期に受診するよう指導した。二次検診先には、エコー検査、単純X線検査、CT検査もしくはMRI検査を行ない総合的にOCDの確定診断を行なうこと、さらには二次検診初診時にOCDと診断されなくても、最低3ヵ月間は1ヵ月毎に単純X線、エコー検査などによる経過観察を行なうよう事前に文書で依頼した。

二次検診後のデータが揃った時点で、要二次検診と判定された受診者の疾患別内訳と二次検診受診状況を調査した。また要二次検診となった受診者の内、OCDと判定された選手については、二次検診先にてOCDと確定診断がなされたかについて石崎分類の病期別に調査した。

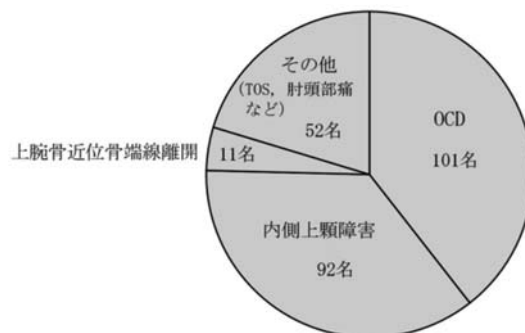


図1 要二次検診受診者の疾患別内訳

結 果

一次検診の結果で二次検診受診が必要と判断されたのは237名(2015年:116名, 2016年:121名)で全検診参加者の17.6%であった。要二次検診と判断された受診者の疾患別の内訳をみると(図1)、OCDが疑われた選手は101名(2015年:43名, 2016年:58名)であった。エコーにおける石崎の病期分類¹⁾での内訳を表2に示す。

要二次検診と判断された受診者のなかで二次検診を実際に受診したのは208名であり、二次検診受診率は87.8%であった。

二次検診先での検査の結果、OCDと診断が確定されたのは31名であり、OCDの検出率(総受診者に占めるOCD確定者数の割合)は2.3%であった。OCD確定者の学年別の内訳は4年生:5名, 5年生:15名, 6年生:16名であった。また、一次検診における石崎分類の病期別に二次検診先でOCDと診断が確定された人数の内訳は、Stage S:2名, Stage I:11名, Stage II:17名, Stage III:1名であった(表3)。この結果から石崎分類の病期別の感度(各病期の二次検診受診者に占めるOCD確定者数の割合)はStage S:4.7%, Stage I:39%, Stage II:89%, Stage III:100%であることが分かった。

表2 一次検診での OCD 疑い選手の石崎分類の内訳(名)

	年度	Stage S	Stage I	Stage II	Stage III	合計
愛知医大	2015	8	6	6	1	21
	2016	6	2	4	0	12
名古屋市立大	2015	3	9	1	0	13
	2016	12	4	1	0	17
名古屋大	2015	2	4	3	0	9
	2016	17	8	4	0	29
合計		48	33	19	1	101

表3 一次検診での OCD 疑い選手の二次検診受診状況と二次検診先での評価(名)

	Stage S	Stage I	Stage II	Stage III	合計
OCD 疑い(一次検診)	48	33	19	1	101
二次検診受診者数	43	28	19	1	91
OCD 確定患者数	2	11	17	1	31

考 察

全国の各地域で実施された、特色のある野球肘検診の概要が数多く報告^{2~11)}されている。愛知県における野球肘検診の特徴は3大学が同様のプロトコルで実施し、2次検診先も各大学がスポーツ医学に熟練した関連病院をリストアップして、患者が受診する病院を自由に選択できるシステムになっている点である。この2年間で未治療のOCD患者を31人(OCDの検出率2.3%)検出できており、一定の効果をあげていると考えられる。また、二次検診受診率も87.8%と高かった。その理由としては、過去の報告^{2,3)}を参考に選手・保護者・指導者を対象に座学^{4,6~8,10)}を行なったこと、二次検診先への紹介状を同日に作成^{3,6~9)}したことであり、さらに、二次検診受診率を100%に近づける方法としては、一次検診と二次検診を同日に医療機関にて行なうという方法^{10,11)}が考えられる。しかし、大学病院の性質上、同日に画像検査まで行なえるようにするためには、各大学の事務や放射線科との協議が必要であり、われわれの現状から考えると実現は難しいといわざるを得ない。

また、われわれが行なっている検診の規模は愛知県の小学生の野球人口から考えると氷山の一角にしか過ぎない。2016年度は、3大学で合計41チームの検診を行なったが、この数は対象とした軟式少年野球連盟に加盟する総チーム数の10%にも満たず、それ以外にも愛知県内には他の軟式少年野球連盟や硬式野球連盟が多数存在す

る。今後、さらに規模を拡大して愛知県内での野球肘検診を継続して実施したいと考えているが、現状のシステムでは日程・場所・医師・理学療法士・検診費用の確保に問題があり容易ではない。その解決策としては検診項目を簡略化し検診時間を短縮することにより多くの選手を検診できるようにすることや、費用の問題に関してはNPO法人・野球肘研究会などの設立を検討している。

今回、われわれはエコー検査を用いて一次検診におけるOCDのスクリーニングを行なった。石崎分類に従って評価し、Stage S以上を上腕骨小頭部陽性所見とみなして要二次検診とした。そして、検診後にOCDの疑いがあると判断された受診者を追跡していく過程で、Stage Sとされた48名のうち二次検診受診者は43名で、その内OCDと確定診断がなされたのは2名であり、検診の感度としては4.7%と他の病期に比較して明らかに低かった。石崎分類のStage Sは病変が軟骨下骨表層にとどまり、その1回の画像所見だけでは、OCDの初期変化か、修復過程の一時期であるのか、修復完了後の残存した変形かの判断ができない画像¹⁾と定義されているが、正常範囲内の変化をとらえている可能性も考えられるうえに、診断自体がエコーを行なう検者間によって偏りがあることは否めない。また過去にはStage Sの9名は明らかな異常を指摘できなかったという報告¹²⁾があり、Stage SがOCDの初期変化をとらえているかどうかについては議論のあるところである。さらに今回のわれわれの検診において、二次検診後のStage S症例を定期的に経過観察した過程でOCDへと段階的に進行したとの報告も今のところない。しかし、

岡田らはエコーにて Stage S でも単純 X 線にて小頭に離断像を認める症例¹³⁾を報告しており、われわれの検診でも Stage S のなかに OCD と確定診断された症例があったことから、当面はこれまで通りの方法でエコー検診を続けていくべきであると考えた。今後も Stage S と診断された病変を長期的に経過観察していくことが Stage S の病態の解明にもつながると考える。

しかし、現状のわれわれのシステムでは OCD の確定診断は二次検診を行なった医師が行なうこととなっており、検診先も多施設に及んでいるため、OCD 疑いと診断された受診者が二次検診先にて、どのような画像検査（エコー、X 線、CT、MRI 検査など）により OCD と確定診断されたか、またその画像所見上の病期についての情報を入手することは困難であった。今後検診を続けていくうえで、どのように確定診断とするかについて施設間で統一する必要がある、それと同時に他施設の情報を共有できるシステム作りも重要であると考えた。

最後に、OCD・内側肘障害についての病態と治療法、なぜ野球肘検診が必要なのかについて選手・保護者・指導者・各野球連盟に理解してもらうことが重要であることはいうまでもない。柏口は OCD を野球選手の“選手生命を奪うがん”¹⁴⁾と表現している。さらには、肘検診により重症例を減らすことができる⁸⁾とも報告している。われわれも OCD の早期発見・早期治療のためにも野球肘検診の継続と規模拡大、多岐にわたる野球連盟の上層部への啓蒙活動を続けていかなければならないと考えている。そのためには、肘検診のシステムを効率化し、経済的な基盤を早期に確保できるよう取り組み、愛知県独自の野球肘検診システムを構築していきたい。

結 語

愛知県の 3 大学で行なった野球肘検診にて 2 年間で 1,346 人の検診を行なった。OCD の選手を 31 人検出することができ、OCD の検出率は 2.3% であった。一次検診にて Stage S と診断された受診者の感度は低かったが、Stage S を判定することはスクリーニングとして意義があると考えられた。今後検診規模を拡大するためにはシステムの改変が必要である。

文 献

- 1) 石崎一穂：エコー検査の意義と実際。In：岩瀬毅信ほか，ed. よくわかる野球肘離断性骨軟骨炎，第 1 版，全日本病院出版会，東京：93-117, 2013.
- 2) 岩間 徹：少年野球における肘障害の予防 神奈川県での取り組み—重要なのは医療と現場の絆—。関節外科，33：1196-1199, 2014.
- 3) 松浦哲也ほか：少年野球肘検診の現状。日臨スポーツ医会誌，20：224-226, 2012.
- 4) 山本智章ほか：子供に笑顔を一野球手帳を用いた成長期野球肘の予防。整スポ会誌，33：12-18, 2013.
- 5) 大歳憲一ほか：ポータブル超音波診断装置を用いた青少年期野球肘検診 福島県での取り組み。臨整外，46：1033-1039, 2011.
- 6) 丸山真博ほか：山形県における小中学生の野球肘検診の取り組み。整スポ会誌，36：12-16, 2016.
- 7) 和田哲宏ほか：奈良県における野球肘検診の試み—検診を通じたスポーツ障害に対する取り組みと継続的な組織運営について—。関西臨スポーツ医研会誌，24：13-15, 2015.
- 8) 船越忠直ほか：超音波を用いた少年野球肘検診 病院受診率向上の工夫。JOSKAS，371：8-9, 2012.
- 9) 松浦哲也：検診の意義と具体的方法。In：岩瀬毅信ほか，ed. よくわかる野球肘離断性骨軟骨炎，第 1 版，全日本病院出版会，東京：236-248, 2013.
- 10) 長澤 誠ほか：少年野球における肘障害の予防 宮崎県での取り組み—宮崎県少年野球検診 反省からの改良—。関節外科，33：1206-1211, 2014.
- 11) 飯島裕生ほか：医療機関で行った 2 年間の少年野球肘検診の報告。整スポ会誌，37：303-306, 2017.
- 12) 飯島裕生ほか：医療機関で行う野球肘検診の有用性。JOSKAS，41：554-555, 2016.
- 13) 岡田知佐子ほか：離断性骨軟骨炎の超音波診断法—上腕骨小頭離断性骨軟骨炎の術前評価としての超音波画像検査の意義—。整外最小侵襲術誌，62：27-35, 2012.
- 14) 柏口新二ほか：どうして少年の野球肘検診が必要なのか。整スポ会誌，33：3-6, 2013.

発育期スポーツにおける腰椎分離症患者の 解析と積極的保存療法

Analysis and Management for Spondylolysis in Adolescent Athletes

奥脇 駿 ^{1,2)}	Shun Okuwaki	辰村 正紀 ^{1,2)}	Masaki Tatsumura
平林 匠 ³⁾	Takumi Hirabayashi	小川 健 ^{1,2)}	Takeshi Ogawa
万本 健生 ^{1,2)}	Takeo Mammoto	平野 篤 ^{1,2)}	Atsushi Hirano

● Key words

Spondylolysis : Adolescent athletes : Stage

●要旨

腰痛を主訴に来院した高校生以下の患者について調査した。134例の受診患者のうち、71例124箇所が腰椎分離症と診断された。治療経過について追跡できたものが41例51カ所であった。そのうち骨癒合と判定されたものが36カ所、偽関節と判定されたものが15カ所であった。運動中止した群では41カ所中33カ所が骨癒合し、運動を継続した群と比べて有意に骨癒合率は高かった。腰椎分離症は早期に診断し、運動中止を徹底するなど適切な保存療法を行なうことが重要と考える。

はじめに

本院では腰痛を主訴に来院した発育期のスポーツ選手に対して、MRIを早期に行ない腰椎分離症の診断をし、CT水平断と矢状断を用いて正確な病期分類を行なったうえで保存療法を行なっている。骨癒合の見込みがある場合は運動中止と半硬性コルセット装着を行ない、骨癒合の見込みのない偽関節病変に対しては対症療法を行ない、早期の競技復帰を目標としている。

本院において、腰痛を主訴に受診した発育期スポーツ選手の腰椎分離症について病期分類および選択した治療を解析し、さらに運動中止の治療効果ならびにコルセット着用の治療効果を分離部の癒合率を用いて評価した。

方 法

本院における2016年4月から2017年3月までの1年間に、腰痛を主訴に受診した高校生以下の患者134例(平均14.7歳、男女比94:40)に対して腰椎分離症の有無を調査した。単純X線およびCTで骨折線を認めたもの、MRIのSTIR像で椎弓根部に信号変化を認めたものを腰椎分離症と診断した。1椎弓で両側に分離を認めるものは2カ所とカウントした。

評価項目としては、腰痛で受診した患者に占める腰椎分離症の割合と、腰椎分離症と診断した患者において高位を評価するとともに、当院の先行研究と同様¹⁾に西良らによるCT水平断分類²⁾(以下水平断分類)、大場によ

奥脇 駿
〒310-0015 水戸市宮町3-2-7
筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター整形外科
TEL 029-231-2371
E-mail shunokuwaki@tsukuba-seikei.jp

- 1) 筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター整形外科
Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, University of Tsukuba Hospital Mito Clinical Education and Training Center
- 2) 茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Mito Kyodo General Hospital
- 3) 筑波大学医学医療系整形外科
Department of Orthopaedic Surgery Faculty of Medicine, University of Tsukuba

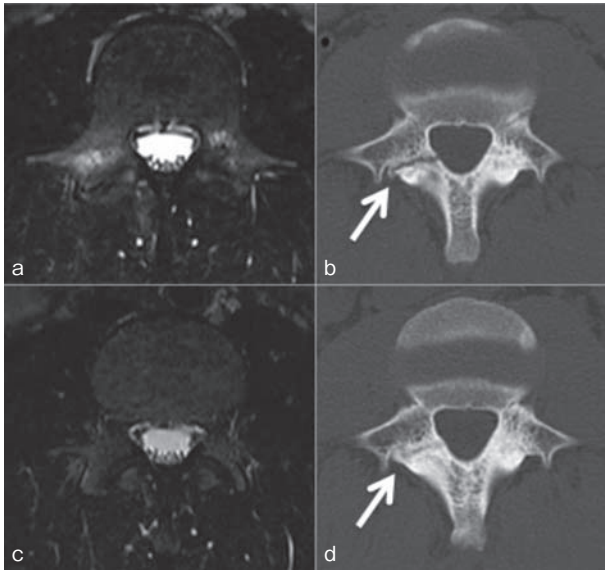


図1 骨癒合代表症例：罹患高位 L5

- a：初診時 MRI 右椎弓根部に骨髄浮腫を認める。
- b：初診時 CT 右に骨折線を認め、初期の分離を認める(矢印)。
- c：3ヵ月後 MRI 椎弓根部の骨髄浮腫は改善している。
- d：3ヵ月後 CT 分離部の骨皮質の連続性を確認できる(矢印)。

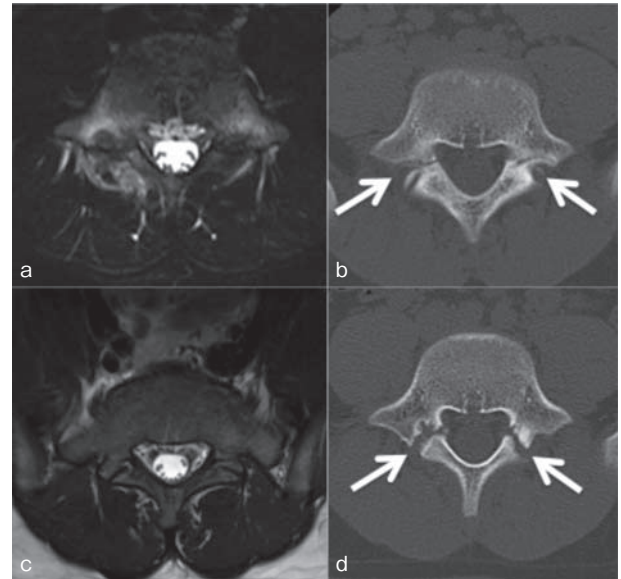


図2 偽関節代表症例：罹患高位 L5

- a：初診時 MRI 両側椎弓根部に骨髄浮腫を認める。
- b：初診時 CT 両側に骨折線を認め、初期の分離を認める(矢印)。
- c：3ヵ月後 MRI 両側椎弓根部の骨髄浮腫は改善している。
- d：3ヵ月後 CT 両側分離部の骨皮質の連続性を認めない(矢印)。

る初期を3段階に分ける CT 矢状断分類³⁾(以下矢状断分類)を用いて病期を評価した。

MRI の STIR 像で信号変化を認めるものを保存治療の適応となる新鮮分離症と診断して、運動の中止と腰椎伸展・ナイト型半硬性コルセットの着用、理学療法の導入と1ヵ月ごとの MRI 評価を行なうプロトコルで治療を行なった。MRI で信号変化が消失した時点で CT の再評価を行ない、初診時の水平断分類および矢状断分類ごとに最終的な骨癒合の有無を評価した。

初診時すでに偽関節であった症例を除いた骨癒合の見込みのある新鮮分離のうち、癒合判定まで追跡可能だった症例について骨癒合の評価を行なった。CT 水平断・矢状断・冠状断のいずれか2方向以上で骨皮質の連続性が確認できたものを「骨癒合」とし(図1)、病期が進行し完全分離となり骨皮質の連続性を認めなかったものを「偽関節」とした(図2)。

また、治療の検討として画像による経過観察が可能であった症例に対して、運動を中止した群と継続した群、コルセットを着用した群と着用しなかった群とで比較を行なった。

統計学的評価には χ^2 検定を使用し、 p 値 0.05 未満を有意差ありと定義した。

結 果

腰痛を主訴に受診した患者は134例(平均14.7歳、男女比94:40)であり、全受診中71例79椎124ヵ所(平均14.3歳、男女比57:14)を腰椎分離症と診断した。腰痛を主訴に受診した患者のうち、性別では男性で94例中57例(60.6%)が腰椎分離症と診断され、女性では40例中14例(35.0%)が腰椎分離症と診断された。

高位はL3が8ヵ所、L4が27ヵ所、L5が89ヵ所であった。同一個体内での発生では単椎体片側例が29例、単椎体両側例が34例、多椎体例が8例であった。

CT および MRI を撮像し評価できた64例116ヵ所に対して病期分類を行なった。水平断分類では分離前期22ヵ所、初期23ヵ所、進行期21ヵ所、末期50ヵ所であった。矢状断分類では0期9ヵ所、Ia期17ヵ所、Ib期14ヵ所、Ic期11ヵ所、II期15ヵ所、III期50ヵ所であった(図3)。水平断分類と矢状断分類の病期は必ずし

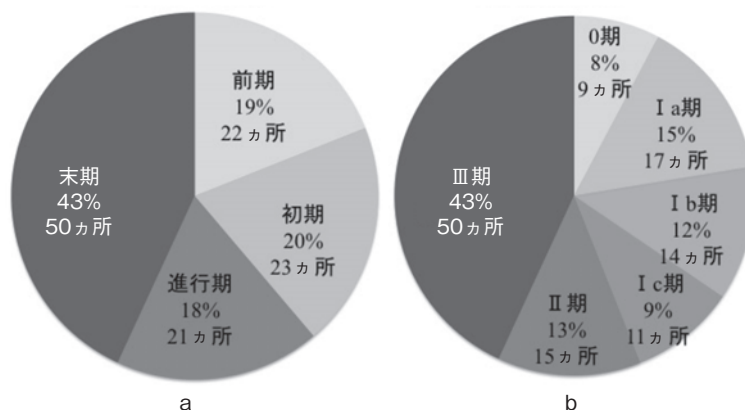


図3 初診時病期分類
a：水平断分類.
b：矢状断分類.

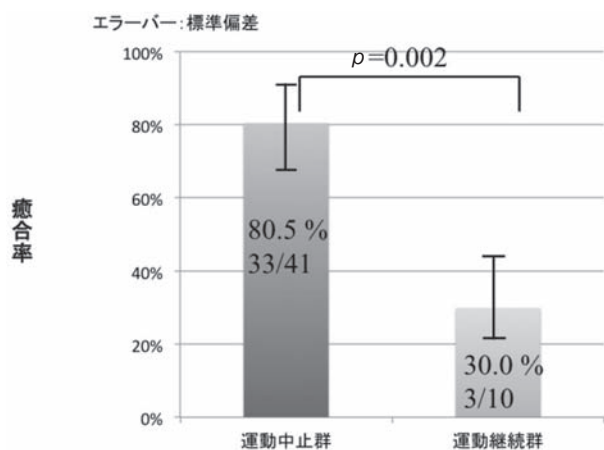


図4 保存療法による骨癒合率の比較(運動中止の有無)

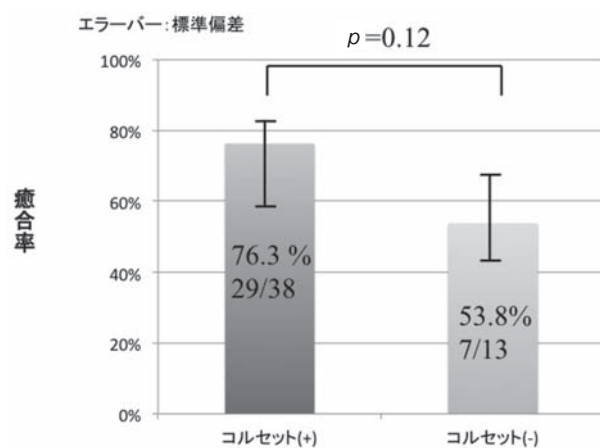


図5 保存療法による骨癒合率の比較(コルセット着用の有無)

も一致しなかった。

骨癒合評価について、追跡可能であった51カ所中、癒合が得られていたのが36カ所、偽関節となったものが15カ所であった。癒合を得られた症例のうち、運動中止していたものが33カ所、運動を継続したものが3カ所であった。また、偽関節のうち運動中止していたものが8カ所、運動継続していたものが7カ所であった。運動を中止していた群と継続していた群とで比較をすると、運動中止群は41カ所中33カ所(80.5%)で癒合が得られており、運動継続群は10カ所中3カ所(30.0%)で癒合が得られ、有意差をもって運動中止群で癒合率が高い結果となった($p=0.02$) (図4)。

また、骨癒合していたもののうちコルセット着用していたものが29カ所、コルセット着用していなかったも

のが7カ所であった。偽関節のうちコルセット着用していたものが9カ所、コルセット着用していなかったものが6カ所であった。コルセット着用群とコルセット非着用群との比較ではコルセット着用していた群は38カ所中29カ所(76.3%)で癒合が得られており、コルセット非着用群は13カ所中7カ所(53.8%)で癒合が得られ、統計学的な有意差は出なかった($p=0.12$) (図5)。

考 察

本研究において、腰痛を主訴に整形外科外来を受診する高校生以下の患者のうち腰椎分離症患者は本院では134例中71例(53.0%)であった。男性では腰痛を主訴に来院した患者の60.6%が分離症と診断されており、

表1 分類別病期

		水平断分類			計 (カ所)
		分離前期	初期	進行期	
矢状断分類	0	9			9
	a	13	4		17
	I b		13	1	14
	c		6	5	11
	II			15	15
計 (カ所)		22	23	21	66

女性と比べると高い割合であった。発育期の男性スポーツ選手が腰痛を主訴に来院した場合には積極的に腰椎分離症を疑うべきである一方、女性は他の病態も視野に入れた診察が必要である。

本研究で病期分類をそれぞれ水平断と矢状断で行なったが、病期は必ずしも一致していなかった(表1)。本研究では水平断分類の方が矢状断分類よりも重症と判定された症例が6例存在したが、初期段階での診断では先行研究¹⁾と同様に矢状断分類でより鋭敏に描出できる可能性が考えられる。

発育期のスポーツ選手における腰痛の多くは腰椎分離症であり⁴⁾、偽関節化していない初期から進行期においては適切な保存加療を行なうことで高い骨癒合率が報告されている^{5,6)}。保存療法としては運動の中止とコルセットの着用、理学療法の介入が一般的に行なわれている。外固定による患部の不動化と、分離部に力学的負荷が集中しないような体幹筋のトレーニングや股関節周囲のストレッチが重要との報告もある⁷⁾。

本院においても腰椎分離症と診断された場合はできる限り患者本人・家族と話し合い前述のような保存療法を行なっている。なかには患者・家族の強い希望があり診断後も運動を継続する例やコルセットを着用しない例も存在する。本院では治療データを提示して保存的治療を行なうように説得するが、治療に協力が得られない患者に対しても外来での経過観察は継続している。

腰椎分離症の発生機序としては、腰椎の伸展動作や回旋動作が椎弓部にかかることにより生じるとされており⁸⁾、治療には安静を要する。今回の保存療法についての検討では、運動を中止した群と継続した群とで比較し、有意に中止群の骨癒合率が高かった。

今回の結果からも、骨癒合の見込みのある腰椎分離症では安静による治療が有用と提示できた。コルセット着用について、着用した群と着用しなかった群とで比較し、骨癒合率の統計学的な有意差は出なかった。コルセットの着用と体幹筋の筋活動の制限と腹腔内圧の上昇

に関しては統一した見解はなく⁹⁾、これまでコルセット着用による保存療法は行なわれてきた一方で、過去の報告の中にはコルセット着用と非着用とで骨癒合に有意差はないとの報告もある¹⁰⁾。今回の結果でも有意差はなかったが、これまで偽関節になりやすい条件として両側性¹¹⁾や対側偽関節例^{11,12)}、二分脊椎¹³⁾などがあげられている。本研究ではこれらの要素は考慮しておらず、また偽関節症例の数も少ないため本結果だけではコルセットが不要とは結論づけられない。今後はそれら因子との関連や治療成績についてさらに検討を進めていく必要がある。

骨癒合の結果について、運動を継続していたにも関わらず、10カ所中3カ所で骨癒合が得られた。癒合した3カ所はいずれも病期が水平断分類で分離前期、矢状断分類でIa期であり、うち2カ所は同一個体内発生であった。また、コルセットを着用していなかったにも関わらず、13カ所中7カ所で骨癒合が得られた。癒合した7カ所はいずれも水平断分類が分離前期から初期であり、矢状断分類でIaからIbであった。保存治療を行なわなくとも比較的病期の進行していない症例では癒合することもあると認識できた。運動継続しながら癒合を得られることは運動選手にとって理想的といえる。しかし同様の病期でも偽関節に至る症例もあるため、運動継続したまま癒合が得られる条件に関しては病期以外の要素も関与していると考えられ、それらを見出すことが今後の検討課題である。

結 語

発育期における腰椎分離症は、受診時に正確な分類を行ない病期に見合った保存的治療を選択することが重要と考える。保存加療における癒合率の検討では、発育期スポーツ選手において、運動を中止することで有意に骨癒合率が向上した。

文 献

- 1) 蒲田久典ほか：初期・進行期腰椎分離症の病期分類からみた癒合率：水平断分類と矢状断分類の特徴。整スボ会誌, 37: 104-107, 2017.
- 2) 西良浩一ほか：腰椎分離症 発症メカニズムとその予防・再発予防。臨スポーツ医, 25: 211-220, 2008.
- 3) 大場俊二：腰椎疲労骨折の治療と復帰—治療開始3ヵ月が重要—。整スボ会誌, 34: 312-321, 2014.
- 4) 小林良充：成長期スポーツ選手の腰椎分離症に対す

- る診断と治療. 日臨スポーツ医会誌, 16 : 322-330, 2008.
- 5) 大場俊二ほか: 腰椎疲労骨折における画像診断的検討 CT と MRI 所見の関連と変化. 整スポ会誌, 24 : 266-271, 2004.
- 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) 家里典幸ほか: 学童期の腰椎分離症. 整スポ会誌, 36 : 8-11, 2016.
- 8) 中村耕三ほか: 整形外科クルズス. 改訂 4 版, 南江堂, 東京 : 473, 2003.
- 9) Azadinia F et al : Can lumbosacral orthoses cause trunk muscle weakness? A systematic review of literature. Spine J, 17 : 589-602, 2017.
- 10) Klein G et al : Nonoperative treatment of spondylolysis and grade I spondylolisthesis in children and young adults : a meta-analysis of observational studies. J Pediatr Orthop, 29 : 146-156, 2009.
- 11) 吉田 徹ほか: 脊椎分離症に対する対処法の基本原則. 整・災外, 48 : 625-635, 2005.
- 12) 辰村正紀ほか: 片側終末期分離症の対側に発生した腰椎分離症における新鮮分離部の癒合率. 日臨スポーツ医会誌, 25 : 368-375, 2017.
- 13) 石本 立ほか: 腰椎分離症に対し保存療法を施行した症例の検討: 潜在性二分脊椎併発の有無と片側・両側分離が癒合率, 癒合期間に及ぼす影響. 関東整災誌, 48 : 76-81, 2017.

有鉤骨鉤骨折に対する鉤直上切開による骨片摘出術の成績

Clinical Result of Hook of Hamate Fracture Excision by a Directly Palmar Surgical Approach

古江 幸博 Yukihiro Furue

● Key words

Fracture of the hook of hamate : Excision : Skin incision

●要旨

野球6例、剣道2例の有鉤骨鉤骨折に対する鉤直上切開による骨片摘出術の成績を直接検診にて検討した。結果は、全例スポーツ復帰が可能で、疼痛、創に関する愁訴、合併症を認めず、握力も健側比平均98%であった。摘出術での切開はさまざまな報告があるが、鉤直上切開も有用な進入路と考えられた。

はじめに

有鉤骨鉤骨折の手術治療には骨接合術と骨片摘出術の選択があるが、スポーツ選手の治療においては骨片摘出術を選択することが多い。当院では、スポーツ選手の有鉤骨鉤骨折に対し鉤直上切開による骨片摘出術を行ってきた。今回、その治療成績について検討を行なったので報告する。

症例と方法

2010年4月以降に当院にて手術を施行し、直接検診が可能であった8例8手を対象とした。受傷種目は野球が6例、剣道が2例であった。野球では全例グリップエンド側の受傷で、剣道は左右1例ずつであった。1例は他院にて摘出術を受けたが疼痛が続き当院にて再手術を行なった例であった(表1)。

手術は、鉤を中心とする近位手掌皮線に平行な約3cmの弓状切開(図1)をおき、鉤近位にて尺骨動脈と

尺骨神経を確認後、鉤直上より骨膜下に周囲靱帯を剝離した。鉤尺側ではギオン管を開放し尺骨神経深枝を確認して剝離を進めた。全周の骨膜を剝離し、骨片を一塊として摘出し、摘出後の基部断端をヤスリ等で滑らかに形成し、皮膚のみを縫合した。

術後は外固定なしで、術翌日より手関節、手指の可動域訓練を開始した。術後3週間は素振りや腕立て伏せ、ダンベル等手術部位に圧迫がかかる練習は禁止し、その後は疼痛に応じて素振りから段階的にレベルを上げていった。

結 果

術後経過観察期間は5ヵ月～6年9ヵ月であった。全例疼痛はなく、創に関する愁訴もなく、尺骨神経深枝麻痺などの合併症も認めなかった。握力は健側比91～107%、平均98%であった。スポーツ復帰は全例可能であった。硬式野球の3例は次のステージで活躍していた。2例は6週と8週で試合に復帰していた。再手術の1例は、再手術後鉤部の疼痛は消失しバッティングを再

表1 症例と結果

症例	年齢	種目	患側	観察期間	スポーツ復帰	試合復帰	握力
①	17	硬式野球	左	6年9ヵ月	○社会人野球	6週	92%
②	25	剣道	左	5年7ヵ月	○国体選手	3ヵ月	91%
③	44	軟式野球	左	4年3ヵ月	○レクリエーション	6ヵ月	96%
④	30	軟式野球	左	3年11ヵ月	○レクリエーション	3ヵ月	105%
⑤	51	剣道	右	2年10ヵ月	○指導者	4ヵ月	100%
⑥	16	硬式野球	右	2年8ヵ月	○大学野球	8週	98%
⑦*	17	硬式野球	右	1年3ヵ月	○大学野球	7ヵ月	96%
⑧	38	軟式野球	右	5ヵ月	○レクリエーション	3ヵ月	107%

*症例⑦は再手術例

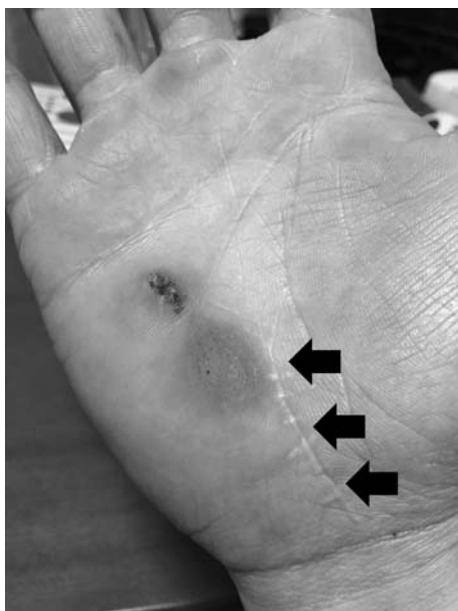


図1 皮膚切開線(黒矢印)



図2 手根管撮影にて診断可能であった

開したが、有頭骨と月状骨の疲労骨折と考えられる疼痛が出現したため、復帰に7ヵ月を要した。剣道の2例も国体選手と指導者として活躍しており、試合復帰は3ヵ月と4ヵ月であった。軟式野球の3例は取り組み方に差があったが、3～6ヵ月で試合に出場していた(表1)。

症 例

17歳，硬式野球部。

高校3年生の4月にファールを打った際に受傷し当院受診した。初診時のX線像では手根管撮影にて有鉤骨鉤骨折の診断が可能であった(図2)。鉤直上切開にて骨片摘出術を行なった。術後3週から素振り，4週からティーバッティング，5週からバッティングを開始し，

術後6週の公式戦から試合復帰した。術後6年9ヵ月後の検診では，握力は健側比92%で，疼痛なく，創に関する愁訴もなかった(図3)。大学野球を経て，現在は社会人野球で活躍している。

考 察

スポーツ選手の有鉤骨鉤骨折に対する治療は骨片摘出術が一般に認められており，その成績は良好である¹⁻⁵⁾。しかし切開をどこにおくかは議論があり，それぞれ一長一短が述べられている^{2,4-8)}。佐藤ら⁴⁾は鉤直上切開での骨片摘出術の成績は良好であるとしたうえで，尺骨神経深枝麻痺の発生予防のため，切開を大きくすることや鉤引きの際の注意を喚起している。古島ら⁵⁾は尺側弓状，鉤直上，橈側弓状切開を使い分けて成績を報告し，患者のスポーツレベルと術者の慣れた切開でよいが，ハイレベルの野球選手では手掌の瘢痕による違和感を回避するために尺側弓状切開が有効であると述べている。

当院では展開が容易で，尺骨神経や屈筋腱を確認できるため鉤直上切開を選択している。他切開での経験がな

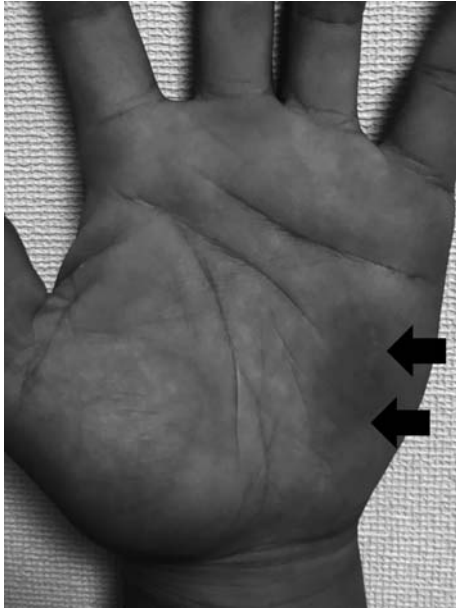


図3 胛胝(黒矢印)を認めるが、創はほとんど分からない

いためその優劣は判断できないが、今回の成績は非常に良好で創に関する愁訴も全例なかったことから、鉤直上切開は有用な進入路と考えている。

また、再手術例の経験から、いずれの切開にしても、症状の再燃を防ぐには、骨片を確実に切除して、基部断端を滑らかに形成する必要がある。

結 語

スポーツ選手の有鉤骨鉤骨折に対する鉤直上切開による骨片摘出術は、創の愁訴もなく非常に良好な成績であった。

文 献

- 1) Bishop AT et al : Fracture of the hamate hook. J Hand Surg, 13 : 135-139, 1988.
- 2) 谷野義彦：スポーツ選手における有鉤骨鉤骨折の治療. 臨スポーツ医, 26 : 553-561, 2009.
- 3) 村上恒二ほか：スポーツによる有鉤骨鉤部骨折の病態と治療. 臨スポーツ医, 15 : 1037-1040, 1998.
- 4) 佐藤哲也ほか：スポーツによる有鉤骨鉤骨折に対する鉤摘出術. 日手会誌, 29 : 633-636, 2013.
- 5) 古島弘三ほか：スポーツ選手における有鉤骨鉤骨折の治療. 日手会誌, 30 : 771-775, 2014.
- 6) 麻生邦一ほか：ゴルフによる有鉤骨鉤骨折. 臨スポーツ医, 1 : 548-552, 1984
- 7) 小林明正ほか：有鉤骨鉤骨折に対する骨片摘出術の有用性について. 日手会誌, 12 : 116-119, 1995.
- 8) 山口幸之助ほか：野球選手の有鉤骨鉤骨折に対する手術成績. 中四整会誌, 23 : 323-326, 2011.

ラグビートップリーグ選手の下腿三頭筋の肉離れに対する 高気圧酸素療法の治療経験

Hyperbaric Oxygen Therapy for Muscle Strain of Triceps Surae in Top-league Rugby Football Players

高木健太郎¹⁾ Kentaro Takagi

中嶋 耕平²⁾ Kohei Nakajima

武田 秀樹¹⁾ Hideki Takeda

増島 篤¹⁾ Atsushi Masujima

● Key words

下腿三頭筋, 高気圧酸素療法, 復帰時期

● 要旨

当院にて下腿三頭筋の肉離れに対して高気圧酸素療法(hyperbaric oxygen therapy; HBO)を行ない, スポーツ活動への復帰時期を調査し検討した. 2012~2013年から2016~2017年シーズンの5年間に於いて, 初診時に下腿MRI画像を撮像し, 下腿三頭筋の肉離れの診断を行ない, 復帰までの経過観察が可能であったラグビートップリーグ選手7名10例を対象とした. 試合と同等の練習に復帰できたのは受傷後平均37.4日であった. 下腿三頭筋の肉離れに対してHBOを実施することで, より早期のスポーツ活動・競技復帰ができる可能性がある.

はじめに

高気圧酸素療法(hyperbaric oxygen therapy; HBO)とは, 2絶対気圧(以下, 気圧)以上の高圧環境下で1時間以上の100%酸素の吸入により血漿中の溶解型酸素を約14倍増加させる治療である. それにより局所の腫脹による循環不全の酸素化を行ない, 血管透過性を改善させて腫脹を軽減し, 膠原線維の産生や血管新生を促進するとされ, 筋肉や靱帯損傷の治療に有用である^{1,2)}との報告がある.

下腿三頭筋の肉離れは, スポーツ選手を対象とした過去の疫学調査において肉離れ全体のうちハムストリング・大腿四頭筋に次いで3番目に多かったと報告されており³⁾, 一般診療においてよく遭遇するスポーツ外傷の

1つであるが, その受傷後の復帰時期に関する報告は少ない.

当院では, 急性期のスポーツ外傷患者に対して従来のリハビリテーションに加え, 積極的にHBOを行なっている. さらに, ラグビートップリーグの選手が多く受診しており, チームトレーナーと協力して治療を行なっている. 今回, ラグビートップリーグ選手の下腿三頭筋の肉離れに対してHBOを行ない, スポーツ活動への復帰時期を調査したので報告する.

対象と方法

2012~2013年から2016~2017年シーズンの5年間に於いて下腿三頭筋の肉離れを受傷した22名43例のうち, 初診時に下腿MRI画像の撮像により下腿三頭筋の

高木健太郎
〒140-8522 東京都品川区東大井6-3-22
東芝病院
TEL 03-3764-0511

1) 東芝病院スポーツ整形外科
Department of Sports Medicine and Orthopaedic Surgery, Toshiba General Hospital
2) 国立スポーツ科学センターメディカルセンター整形外科
Department of Orthopaedic Surgery, Medical Center, Japan Institute of Sports Sciences

表 1 各症例の特徴とスポーツ復帰までの期間

症 例	奥 脇 分 類	受傷部位	年齢 (歳)	ポジ ション	受傷から HBO 開 始までの 期間	HBO 回数 (回)	受傷からスポーツ復帰までの 期間 (日)			
							ジョギ ング	ダッ シュ	コンタ クト	試合
1	I	内側頭	32	FW	0 日	3	6	13	20	27
2	I	内側頭	38	FW	1 日	5	4	21	28	42
3	I	内側頭	32	FW	11 日	5	5	7	7	7
4	I	外側頭	34	BK	0 日	6	10	17	24	31
5	I	ヒラメ筋	25	FW	1 日	6	11	18	25	39
I 型 平均			32.2		2.8 日	5.0	7.2	15.2	20.8	29.2
6	II	内側頭	26	BK	0 日	7	15	29	43	50
7	II	内側頭	23	FW	0 日	14	9	37	44	51
8	II	内側頭	37	BK	1 日	12	19	40	47	54
9	II	内側頭	35	BK	1 日	4	11	18	18	25
10	II	ヒラメ筋	29	BK	1 日	2	13	27	41	48
II 型 平均			30.0		0.6 日	7.8	13.4	30.2	38.6	45.6
全体 平均			31.1		1.6 日	6.4	10.3	22.7	29.7	37.4

内側頭：腓腹筋内側頭，外側頭：腓腹筋外側頭，HBO：Hyperbaric oxygen therapy.
FW：フォワード，BK：バックス

肉離れの診断を行ない，復帰までの経過観察が可能であったラグビートップリーグ選手 7 名 10 例を対象とした。なお，完全復帰前の再受傷例は除いた。

最大定員 8 名の第 2 種高気圧酸素治療装置である中村鐵工所製の NHC-410-A 型を使用した。空気加圧により，最大圧力 2.5～2.8 気圧で治療時間 60 分間のリザーバーマスクによる 100 % 濃度の酸素吸入を行なった。

全例とも受傷後早期に HBO を実施。治療回数は 1 日 1 回とし，最大 5 回連続して行なった。リハビリテーションなどの従来の治療も並行して行なった。下腿三頭筋の受傷部位，肉離れの損傷型，受傷から HBO 開始までの日数，HBO を行なった回数，受傷からスポーツ復帰までの期間を調査した。損傷型は奥脇分類⁴⁾を用いて評価した。スポーツ復帰については，ジョギング程度の軽い運動・ダッシュなどの下腿三頭筋に強い負荷のかかる運動・コンタクトを含む練習・試合と同等の練習の，4 つの段階への復帰時期とした。

結 果

全例男性，年齢は平均 31.1 ± 5.2 歳であった。下腿三頭筋の肉離れ 10 例のうち，腓腹筋内側頭が 7 例，腓腹筋外側頭が 1 例，ヒラメ筋が 2 例であった。損傷型は，奥脇分類の I 型が 5 例，II 型が 5 例であった。受傷から HBO 開始までは平均 1.6 ± 3.3 日後であった。HBO 回数は，I 型が平均 5.0 ± 1.2 回，II 型が平均 7.8 ± 5.1 回

であった。

ジョギング程度の軽い運動を開始したのは，受傷から I 型が平均 7.2 ± 3.1 日後，II 型が平均 13.4 ± 3.8 日後であった。ダッシュなどの強い運動を開始したのは，受傷から I 型が平均 15.2 ± 5.4 日後，II 型が平均 30.2 ± 8.7 日後であった。コンタクトを含めた練習を開始したのは，受傷から I 型が平均 20.8 ± 8.2 日後，II 型が平均 38.6 ± 11.7 日後であった。試合と同等の練習に復帰できたのは，受傷から I 型が平均 29.2 ± 13.8 日後，II 型が平均 45.6 ± 11.7 日後であった(表 1)。

考 察

現在のところ，本邦における HBO の診療報酬点数表上の適応疾患は，急性一酸化炭素中毒・ガス壊疽・コンパートメント症候群・重度熱傷・減圧症・急性循環障害・突発性難聴・難治性潰瘍などがあり，HBO は救急や耳鼻科・皮膚科などの領域では一般的に確立された治療法の 1 つである。近年，HBO に対する基礎研究において，血漿中の溶解型酸素を上昇させることによる血管透過性の改善^{1,2)}や筋衛星細胞の早期活性化⁵⁾といった効果が期待されている。臨床研究においても，下腿部肉離れ²⁾・膝内側側副靱帯損傷²⁾・足関節捻挫⁶⁾・手根骨損傷⁷⁾に対して HBO を実施することにより腫脹や VAS の改善に有用であったとの報告が散見される。しかし，これらは保険適応外の治療であり，実施している施設が限

定されるため、その臨床的意義や有効性については依然として確固たる地位にないのが現状である。

下腿三頭筋の肉離れ後の復帰時期に関して、Clarenceらは、腓腹筋内側頭の肉離れ25例の完全復帰までの期間は6~7週であったと報告している⁸⁾。Karlらは、中高年の陸上選手の下腿三頭筋の肉離れについて、復帰には数週~数ヶ月を要すると報告している⁹⁾。Hyoらは、30~45歳の下腿三頭筋の肉離れ30例に対してエコーを用いて経過観察をした結果、肉離れが完全に治癒するには3~16週を要するため、痛みがとれるまでの4~12週は元のレベルに復帰すべきではないと報告している¹⁰⁾。ただ、これらの報告は重症度について言及しておらず、狩猟し得た限りで下腿三頭筋の肉離れ後のスポーツ復帰に関して重症度で細分化した報告はない。奥脇は奥脇分類のI型を軽症型、II型を中等症型、III型を重症型としている⁴⁾が、本研究における下腿三頭筋の肉離れ後の受傷前の競技レベルへの復帰は平均5.3週(37.4日)であり、奥脇分類のI型が平均4.2週(29.2日)、II型が平均6.5週(45.6日)であった。HBO併用により、下腿三頭筋の肉離れ後のスポーツ復帰時期が過去の報告として早まる傾向にあり、HBOは下腿三頭筋の肉離れに対しても有用である可能性が示唆された。

われわれは以前、HBOを併用したハムストリングの肉離れのスポーツ復帰時期に関して、I型が平均2.7週、II型が平均4.7週であったと報告した¹¹⁾。本研究では、下腿三頭筋の肉離れはハムストリングの肉離れよりも復帰に時間を要する傾向にある結果となった。その原因として、あるひとつの筋肉を損傷した場合にその周囲の筋肉に負担がかかり損傷のリスクが高まることが知られているが¹²⁾、ハムストリングは4種類の筋で構成されるのに対して下腿三頭筋は3種類の筋で構成されるため、下腿三頭筋の肉離れはハムストリングの肉離れよりも他の周囲筋の代償に関して不利な可能性がある。また、遅筋は持久力系で作用することから緊張時間が長いいため、損傷からの回復にも時間がかかる可能性が指摘されているが¹³⁾、ハムストリングは主に速筋であるのに対してヒラメ筋は主に遅筋であるため^{9,14,15)}、ヒラメ筋の肉離れは復帰に時間を要することが予想される。実際、本研究でもヒラメ筋の肉離れは全体の平均よりも復帰に時間を要した傾向があった。

下腿三頭筋の肉離れのうち、最も頻度が高いのは腓腹筋内側頭であるとされ¹⁶⁾、その頻度は腓腹筋外側頭の約6倍との報告もある^{17,18)}。本研究の結果も下腿三頭筋の肉離れ10例中7例が腓腹筋内側頭であった。腓腹筋内側頭とヒラメ筋を比較すると、腓腹筋は二関節筋であるため単関節筋のヒラメ筋よりも筋出力量が大きいため、

肉離れを受傷する頻度も高いことは自明である。腓腹筋内側頭と外側頭を比較すると、腓腹筋内側頭は外側頭よりも筋量が約1.6倍と多いこと^{19,20)}や筋腱移行部が長いこと¹⁵⁾も、腓腹筋内側頭の肉離れの頻度が高いことの理由として考えられる。また、kinematicsを考慮すると、下腿三頭筋が最大筋力を発揮するのは膝伸展・足関節背屈位で足部が回内してアキレス腱のねじれが最も伸長された状態であるが、この状態では腓腹筋内側頭が優位に働くため負荷が大きい¹⁸⁾こともその理由として考えられる。

ラグビーのポジションは、大きく分けてフォワード(以下、FW)とバックス(以下、BK)の2種類がある。各症例の肉離れの損傷型とポジションの関係をみると、奥脇分類のI型は5例中4例がFWであり、II型は5例中4例がBKであった。FWは主にスクラム・ラック・モールなどの静止状態から低速度で移動してのプレーが多いが、BKは相手ディフェンスをかわしてトライを獲得するために全力疾走でのプレーが多いことから、FWよりもBKのほうがより重症度の高い肉離れになりやすい可能性がある。

本研究のlimitationとして、症例数が少ないこと、下腿三頭筋の肉離れ全例にHBOやMRIを実施していないため本研究の結果は主に重症例をみている可能性があること、復帰時期に関してとくにシーズン中では試合日程や同じポジションの他の選手のコンディショニング状態などのチーム事情に影響を受ける可能性があることがあげられる。今後も症例数を重ねつつ、可能な限り全例のHBO実施やMRIでの評価が望ましい。

結 語

下腿三頭筋の肉離れに対してHBOを実施することにより、より早期のスポーツ活動・競技復帰ができる可能性がある。

下腿三頭筋の肉離れはハムストリングの肉離れよりもスポーツ活動への復帰に時間を要した。

文 献

- 1) 柳下和慶ほか：スポーツ外傷に対する高気圧酸素治療。整形・災害外科，59：627-632，2016
- 2) 柳下和慶：高気圧酸素療法。整形外科，66：51-55，2015。
- 3) 日下昌浩ほか：スポーツ選手の肉離れ。整スポ会誌，23：307-311，2004。
- 4) 奥脇 透：肉離れの現状。臨スポーツ医，34：744-749，2017。

- 5) Horie M et al : Enhancement of satellite cell differentiation and functional recovery in injured skeletal muscle by hyperbaric oxygen treatment. *J Appl Physiol*, 116 : 149-155, 2014.
- 6) 柳下和慶ほか : 足関節捻挫に対する高気圧酸素療法の有効性. *整スポ会誌*, 27 : 351-355, 2008.
- 7) 柳下和慶 : スポーツ外傷・障害に対する高気圧酸素治療の適応と実際. *整形外科最小侵襲手術ジャーナル*, 69 : 27-34, 2013.
- 8) Shields CL Jr et al : Acute tears of the medial head of the gastrocnemius. *Foot Ankle*, 5 : 186-190, 1985.
- 9) Fields KB et al : Muscular calf injuries in runners. *Curr Sports Med Rep*, 15 : 320-324, 2016.
- 10) Kwak HS et al : Ruptures of the medial head of the gastrocnemius ("tennis leg") clinical outcome and compression effect. *Clin Imaging*, 30 : 48-53, 2006.
- 11) 田中哲平ほか : ラグビートップリーグ選手のハムストリング損傷に対する高気圧酸素療法の治療経験. *JOSKAS*, 40 : 887-892, 2015.
- 12) Orchard J et al : The management of muscle strain injuries : an early return versus the risk of recurrence. *Clin J Sport Med*, 12 : 3-5, 2002.
- 13) Waterworth G et al : MRI assessment of calf injuries in Australian football league players : findings that influence return to play. *Skeletal Radiol*, 46 : 343-350, 2017.
- 14) Chan O et al : Acute muscle strain injuries : a proposed new classification system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20 : 2356-2362, 2012.
- 15) Balus R et al : The soleus muscle : MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of strain injury distribution. *Skeletal Radiol*, 42 : 521-530, 2013.
- 16) Koulouris G et al : Magnetic resonance imaging findings of injuries to the calf muscle complex. *Skeletal Radiol*, 36 : 921-927, 2007.
- 17) 山口哲治ほか : 筋・腱・靱帯損傷の MRI. *臨スポーツ医*, 24 : 767-774, 2007.
- 18) 田平陽子 : 下腿の体表観察および下腿三頭筋の肉眼解剖学的観察. *久留米医学会雑誌*, 72 : 21-31, 2009.
- 19) Hamilton PD et al : Surgical anatomy of the proximal release of the gastrocnemius : a cadaveric study. *Foot Ankle Int*, 30 : 1202-1206, 2009.
- 20) 佐藤泰司ほか : ヒトの下腿三頭筋の動脈分布について. *杏林医会誌*, 16 : 455-471, 1985.